


Chausseestraße 18  
39576 Stendal OT Uenglingen  
Tel.: 03931 / 56 81 49  
Fax.: 03931 / 56 81 50  
Mobil: 0172 / 38 48 66 4  
Mail: [info@Baugrund-Lehmann.de](mailto:info@Baugrund-Lehmann.de)  
[www.Baugrund-Lehmann.de](http://www.Baugrund-Lehmann.de)

## ***GEOTECHNISCHER BERICHT ZU DEN BAUGRUNDVERHÄLTNISSEN***

BAUVORHABEN: **Windpark Arneburg Ost\_R – WEA 10**  
Errichtung einer Windkraftanlage  
Typ V162-7.2

AUFTRAGGEBER: juwi GmbH  
Energie-Allee 1  
55286 Wörrstadt

BERICHT- NR.: 16/05/23  Windpark Arneburg Ost R\_WEA 10  
vom 22.06.2023

BEARBEITER: Dipl.– Ing. M. Ebert

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Unterlagen .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Anlagen .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Feststellungen .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Standort und Aufgabenstellung.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>Geologische / Hydrogeologische Situation.....</b>	<b>5</b>
<b>3.3</b>	<b>Baugrundsichtung.....</b>	<b>5</b>
<b>3.4</b>	<b>Drucksondierungen .....</b>	<b>6</b>
<b>3.5</b>	<b>Baugrundeigenschaften .....</b>	<b>8</b>
<b>3.6</b>	<b>Mechanische Bodenkennwerte .....</b>	<b>9</b>
<b>3.7</b>	<b>Untersuchung des Grundwassers / Bestimmung der Betonaggressivität.....</b>	<b>10</b>
<b>3.8</b>	<b>Wasserverhältnisse .....</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1</b>	<b>Gründungsempfehlungen (Flachgründung) .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2</b>	<b>Kranstellflächen .....</b>	<b>14</b>
<b>4.3</b>	<b>Zuwegungen .....</b>	<b>15</b>
<b>5.</b>	<b>Nachweis der Sohldruckbeanspruchung .....</b>	<b>17</b>
<b>5.1</b>	<b>Verdichtungsanforderungen.....</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>Vorläufige Empfehlung zur Einteilung in Homogenbereiche .....</b>	<b>19</b>

## **1. Unterlagen**

- 1 Auftrag auf der Grundlage der Angebots- Nr.: 230094 und der Beauftragung vom 04.05.2023
- 2 Übersichtskarte M 1 : 10 000;  
Grundriss im pdf- Format
- 3 geologisches Kartenmaterial
- 4 Ergebnisse von Rammkernsondierungen & Drucksondierungen  
Ausführungszeitraum 30.05.2023
- 5 Prüfbericht zur Typenprüfung, Prüfnummer 3667703-12-d Rev.1 vom 16.09.2022 für einen Anlagentyp V162-7.2, Windzone S, Entwurfslebensdauer 25 Jahre;

## **2. Anlagen**

- 1 Bohrprofile, Bodenklassen, Frostepfindlichkeit, Wasser
- 2 Blatt 1 Übersichtsplan  
Blatt 2 Lageplan mit eingetragenen Bohransatzpunkten
- 3 Geländeschnitt
- 4 Bohrprofile der Rammkernsondierungen
- 5 Drucksondierungen
- 6 Darstellung der Messwerte im Bodenidentifikationsdiagramm
- 7 Lithologische Interpretation der Drucksondierungen mit Angabe von Bodenkennwerten
- 8 Laborprotokolle ausgewählter Bodenproben - Bodenmechanik
- 9 Bestimmung der Betonaggressivität nach DIN 4030/1
- 10 Grundbruch- u. Setzungsberechnungen nach EC 7

### **3. Feststellungen**

#### **3.1 Standort und Aufgabenstellung**

Die juwi GmbH beabsichtigt die Erweiterung des Windparks Arneburg.

Für den Neubau ist ein Anlagentyp V162-7.2 MW der Firma Vestas vorgesehen. Es handelt sich um einen Hybridturm (T22) mit einer Nabenhöhe von 169,0 m über GOK.

Dem Ingenieurbüro Lehmann wurde die Aufgabe gestellt, für den geplanten Standort eine Baugrunduntersuchung durchzuführen.

Eine mögliche Flachgründung des Bauwerkes erfolgt über ein kreisrundes bewehrtes Flächenfundament mit einem Durchmesser von 25,5 m.

**Die Einbindung des Fundamentes (Flachgründung) soll 0,38 m in den Untergrund erfolgen.  
Die Oberkante des Fundamentes ist mit Erdüberschüttung herzustellen.**

Das Untersuchungsgebiet hat eine Höhe von ca. 47,2 m ü. HN.

Zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung wurde das Untersuchungsgebiet als Ackerfläche genutzt und befindet sich in der Windzone II.

Gegenstand der vorliegenden Dokumentation ist die Untersuchung der Baugrund- und Untergrundverhältnisse für die Gründung der **WEA 10** im ausgewiesenen Windpark.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist in dem Lageplan (Anlage 2) eingetragen.

Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Vorhaben ist nicht zulässig.

### **3.2 Geologische / Hydrogeologische Situation**

Geomorphologisch liegt das Untersuchungsgebiet auf einer pleistozänen Hochfläche, die sich von Arneburg in Richtung Erxleben erstreckt und von der Niederung der Uchte gequert wird.

Der Boden hat seinen geologischen Ursprung im Pleistozän.

Es handelt sich dabei um Bildungen der Grundmoräne, die während des Warthe – Stadiums der Saale – Eiszeit abgelagert wurden.

Die Böden sind Geschiebemergel größerer Mächtigkeiten mit teilweisen Sandeinschlüssen, die mit einer Sanddeckschicht aus Schmelzwassersanden überlagert sind. Mit größeren Stein- und Kieseinschlüssen im Geschiebemergel muss gerechnet werden.

### **3.3 Baugrundsichtung**

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden 4 Rammkernsondierungen von 3,0 - 9,0 [m] sowie drei Drucksondierungen bis in einer max. Tiefe von 20,0 m ausgeführt.

#### Oberboden

Die oberste Schicht besteht aus humosen, schluffigen Fein- und Mittelsanden. Der Mutterboden reicht bis in eine Tiefe von ca. 0,40 m unter Gelände.

**OH**

#### grobkörnige und gemischtkörnige Böden

Bis in einer Tiefe von ca. 0,60 m schließen sich Fein- und Mittelsande mit variierenden Schluff-, Ton- und Kiesanteilen an. Am BP 1 wurden geringmächtige Sandschichten in einer Tiefe von 4,20 m und 7,80 m festgestellt.

**SU, SU-SU\*, ST, SE**

#### feinkörnige Böden

Bis zur erkundeten Endteufe von 9,0 m sind ausschließlich tonige Schluffe mit wechselndem Sand- und Kiesbesatz nachgewiesen worden. Hierbei handelt es sich um Geschiebemergel.

**TL**

Die dargestellte Situation basiert auf punktförmigen Aufschlüssen.

Sollten während der Bauausführung wesentlich andere als die beschriebenen

Baugrundverhältnisse angetroffen werden, ist der Baugrundgutachter zu verständigen.

Genauere Angaben sind in den Anlagen 1, 3 und 4 enthalten.

### 3.4 Drucksondierungen

Ein wesentlicher Kennwert für die Tragfähigkeit des Bodens ist dessen Lagerungsdichte.

Zu deren Ermittlung wurden im Hinblick auf mögliche Tiefgründungen drei Prüfungen mit der Drucksonde CPT nach DIN 4094 durchgeführt.

Der untersuchte Tiefenbereich für die Windenergieanlage lag zwischen 0,0 m und ca. 20,0 m unter dem vorhandenen Geländeniveau.

Für die geplante Kranstellfläche (DS 3 / CPT 3) wurde eine Drucksondierung bis 5,0 m unter Gelände ausgeführt.

Mit der Drucksonde wurden der Spitzendruck  $q_c$  und die lokale Mantelreibung  $f_s$  gemessen.

<b>DS 1 / CPT 1; Ansatz: Geländeoberkante</b>			
<b>Bodenart</b>	<b>Tiefe [m]</b>	<b>Spitzen- druck [MN/m<sup>2</sup>]</b>	<b>lokale Mantel- reibung [MN/m<sup>2</sup>]</b>
Oberboden + schluffige Sande	0,60	0 – 12	0 – 0,15
Geschiebemergel	5,00	3,5	0,08
Geschiebemergel	10,00	4,5	0,07

<b>DS 2 / CPT 2; Ansatz: Geländeoberkante</b>			
<b>Bodenart</b>	<b>Tiefe [m]</b>	<b>Spitzen- druck [MN/m<sup>2</sup>]</b>	<b>lokale Mantel- reibung [MN/m<sup>2</sup>]</b>
Oberboden + schluffige Sande	0,60	0 - 12	0 – 0,14
Geschiebeböden	4,00	6,5	0,23
Sande	4,50	15,0	0,40
Geschiebemergel	8,00	5,0	0,10
Sande	9,00	15,0	0,30
Geschiebemergel	20,0	3,5	0,05

<b>DS 3 / CPT 3; Ansatz: Geländeoberkante</b>			
<b>Bodenart</b>	<b>Tiefe [m]</b>	<b>Spitzen- druck [MN/m<sup>2</sup>]</b>	<b>lokale Mantel- reibung [MN/m<sup>2</sup>]</b>
Oberboden + schluffige Sande	0,60	0 - 15	0 – 0,12
Geschiebemergel	5,00	4,5	0,07

**Zusammenfassung:**

Der humose Oberboden, der bis in eine Tiefe von ca. 0,40 m unter Gelände reicht, ist zur Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet.

Die nachfolgenden Geschiebeböden weisen bis zur erkundeten Endteufe von 20,0 m eine steife bis halbfeste Konsistenz auf. Im Geschiebemergel wurden geringmächtige Sandlagen festgestellt, die mitteldicht gelagert sind. Die angetroffenen Bodenschichten sind in der Lage Bauwerkslasten sicher in den Untergrund abzutragen.

Die Lage der Drucksondierungen ist der Anlage 2 und die Sondiererergebnisse sind den Anlagen 5 - 7 dieser Dokumentation zu entnehmen.

### 3.5 Baugrundeigenschaften

Aus den Aufschlüssen wurden gestörte Erdstoffproben entnommen und durch Feldprüfmethode untersucht. Diese wurden durch Laboruntersuchungen ergänzt (vgl. Anlage 8). Es lassen sich folgende Erdstoff-Klassifikationswerte ableiten:

Schicht <sup>*)</sup>	Mutterboden	nichtbindige Böden	schwachbindige Böden
Körnung	Mu, fS, ms, u, h	mS, fs, g	fS, ms, u, g <sup>+</sup> ; mS, fs, t
Bezeichnung n. DIN 18196	<b>OH</b>	<b>SE</b>	<b>SU, ST</b>
Bodenart n. ATV-DVWK-A 127	G 4	G 1	G 2
Plastizität I <sub>p</sub> in %	-	-	4 - 25
Fließgrenze W <sub>L</sub> in %	-	-	20 - 35
Lagerungsdichte	siehe Gliederungspunkt 3.4 und Anlage 5		
Frostklasse	2	1	2
Skelettanteil in %	< 5	≤ 15	< 5
Abstufung U	2 - 3	1 - 3	
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA- StB	V 2	V 1	V 1

Schicht <sup>*)</sup>	bindige Mischböden	bindige Böden
Körnung	fS, ms, u*	U, t, s-s*, g <sup>+</sup> -g
Bezeichnung n. DIN 18196	<b>SU*</b>	<b>TL</b>
Bodenart n. ATV DVWK-A 127	G 3	G 4
Plastizität I <sub>p</sub> in %	4 - 30	7 - 16
Fließgrenze W <sub>L</sub> in %	20 - 50	25 - 35
Lagerungsdichte	siehe Gliederungspunkt 3.4 und Anlage 5	
Frostklasse	3	3
Skelettanteil in %	< 5	< 30
Abstufung U	-	-
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA- StB	V 2	V 3

<sup>\*)</sup> nur relevante Schichten wurden aufgeführt



### 3.6 Mechanische Bodenkennwerte

Für die erkundeten Bodenarten ist von nachfolgenden mechanischen Bodenkennwerten auszugehen:

<b>Schicht<sup>*)</sup></b> Bodenart	<b>OH</b> <b>Oberboden</b>	<b>SE, SU, ST</b>	<b>TL</b> steif - halbfest
Rohwichte naturfeucht $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	17,0	18,0	20,5 - 21,0
Rohwichte unter Auftrieb $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	8,0	10,0	10,5 - 11,0
wirksamer Reibungswinkel $\varphi_k'$ [°]	20,0	32,5	27,5
wirksame Kohäsion $c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	2 - 5
undrÄnierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	80 - 150
Steifemodul $E_{stat,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	5 - 10	70 - 100	30 - 40
dyn. Steifemodul $E_{dyn,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	-	100 - 200	80
Durchlässigkeit $k_f$ [m/s]	$2 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-6}$	$2 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-7}$	$1 \times 10^{-7}$ bis $2 \times 10^{-9}$

<sup>\*)</sup> nur relevante Bodenschichten wurden aufgeföhrt

<b>Schicht<sup>*)</sup></b> Bodenart	<b>MG 0/32</b>
Rohwichte naturfeucht $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20,0
Rohwichte unter Auftrieb $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	12,0
wirksamer Reibungswinkel $\varphi_k'$ [°]	40,0
wirksame Kohäsion $c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0
undrÄnierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	-
Steifemodul $E_{stat,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	150
dyn. Steifemodul $E_{dyn,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	300
Durchlässigkeit $k_f$ [m/s]	$1 \times 10^{-2}$ bis $1 \times 10^{-6}$

<sup>\*)</sup> nur relevante Bodenschichten wurden aufgeföhrt

### **3.7 Untersuchung des Grundwassers / Bestimmung der Betonaggressivität**

Eine Grundwasserentnahme war am Tag der Baugrunduntersuchung nicht möglich.

Für den Windpark Arneburg - Sanne wurde am 28.07.2021 am geplanten Standort der WEA 02 (Bericht- Nr.: 04/08/21) eine Wasserprobe entnommen und im Labor untersucht.

Die Untersuchungsergebnisse können für die WEA 10 entsprechend verwendet werden.

Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m]	Berichts-Nr.	Bewertung		
			Betonaggressivität	Mulden- u. Lochfraßkorrosion	Flächenkorrosion
WEA 02, BP 1	7,80	2021-0841/1	nicht betonangreifend	sehr gering	sehr gering

Im Ergebnis der Untersuchungen wurde festgestellt, dass das Grundwasser **nicht betonangreifend** ist. Die Untersuchung erfolgte nach DIN 4030 Teil 2.

Die Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929 Teil 3 ergab, dass das Grundwasser eine sehr geringe Mulden- u. Lochfraßkorrosion sowie eine sehr geringe Flächenkorrosion aufweist.

Der vorhandene Boden soll hinsichtlich seiner Betonaggressivität (Korrosion), auf im Boden eingebaute Bauteile, untersucht werden. Dazu wurde das Material zu einer Mischprobe zusammengefasst und nach DIN 4030-1 untersucht.

Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m]	Bericht- Nr.	Ergebnis	auffällige Werte
BP1 + BP2	0,60 – 2,00	AR-23-JE-019771-01 / 123083961	keine Grenzwertüberschreitung	-

#### **Bewertung:**

Der untersuchte Boden weist keine Überschreitungen der zulässigen Grenz- oder Richtwerte für eine Betonaggressivität nach DIN 4030-1 auf.

Die Prüfprotokolle sind der Anlage 9 dieser Dokumentation zu entnehmen.

### 3.8 Wasserverhältnisse

Das Gebiet ist im untersuchten Tiefenbereich von Schichtenwasser beeinflusst.

An den Tagen der Baugrunderkundung wurden nachfolgende Wasserkontakte festgestellt.

Bohrpunkt	Wasseranschnitt [m] unter Gelände	Wassereinstellung [m] unter Gelände
BP 1, 3, 4	ohne	ohne
BP 2	4,20	2,25

Die Geländehöhe des Untersuchungsstandortes wird im regionalen Kartenwerk mit ca. 47,0 m ü. HN angegeben.

Entwässert wird das Untersuchungsgebiet durch sein natürliches Geländegefälle in nordöstlicher Richtung zur *Elbe* hin. Meliorationsgräben sind nicht vorhanden.

Die *Elbe* weist einen Mittelwasserstand von 29,2 m ü. HN auf.

Der Wassereinstellungshorizont des angeschnittenen, gespannten Schichtenwassers wird durch die durchfahrenen bindigen Bodenschichten verursacht.

Aufgrund der angetroffenen Baugrundsichtung kann sich bei starken Niederschlägen und zum Beginn der Schneeschmelze Wasser auf den bindigen Böden (Geschiebemergel) sammeln (Sickerwasser).

Daraus ergibt sich ein **Bemessungswasserstand von  $\text{GW}_{\max} \simeq 0,40 \text{ m}$  unter GOK.**

#### 4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Das Bauvorhaben ist aufgrund der Baugrundsichtung und des gewählten statischen Systems in die „Geotechnische Kategorie 3“ (GK 3) einzustufen.

##### \* Besonderheiten

1. Unterhalb des Oberbodens wurden bis in einer Tiefe von 20,0 m unter Gelände wasserstauende Bodenschichten erkundet. Bei einem Bodenaushub für das Fundament und einer anschließenden Verfüllung der Baugrube mit dem anstehenden bindigen Erdstoff kann sich über einen langen Zeitraum Sickerwasser im Fundamentbereich sammeln und aufstauen (Badewanneneffekt).
2. Der Verfasser schätzt ein, dass das Sickerwasser mit seinen jahreszeitlichen Schwankungen bis ca. 0,40 m unter der Geländeoberkante ansteigen kann.
3. **Aufgrund der angetroffenen Wasserverhältnisse muss das Fundament mit der Überschüttung I gemäß Unterlagen hergestellt werden.**

##### 4.1 Gründungsempfehlungen (Flachgründung)

Die Windkraftanlage kann aufgrund der angetroffenen Baugrundsichtung über eine **Flachgründung mit Auftrieb** errichtet werden.

1. Es erfolgt ein **Bodenaushub bis ca. 0,60 m unter OK Gelände.**
2. Die Aushubgrenze ist am Übergang von den schluffigen bis stark schluffigen Sanden zum steifen bis halbfesten Geschiebemergel zu erkennen.
3. Der Verfasser empfiehlt eine **Abnahme der Aushubsohle** durch einen Baugrundgutachter.
4. Beim Bodenaushub mit Tieflöffel sollte dieser im unmittelbaren Arbeitsbereich der Aushubsohle ohne Zähne arbeiten, damit die Sohle annähernd profilgerecht ohne arbeitsbedingte Auflockerungen ausgehoben werden kann.
5. Bodenaushub sowie der Einbau des Gründungspolsters haben vor Kopf zu erfolgen.
6. **Die Aushubsohle ist nicht zu verdichten, nicht mit schwerem technischem Gerät zu befahren.**

7. **Um Aufweichungen des Untergrundes zu vermeiden, ist die kurzfristige Überbauung zwingend umzusetzen.**
8. Bis 0,10 m unter der geplanten Gründungssohle ist ein **Mineralgemisch der Klassifizierung B2 0/32 oder ein gleichwertiges Betonrecycling lagenweise einzubauen und auf einen  $D_{Pr} \geq 100$  % zu verdichten.**
9. Herstellung einer 0,10 m starken Sauberkeitsschicht aus Magerbeton mit einem allseitigen seitlichen Überstand von 0,50 m zur Fundamentaßenkante.
10. Bei Niederschlägen ist die Aushub- und Gründungssohle bis zur Betonage wasserfrei zu halten. Der Verfasser empfiehlt die Verlegung einer Ringdrainage mit Pumpensümpfen. Die Drainleitung ist allseitig 30 cm mit Filterkies oder Splitt zu ummanteln. Anfallendes Wasser ist bis zur Betonage ständig abzupumpen.  
**Nach Beendigung der Maßnahme sind die Drainageleitungen zwingend zurückzubauen.**
11. Für die **Hinterfüllung** der Baugrube sind **zwingend die stark bindigen und steifen bis halbfesten Aushubmassen** wieder einzubauen. Hierfür ist die Verwendung eines Rammax mit Schafffußwalze (od. vergleichbare Verdichtungsgeräte) zu verwenden. Der Einbau des bindigen Erdstoffes kann nur beim optimalen Wassergehalt erfolgen. Hierfür können zusätzliche Aufwendungen notwendig werden. Die Höhen der einzelnen Schüttaglagen sind dem eingesetzten Verdichtungsgerät anzupassen.
12. Das Fundament ist mit der **Erdüberschüttung I** (lt. Unterlagen) herzustellen. Dafür können die ausgehobenen Erdmassen verwendet werden, da sie eine Wichte von  $\geq 18,0 \text{ kN/m}^3$  aufweisen.
13. Baugruben mit Aushubtiefen  $\geq 1,25$  m sind durch Verbau oder durch Abböschung der Baugrubenwände zu sichern. Für Baugrubenböschungen ist ein Böschungswinkel  $\leq 60^\circ$  einzuhalten. An der Böschungsoberkante ist ein mindestens 60 cm breiter lastfreier Streifen freizuhalten. Die Forderungen der DIN 4124 sind dabei zu beachten.

Der Bemessungswert des Sohldruckes und das Setzungsverhalten sind dem Gliederungspunkt 5 sowie der Anlage 10 dieser Dokumentation zu entnehmen.

## **4.2 Kranstellflächen**

### **\* Bemerkungen**

Für den Aufbau und die Bemessung des Wegekörpers gelten die **“Anforderungen an Transportwege und Kranstellflächen”** der Vestas Deutschland GmbH (Dokument Nr.; 0040-4327 V13 vom 01.05.2022).

Die geplanten Zuwegungen / Kranstellflächen sollen mit einem Mineralgemisch der Klassifizierung B2 0/32 oder einem Betonrecycling gleicher Güte befestigt werden.

Nach dem o.g. Dokument ist eine Planumstragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  gefordert.

Der Verfasser schätzt ein, dass aufgrund der erkundeten bindigen Böden (Geschiebemergel) der geforderte Zielwert von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf dem Planum nicht erreicht wird.

### **Empfehlungen für die Kranstellflächen**

1. Der Boden ist bis in einer Tiefe von ca. 0,50 m vollständig auszubauen.
2. Der Bodenabtrag hat zwingend vor Kopf zu erfolgen.
3. Eine kurzfristige Überbauung des Planums ist zwingend umzusetzen.
4. Auf der Aushubsohle ist ein Geotextil der Klassifizierung GRK 3 mit einem spezifischen Gewicht von  $\geq 180 \text{ g/m}^2$  fachgerecht als Trennlage zu verlegen.
5. Die Aushubsohle ist nicht zu verdichten und nicht mit technischen Geräten zu befahren.
6. Lagenweiser Einbau einer  $\geq 0,50 \text{ m}$  starken Schottertragschicht aus einem Mineralgemisch der Klassifizierung B2 0/32. Alternativ kann auch ein Betonrecycling gleicher Güte verwendet werden.
7. Die Schottertragschicht muss Werte von mindestens  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  aufweisen.
8. Der Verfasser schlägt vor, hierzu im Vorfeld ein Testfeld mit der o.g. Empfehlung herzustellen, um die Tragfähigkeit der Schottertragschicht nachzuweisen. Die Testfeldgröße sollte  $25 \text{ m}^2$  ( $5 \times 5 \text{ m}$ ) nicht unterschreiten.

### Verdichtungsanforderungen

Bei der Bauausführung sollten für die geplanten Kranstellflächen folgende Verdichtungswerte eingehalten und nachgewiesen werden:

Planum:	→	$\geq 0,95 D_{Pr}$	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$	-
Schottertragschicht:	→	$\geq 1,03 D_{Pr}$	$E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$	$\leq 2,3$

Der Umfang der erforderlichen Prüfungen der Bodenverdichtung ist nach ZTV E-StB 17 festzulegen. Von den vorgestellten Prüfverfahren wird die **Methode M 3** empfohlen.

Die Mindestanzahl der Prüfungen kann für die Methode M 3 der Tabelle 8 entnommen werden.

Folgende Gegebenheiten sind zu beachten:

- geeignetes Verdichtungsgerät
- die Arbeitsweise beim Einbau
- Anzahl der erforderlichen Verdichtungsübergänge
- maximale Schütthöhe der einzelnen Einbaulagen
- die für das Verdichten zulässigen Einbauwassergehalte

### 4.3 Zuwegungen

Nach dem o.g. Dokument ist eine Planumstragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  gefordert.

Der Verfasser schätzt ein, dass aufgrund der erkundeten bindigen Böden (Geschiebemergel) der geforderte Zielwert von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf dem Planum nicht erreicht wird.

### Empfehlungen für den Wegebau

1. Der Oberboden ist bis in eine Tiefe von ca. 0,40 m vollständig auszubauen.
2. Der Bodenabtrag hat zwingend vor Kopf zu erfolgen.
3. Eine kurzfristige Überbauung des Planums ist zwingend umzusetzen.
4. Auf der Ebene ist ein Geotextil der Klassifizierung GRK 3 mit einem spezifischen Gewicht von  $\geq 180 \text{ g/m}^2$  fachgerecht als Trennlage zu verlegen.
5. Die Ebene ist nicht zu verdichten und nicht mit technischen Geräten zu befahren.

6. Lagenweiser Einbau einer  $\geq 0,40$  m starken Schottertragschicht aus einem Mineralgemisch der Klassifizierung B2 0/32. Alternativ kann auch ein Betonrecycling gleicher Güte verwendet werden.
7. Die Schottertragschicht muss Werte von mindestens  $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$  aufweisen.
8. Der Verfasser schlägt vor, hierzu im Vorfeld ein Testfeld mit der o.g. Empfehlung herzustellen, um die Tragfähigkeit der Schottertragschicht nachzuweisen. Die Testfeldgröße sollte  $25 \text{ m}^2$  ( $5 \times 5 \text{ m}$ ) nicht unterschreiten.

### Verdichtungsanforderungen

Bei der Bauausführung sollten für den geplanten Wegebau folgende Verdichtungswerte eingehalten und nachgewiesen werden:

Planum:	→	$\geq 0,95 D_{Pr}$	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$	-
Schottertragschicht:	→	$\geq 1,00 D_{Pr}$	$E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$	$\leq 2,3$

Der Umfang der erforderlichen Prüfungen der Bodenverdichtung ist nach ZTV E-StB 17 festzulegen. Von den vorgestellten Prüfverfahren wird die **Methode M 3** empfohlen.

Die Mindestanzahl der Prüfungen kann für die Methode M 3 der Tabelle 8 entnommen werden.

Folgende Gegebenheiten sind zu beachten:

- geeignetes Verdichtungsgerät
- die Arbeitsweise beim Einbau
- Anzahl der erforderlichen Verdichtungsübergänge
- maximale Schütthöhe der einzelnen Einbaulagen
- die für das Verdichten zulässigen Einbauwassergehalte

### Wasserhaltungsmaßnahmen

Für die Durchführung der geplanten Baumaßnahme können durch Niederschlags- und Schichtenwasser Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

Das Wasser ist dann auf der Aushubsohle durch Pumpensümpfe zu fassen und abzuleiten.

Die Erdarbeiten sollten in einer trockenen Jahreszeit erfolgen.



## 5. Nachweis der Sohldruckbeanspruchung

Die Grundbruch- u. Setzungsberechnungen erfolgen nach dem Eurocode 7. Die Berechnung erfolgt für ein idealisiertes Fundament mit einer quadratischen Ersatzfläche  $A' \simeq 510,0 \text{ m}^2$  nach DIN 4017 (2006) in Abhängigkeit der Setzung nach DIN 4019. Die Seitenlänge ist  $a \simeq 22,60 \text{ m}$ .

- Ersatzfläche für Fundament :  $\rightarrow a * b \leq 22,60 \text{ m} \times 22,60 \text{ m}$
- Seitenverhältnis:  $\rightarrow a/b \simeq 1,0 [-]$
- Einbindetiefe unter OKG:  $\rightarrow D = 0,38 \text{ m}$  (nach U 5)
- Bemessungswert  
der Sohldruckbeanspruchung:  $\rightarrow \sigma_{E,k} = 278 \text{ kN/m}^2$  (nach U 5)
- Bemessungswert  
der Sohldruckbeanspruchung:  $\rightarrow \sigma_{E,d} = 389 \text{ kN/m}^2$  (ermittelt)
- höchster Wasserstand:  $\rightarrow 0,40 \text{ m u. OKG}$
- Bodenkennwerte:  $\rightarrow$  entsprechend dem Gliederungspunkt 3.6
- Lastfall:  $\rightarrow$  **BS-P** (Persistent Situation)
- Bettungsmodul bei  $\sigma_{R,d} = 389 \text{ kN/m}^2$   $\rightarrow k_s \simeq 3,1 - 3,2 \text{ MN/m}^3$

Die Setzungen bei einer angenommenen Lasteintragung von  $\sigma_{E,d} = 389 \text{ kN/m}^2$  betragen rechnerisch nach DIN 4019

$$s = 8,86 - 8,44 \text{ cm.}$$

Unter der Voraussetzung, dass die Gründungsempfehlungen durchgeführt werden, ist nachgewiesen, dass bei einer tragenden Bodenplatte von einem

$$\sigma_{R,d} = 389 \text{ kN/m}^2 = \sigma_{E,d} = 389 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{R,k} = 278 \text{ kN/m}^2 = \sigma_{E,k} = 278 \text{ kN/m}^2$$

**Bemessungswert des Sohldruckes = Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung**

ausgegangen werden kann.

Aufgrund der unterschiedlichen Baugrundsichtung ist mit einer Schiefstellung von ca. 0,42 cm innerhalb des Fundamentes zu rechnen. Das entspricht einer Schiefstellung des Fundamentes von 0,02 cm/m. Der zulässige Bereich liegt bei  $\leq 3 \text{ mm/m}$  bezogen auf den Außendurchmesser.

Weitere Hinweise sind der Anlage 10 dieser Dokumentation zu entnehmen.

Die angegebenen Setzungen der Gründungselemente basieren auf der Umsetzung der Gründungsempfehlungen sowie der Prüfung der Verdichtungsgrade.

Weitere Kennwerte sind den Gründungsempfehlungen sowie der Grundbruch- u. Setzungsberechnung zu entnehmen.

### **Drehfedersteifigkeiten der Fundamente**

Die für den Standort typische dynamische sowie statische Drehfedersteifigkeit wurden ermittelt. Im Ergebnis der Berechnungen wurde festgestellt, dass die zu erreichende Mindestspannsteifigkeit von

**vorhanden  $k_{\phi,dyn} = 252 \text{ GNm/rad} > \text{erforderlich } k_{\phi,dyn} = 200 \text{ GNm/rad}$**

**vorhanden  $k_{\phi,stat} = 55,8 \text{ GNm/rad} > \text{erforderlich } k_{\phi,stat} = 40 \text{ GNm/rad}$**

erreicht wird.

### **5.1 Verdichtungsanforderungen**

Bei der Bauausführung sind folgende Verdichtungsanforderungen einzuhalten:

- Aushubsohle:  $\rightarrow \geq 95 \% D_{Pr}$  (steife Konsistenz)
- Gründungspolster:  $\rightarrow \geq 100 \% D_{Pr}$
- Bauwerkshinterfüllung:  $\rightarrow \geq 97 \% D_{Pr}$
- Aufschüttung:  $\rightarrow \geq 97 \% D_{Pr}$

**Im Prüfbericht zur Typenprüfung wird gefordert, dass die angenommenen Baugrundverhältnisse bei Bodenaushub vom Gutachter zu überprüfen und zu bestätigen sind.**

**Die Bauwerkshinterfüllung ist lagenweise zu verdichten, wobei Schütthöhen und Anzahl der erforderlichen Übergänge dem Verdichtungsgerät und den Wassergehalten anzupassen sind.**

## 6. Vorläufige Empfehlung zur Einteilung in Homogenbereiche

Die Baumaßnahme ist in die Geotechnische Kategorie GK 3 einzuordnen.

Die Homogenbereiche gelten nur für den Bereich „Lösen / Verbauarbeiten / Ramm- u. Rüttelarbeiten“. In Auswertung der Schichtenverzeichnisse lassen sich für den Erdbau nachfolgend tabellarisch aufgeführte Homogenbereiche zuordnen. Die Tabellen geben einen Überblick über die nach VOB/C erforderlichen Eigenschaften und Kennwerte für diese Homogenbereiche.

Der Oberboden ist nach DIN 18320 wie folgt einzustufen.

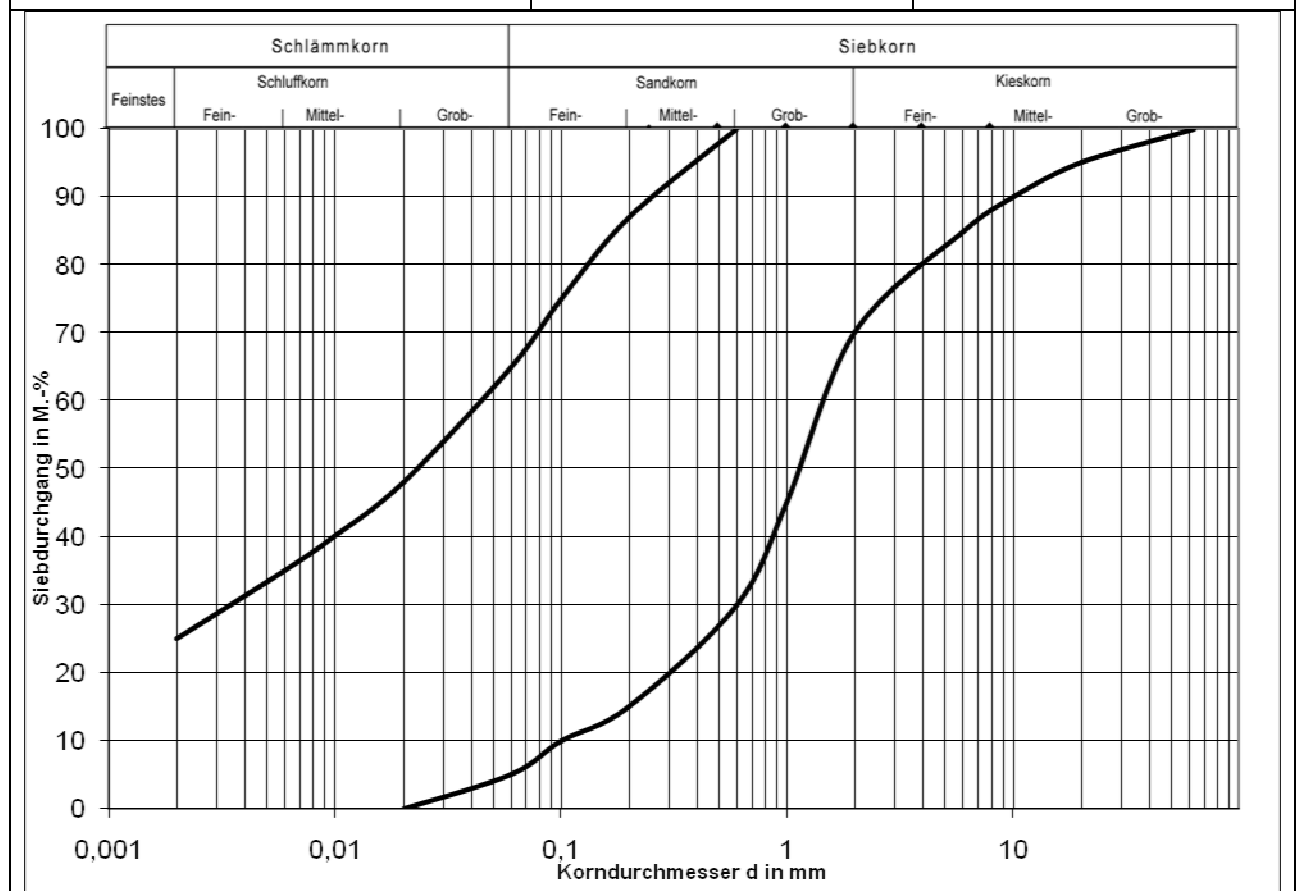
Eigenschaft/Kennwert	Norm	Homogenbereich Erd-O
ortsübliche Bezeichnung	-	Oberboden / Mutterboden
Bodengruppe	DIN 18196	<b>OH</b>
Bodengruppe	DIN 18915	2/6
Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke [M.-%]	DIN EN ISO 14688-1	möglich

The graph displays the particle size distribution of the soil. The x-axis represents the particle diameter (Korndurchmesser d) in millimeters on a logarithmic scale from 0.001 to 10 mm. The y-axis represents the percentage of material passing through the sieve (Siebdurchgang in M.-%) from 0 to 100. The distribution is categorized into Schlämmkorn (Clay) and Siebkorn (Sieve grain). The Schlämmkorn section is further divided into Feinstes (Finest), Schluffkorn (Silt), and Sandkorn (Sand). The Siebkorn section is divided into Fein-, Mittel-, and Grob- fractions. The curve shows that approximately 10% of the soil is finer than 0.075 mm, and about 95% is finer than 0.25 mm.

*kursiv:* Erfahrungswert, Schätzwert, od. indirekt bestimmt

Eigenschaft/Kennwert	Norm	Homogenbereich Erd-A
ortsübliche Bezeichnung	-	schluffige - stark schluffige Sande, tonige Sande, Geschiebeböden
Korngrößenverteilung [M.-%] Ton / Schluff / Sand / Kies	DIN 17892-4	25-0 / 65-5 / 35-70 / 0-30
Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke [M.-%]	DIN EN ISO 14688-1	<i>möglich / 0 / 0</i>
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	DIN 18125-2	1,83 – 2,09
undrÄnierte Scherfestigkeit [kN/m <sup>2</sup> ]	DIN 18137	80 - 150
Wassergehalt [%]	DIN EN ISO 17892-1	5 - 20
Plastizitätszahl [%]	DIN 18122-1	7 - 16
Konsistenzzahl [-]	DIN 18122-1	0,75 - 1,10
Lagerungsdichte [-]	DIN 18126	<i>mitteldicht</i>
organischer Anteil [M.-%]	DIN 18128	0 – 1
Bodengruppe	DIN 18196	<b>SU, SU-SU*, ST, TL</b>



*kursiv*: Erfahrungswert, Schätzwert, od. indirekt bestimmt

Uenglingen, 22.06.2023



Dipl.-Ing. Stefan Lehmann  
Geschäftsführer / Bauingenieur

Dipl.-Ing. (FH) Marcel Ebert  
Bauingenieur

## Bohrprofile, Bodenklassen, Frostempfindlichkeit und Wasser

## Windpark Arneburg Ost\_R, Neubau WEA 10

- Termin: 30.05.2023 -

Teufe	DIN 4023	DIN 18196	Boden- klasse (alt)	Frost- Klasse	Wasser
-------	----------	-----------	------------------------	------------------	--------

<b>BP 1</b>		<b>Ansatz: Geländeoberkante; Lage siehe Anlage 2</b>				
0,00	- 0,35 m	Mu, fS, ms, u, h graubraun	OH	1	2	WA: ohne WE: ohne
	- 0,65 m	fS, ms, u beigebraun	SU	3	2	
	- 2,10 m	U, t, s, g', halbfest rotbraun	TL	4	3	
	- 7,00 m	U, t, s, g, steif braun	TL	4	3	

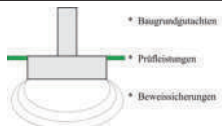
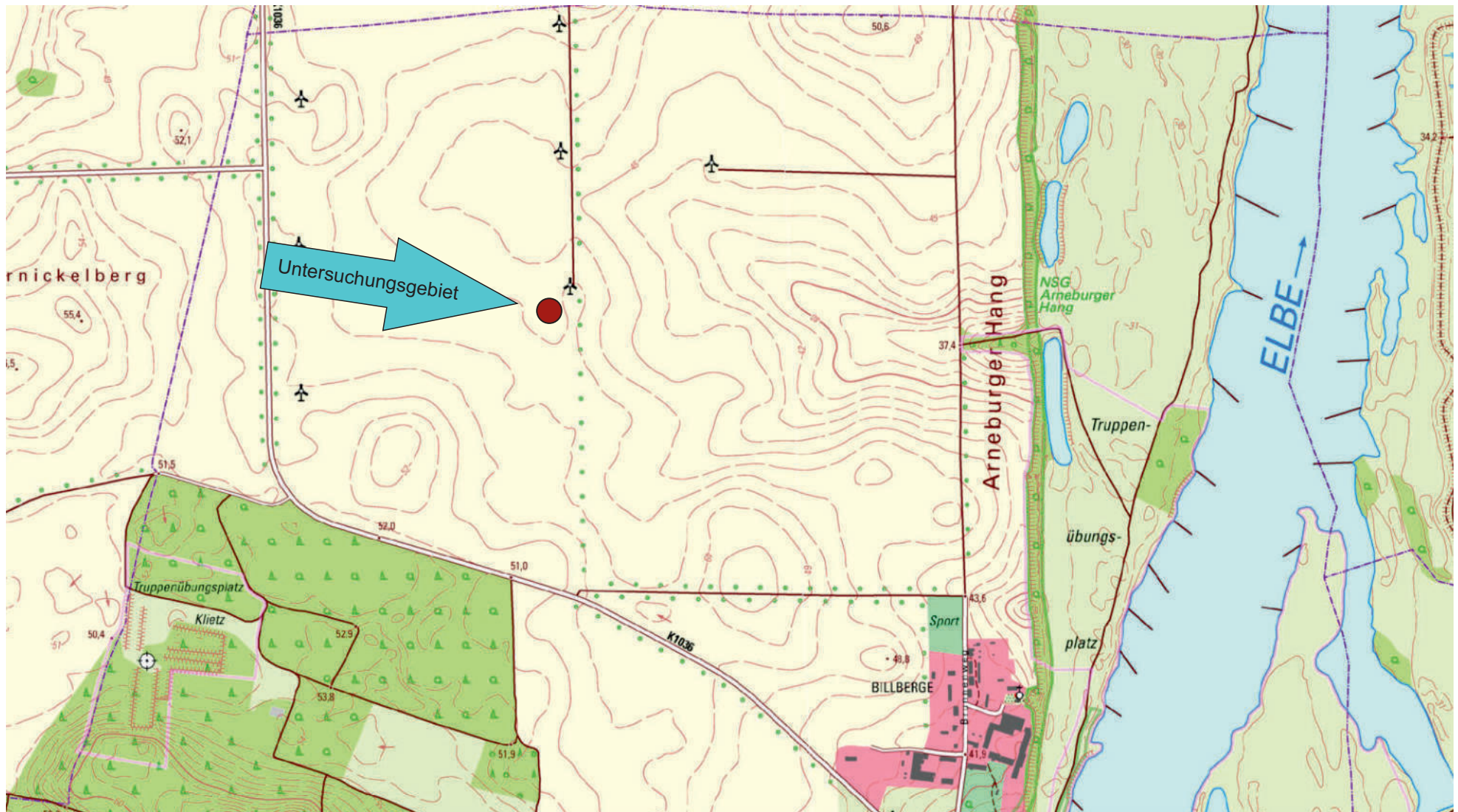
<b>BP 2</b>		<b>Ansatz: Geländeoberkante; Lage siehe Anlage 2</b>				
0,00	- 0,40 m	Mu, fS, ms, u, h graubraun	OH	1	2	WA: 4,20 m WE: 2,25 m
	- 0,55 m	fS, ms, u, g' beigebraun	SU	3	2	
	- 0,80 m	U, t, s, g', halbfest rotbraun	TL	4	3	
	- 1,45 m	mS, fs, t rostbraun	ST	3	2	
	- 4,20 m	U, t, s, g, steif - hf braun	TL	4	3	
	- 4,45 m	mS, fs, g Schichtenwasser, beigebraun	SE	3	1	
	- 7,80 m	U, t, s, g, steif braun	TL	4	3	
	- 8,60 m	mS, fs, g hellbraun	SE	3	1	
	- 9,00 m	U, t, s, g, steif braun	TL	4	3	

## Bohrprofile, Bodenklassen, Frostempfindlichkeit und Wasser

Teufe	DIN 4023	DIN 18196	Boden- klasse (alt)	Frost- Klasse	Wasser
-------	----------	-----------	------------------------	------------------	--------

<b>BP 3</b>		<b>Ansatz: Geländeoberkante; Lage siehe Anlage 2</b>				
0,00	- 0,40 m	Mu, fS, ms, u, h graubraun	OH	1	2	WA: ohne WE: ohne
	- 0,60 m	fS, ms, u beigebraun	SU	3	2	
	- 1,20 m	U, t, s, halbfest rotbraun	TL	4	3	
	- 5,00 m	U, t, s, g', steif braun	TL	4	3	

<b>BP 4</b>		<b>Ansatz: Geländeoberkante; Lage siehe Anlage 2</b>				
0,00	- 0,40 m	Mu, fS, ms, u, h braun	OH	1	2	WA: ohne WE: ohne
	- 0,60 m	fS, ms, u-u* hellbraun	SU-SU*	3-4	2-3	
	- 1,10 m	U, t, s, halbfest rotbraun	TL	4	3	
	- 3,00 m	U, t, s*, g', steif braun	TL	4	3	

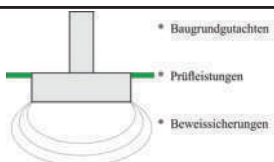
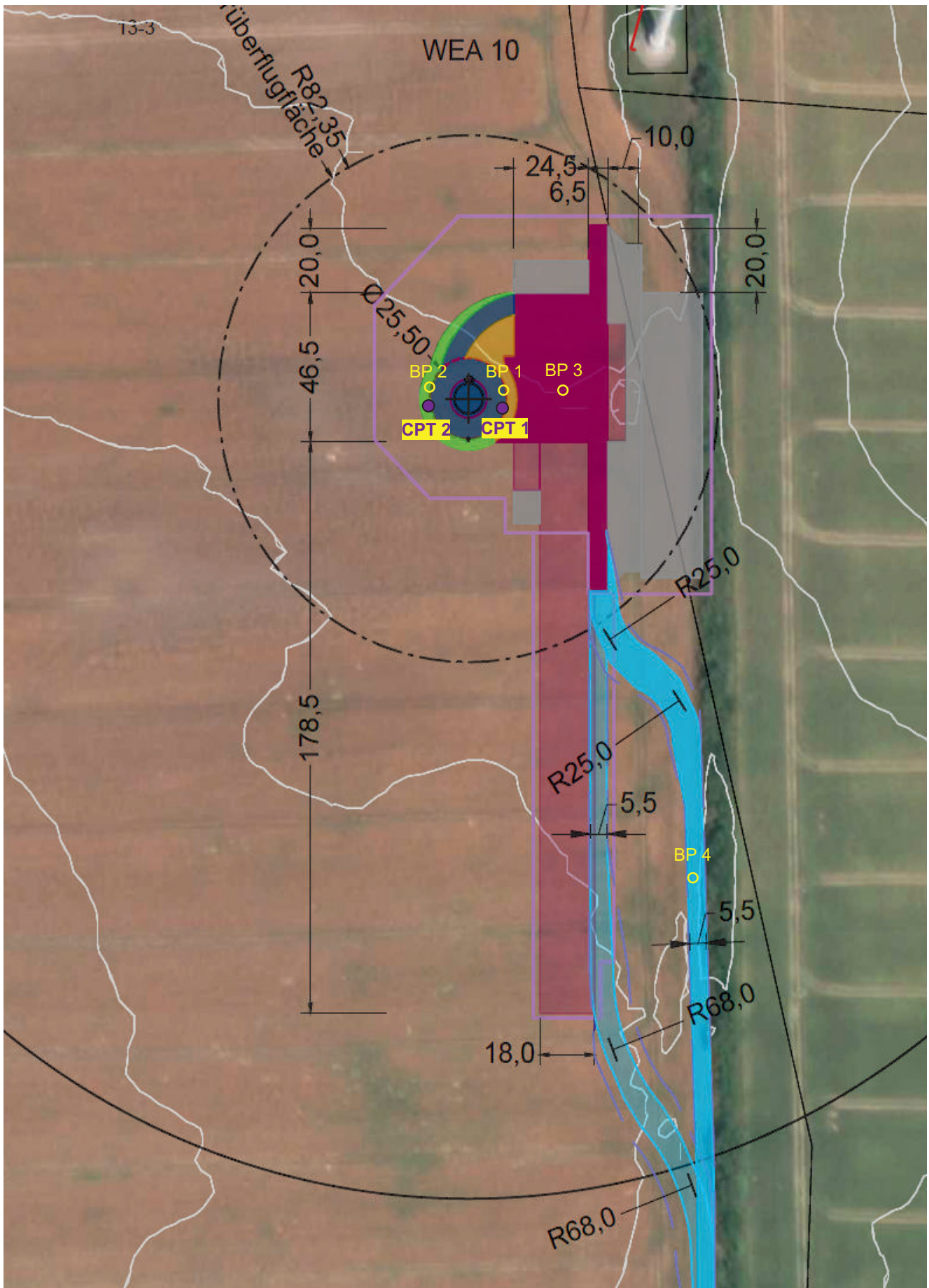


## Ingenieurbüro Lehmann

Bauvorhaben: Neubau WEA 10  
Windpark Arneburg Ost\_R

Bericht- Nr.: 16/05/23 Anlage 2, Bl. 1



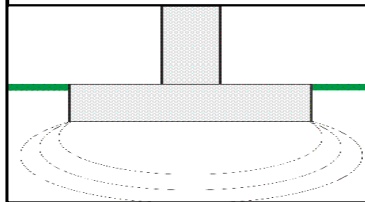
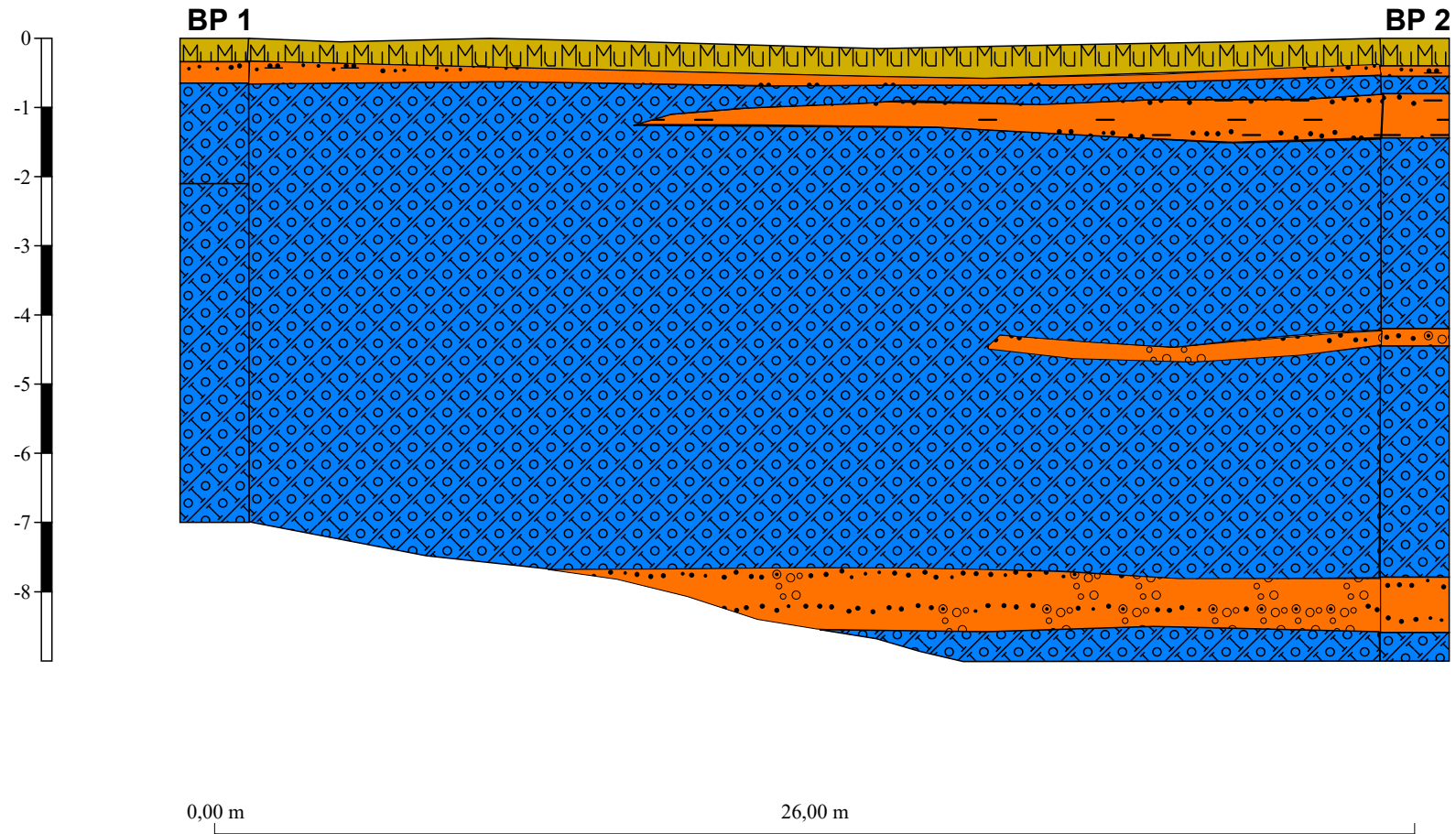


Ingenieurbüro Lehmann

Bauvorhaben: Neubau WEA 10  
Windpark Arneburg Ost\_R

Bericht- Nr.: 16/05/23 Anl. 2, Bl. 2

# Geländeschnitt

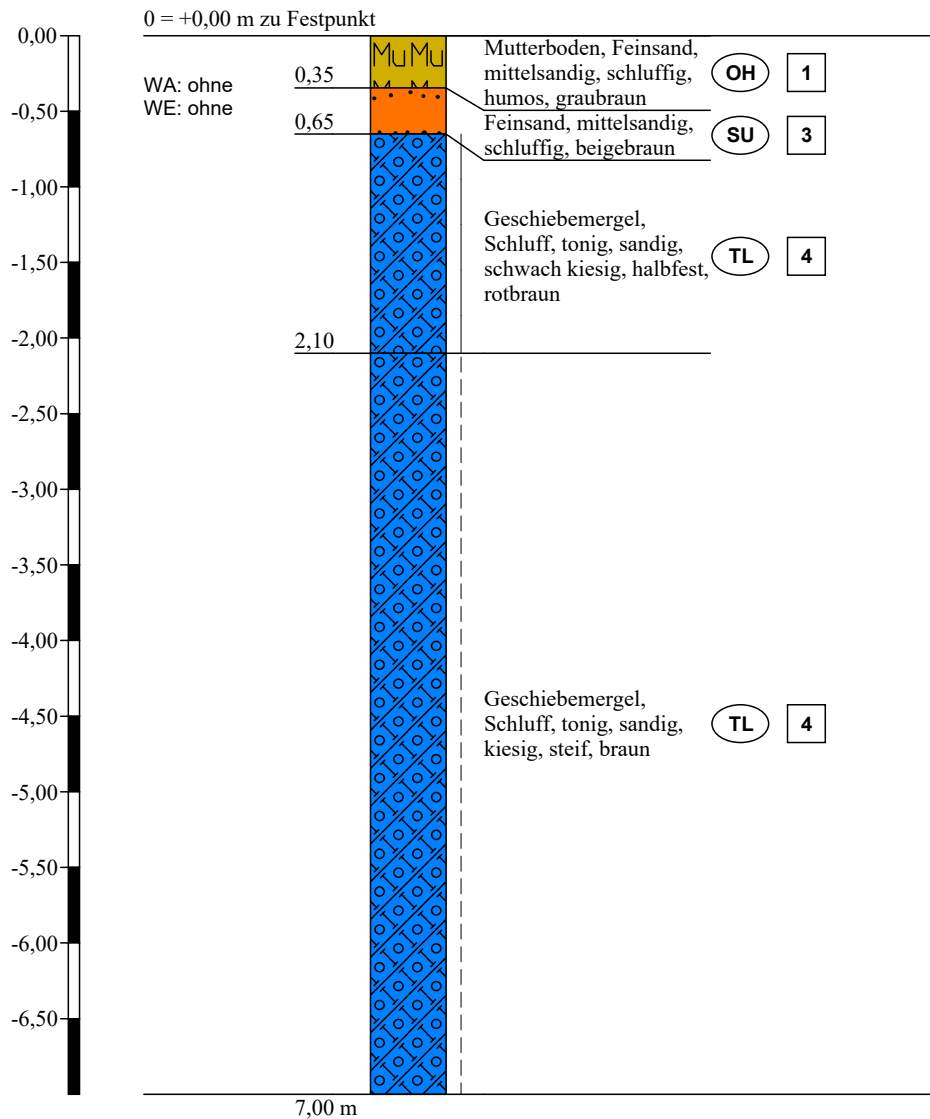


- \* Baugrundgutachten
- \* Prüflösungen
- \* Beweissicherungen

Ingenieurbüro Lehmann  
 Chausseestraße 18  
 39576 Stendal OT Uenglingen  
 Tel: 03931/ 56 81 49  
[www.Baugrund-Lehmann.de](http://www.Baugrund-Lehmann.de)

Anlage: 3 Blatt 1	
Projekt: Windpark Arneburg Ost_R Neubau WEA 10	
Auftraggeber: juwi GmbH	
Bearb.: Ebert	Datum: 30.05.2023

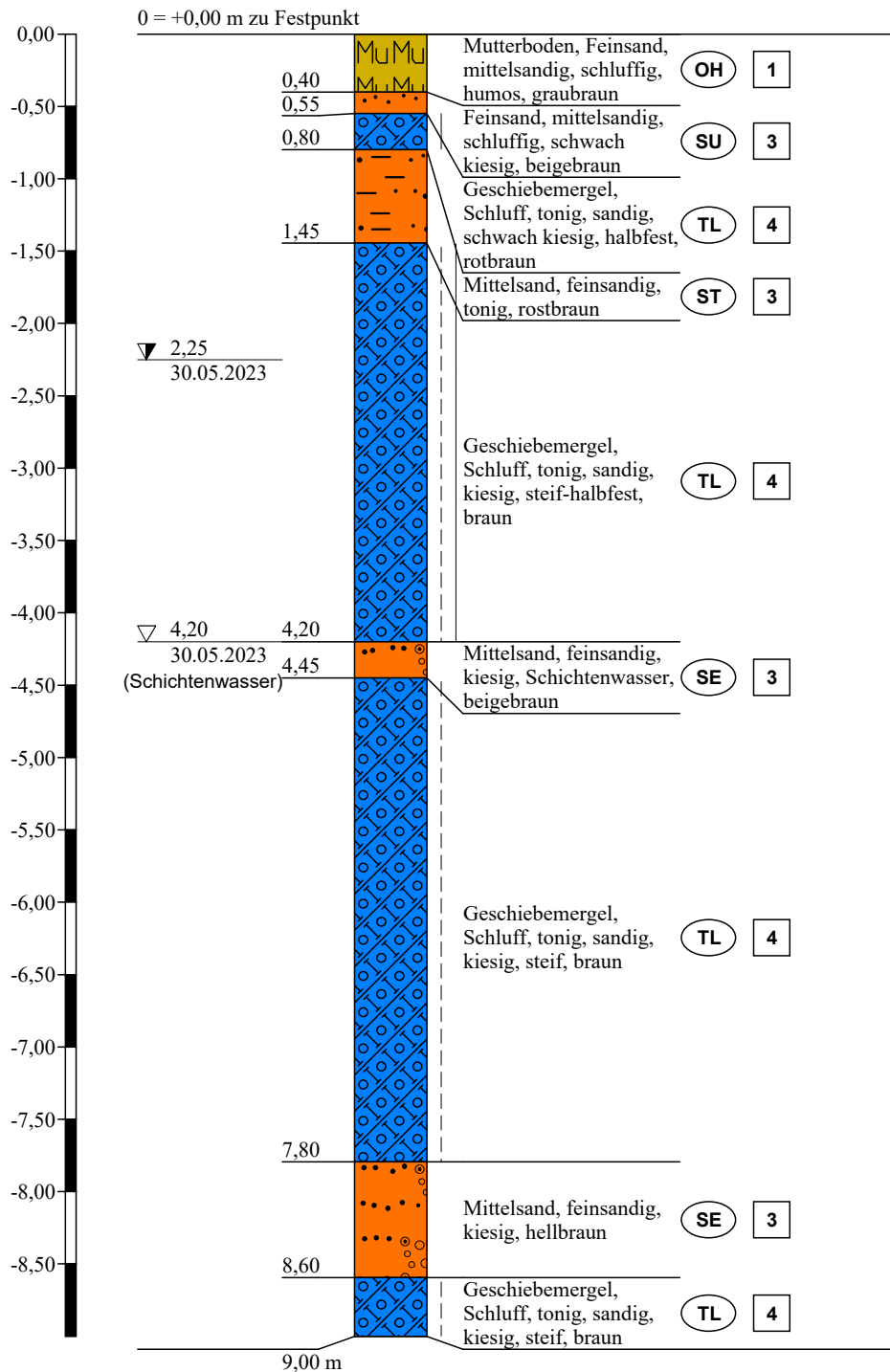
BP 1 Ansatz Geländeoberkante;  
Lage siehe Anlage 2



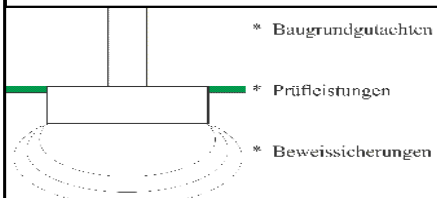
Höhenmaßstab 1:50

	<p>* Baugrundgutachten</p> <p>* Prüflastungen</p> <p>* Beweissicherungen</p>	<p>Ingenieurbüro Lehmann Chausseestraße 18 39576 Stendal OT Uenglingen Tel: 03931/ 56 81 49 www.Baugrund-Lehmann.de</p>	Anlage: 4 Blatt 1 zum Bericht Nr.16/05/23	
	Projekt: Windpark Arneburg Ost_R Neubau WEA 10			
	Auftraggeber: juwi GmbH			
	Bearb.: Ebert		Datum: 30.05.2023	

BP 2 Ansatz Geländeoberkante;  
Lage siehe Anlage 2



Höhenmaßstab 1:50



Ingenieurbüro Lehmann  
 Chausseestraße 18  
 39576 Stendal OT Uenglingen  
 Tel: 03931/ 56 81 49  
 www.Baugrund-Lehmann.de

Anlage: 4 Blatt 2 zum Bericht Nr.16/05/23

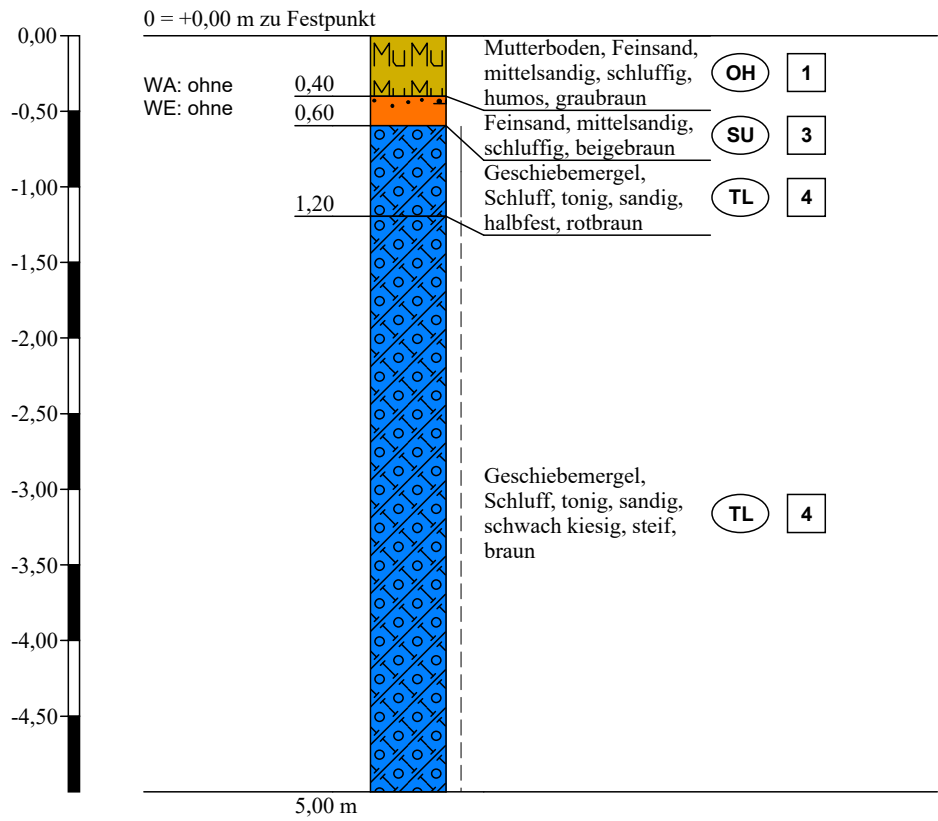
Projekt: Windpark Arneburg Ost\_R  
 Neubau WEA 10

Auftraggeber: juwi GmbH

Bearb.: Ebert

Datum: 30.05.2023

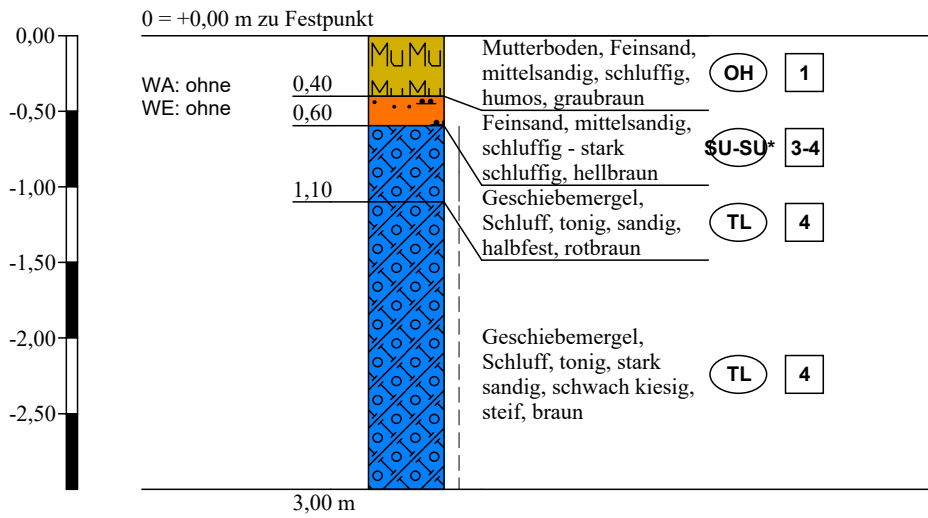
BP 3 Ansatz Geländeoberkante;  
Lage siehe Anlage 2



Höhenmaßstab 1:50

<p>* Baugrundgutachten * Prüfleistungen * Beweissicherungen</p>	<p>Ingenieurbüro Lehmann Chausseestraße 18 39576 Stendal OT Uenglingen Tel: 03931/ 56 81 49 www.Baugrund-Lehmann.de</p>	Anlage: 4 Blatt 3 zum Bericht Nr.16/05/23	
		Projekt: Windpark Arneburg Ost_R Neubau WEA 10	
		Auftraggeber: juwi GmbH	
		Bearb.: Ebert	Datum: 30.05.2023








BP 4 Ansatz Geländeoberkante;  
Lage siehe Anlage 2



Höhenmaßstab 1:50

	<p>Ingenieurbüro Lehmann Chausseestraße 18 39576 Stendal OT Uenglingen Tel: 03931/ 56 81 49 www.Baugrund-Lehmann.de</p>	<p>Anlage: 4 Blatt 4 zum Bericht Nr.16/05/23</p>
		<p>Projekt: Windpark Arneburg Ost_R Neubau WEA 10</p>
		<p>Auftraggeber: juwi GmbH</p>
		<p>Bearb.: Ebert</p>

Boden- und Felsarten

 Mutterboden, Mu	 Geschiebemergel, Mg
 Kies, G, kiesig, g	 Mittelsand, mS, mittelsandig, ms
 Feinsand, fS, feinsandig, fs	 Schluff, U, schluffig, u
 Ton, T, tonig, t	

Korngrößenbereich f - fein  
m - mittel  
g - grob

Nebenanteile ' - schwach (<15%)  
\_ - stark (30-40%)

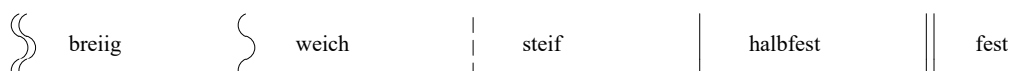
Bodenklassen nach DIN 18300

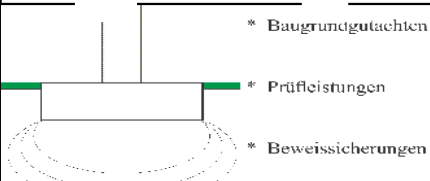
<b>1</b> Oberboden (Mutterboden)	<b>2</b> Fließende Bodenarten
<b>3</b> Leicht lösbare Bodenarten	<b>4</b> Mittelschwer lösbare Bodenarten
<b>5</b> Schwer lösbare Bodenarten	<b>6</b> Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten
<b>7</b> Schwer lösbarer Fels	

Bodengruppen nach DIN 18196

<b>GE</b> enggestufte Kiese	<b>GW</b> weitgestufte Kiese
<b>GI</b> Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische	<b>SE</b> enggestufte Sande
<b>SW</b> weitgestufte Sand-Kies-Gemische	<b>SI</b> Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
<b>GU</b> Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	<b>GU*</b> Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
<b>GT</b> Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	<b>GT*</b> Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
<b>SU</b> Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	<b>SU*</b> Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
<b>ST</b> Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	<b>ST*</b> Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
<b>UL</b> leicht plastische Schluffe	<b>UM</b> mittelplastische Schluffe
<b>UA</b> ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff	<b>TL</b> leicht plastische Tone
<b>TM</b> mittelplastische Tone	<b>TA</b> ausgeprägt plastische Tone
<b>OU</b> Schluffe mit organischen Beimengungen	<b>OT</b> Tone mit organischen Beimengungen
<b>OH</b> grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art	<b>OK</b> grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen
<b>HN</b> nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)	<b>HZ</b> zersetzte Torfe
<b>F</b> Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel)	<b>[ ]</b> Auffüllung aus natürlichen Böden
<b>A</b> Auffüllung aus Fremdstoffen	

Konsistenz



 <p>* Baugrundgutachten * Prüfleistungen * Beweissicherungen</p>	<p>Ingenieurbüro Lehmann Chausseestraße 18 39576 Stendal OT Uenglingen Tel: 03931/ 56 81 49 www.Baugrund-Lehmann.de</p>		Anlage: 4 Bl. 5/6 z. Bericht Nr. 16/05/23	
			Projekt: Windpark Arneburg Ost_R Neubau WEA 10	
			Auftraggeber: juwi GmbH	
			Bearb.: Ebert	Datum: 30.05.2023

Grundwasser

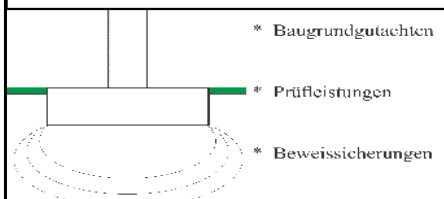
▽ 1,00  
22.06.2023 Grundwasser am 22.06.2023 in 1,00 m unter Gelände angebohrt

▽ 1,00  
22.06.2023 Grundwasser in 1,80 m unter Gelände angebohrt, Anstieg des Wassers auf 1,00 m unter Gelände am 22.06.2023

▽ 1,00  
22.06.2023 Grundwasser nach Beendigung der Bohrarbeiten am 22.06.2023

▽ 1,00  
22.06.2023 Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch

1,00  
22.06.2023 Wasser versickert in 1,00 m unter Gelände

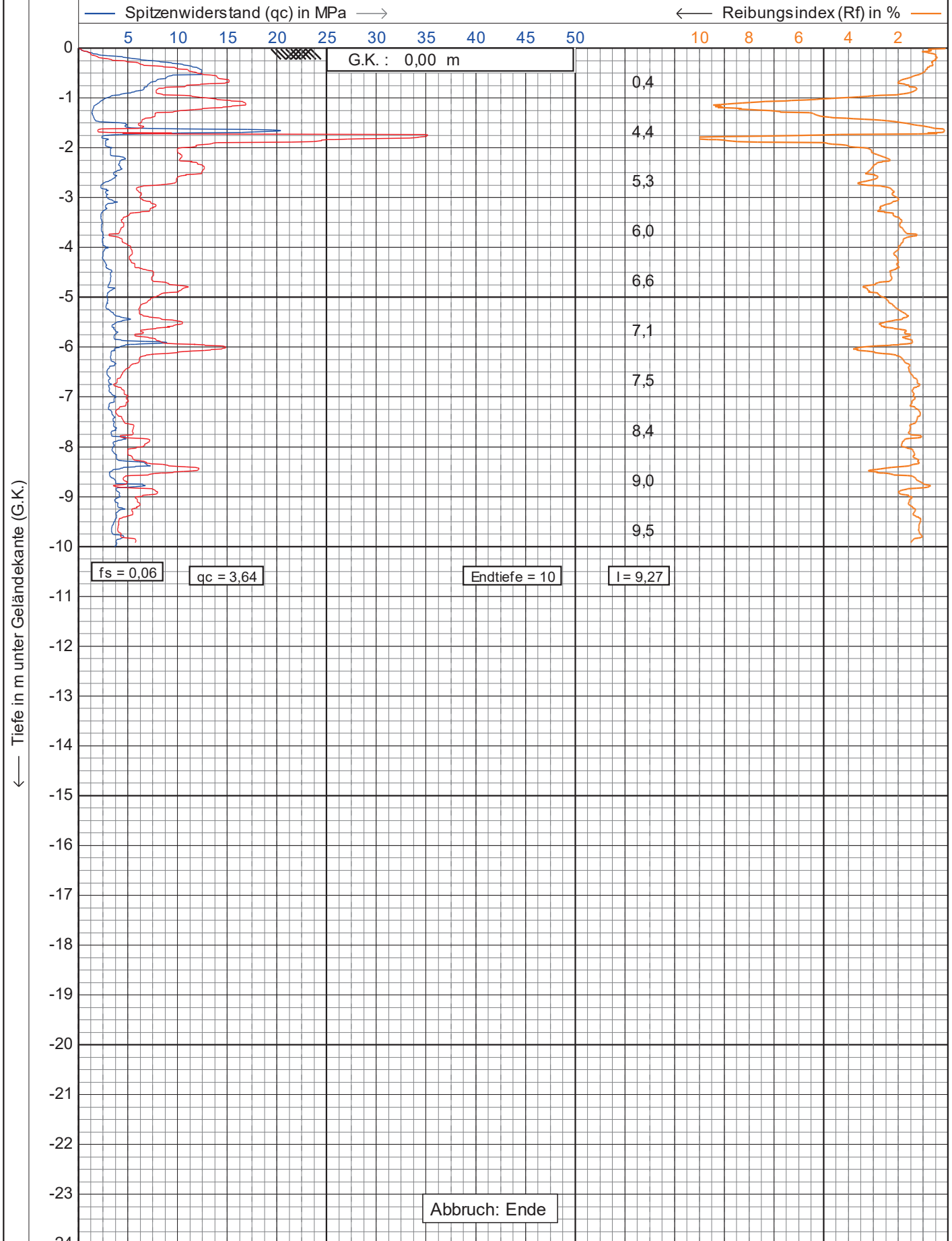


Ingenieurbüro Lehmann  
Chausseestraße 18  
39576 Stendal OT Uenglingen  
Tel: 03931/ 56 81 49  
www.Baugrund-Lehmann.de

Anlage: 4 Bl. 5/6 z. Bericht Nr. 16/05/23	
Projekt: Windpark Arneburg Ost_R Neubau WEA 10	
Auftraggeber: juwi GmbH	
Bearb.: Ebert	Datum: 30.05.2023



**Bericht- Nr. 16/05/23**  
**Anlage 5**



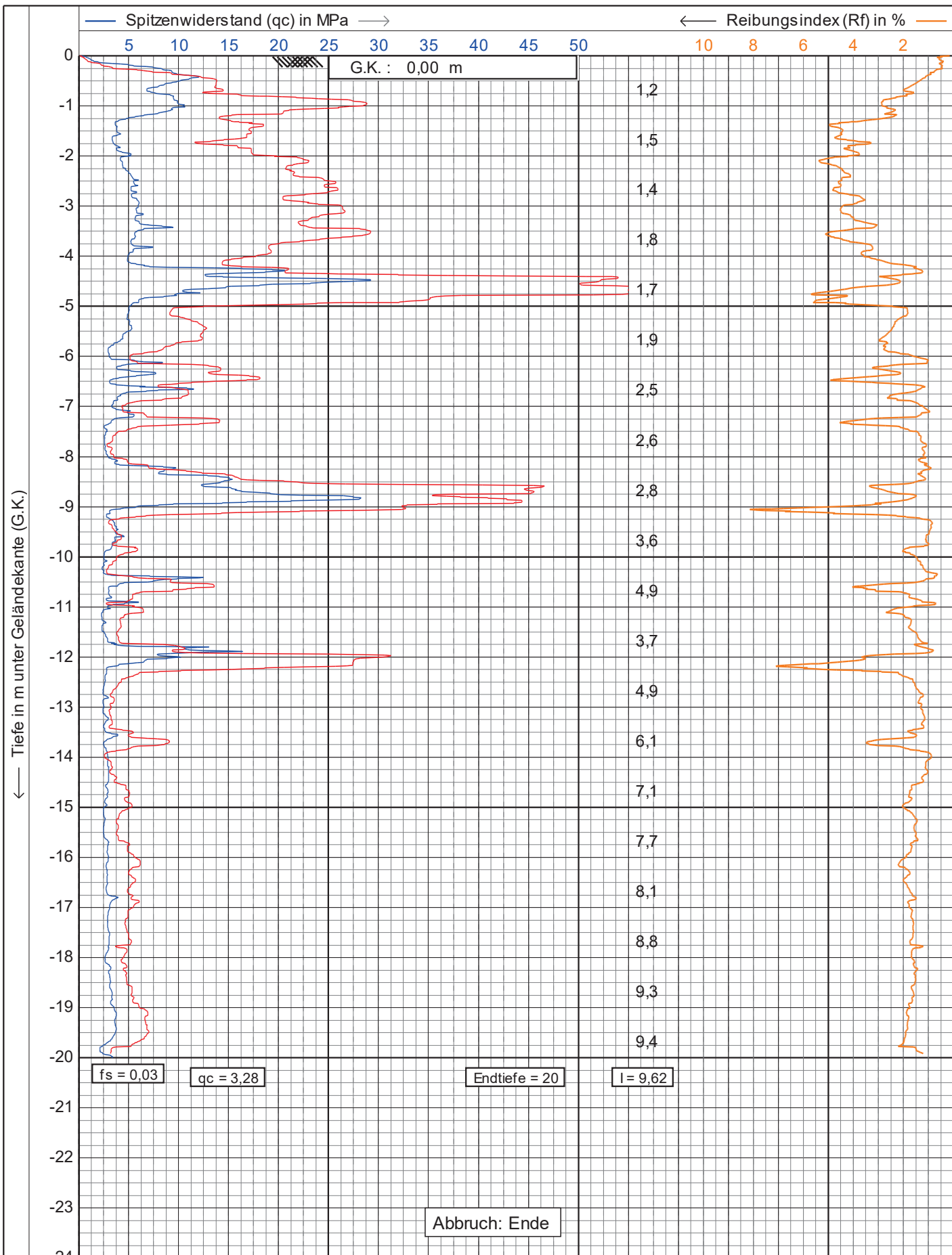
225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>

— Lokale Reibung (fs) in MPa —>

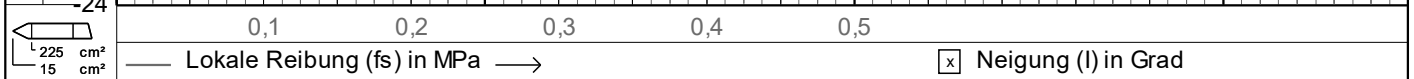
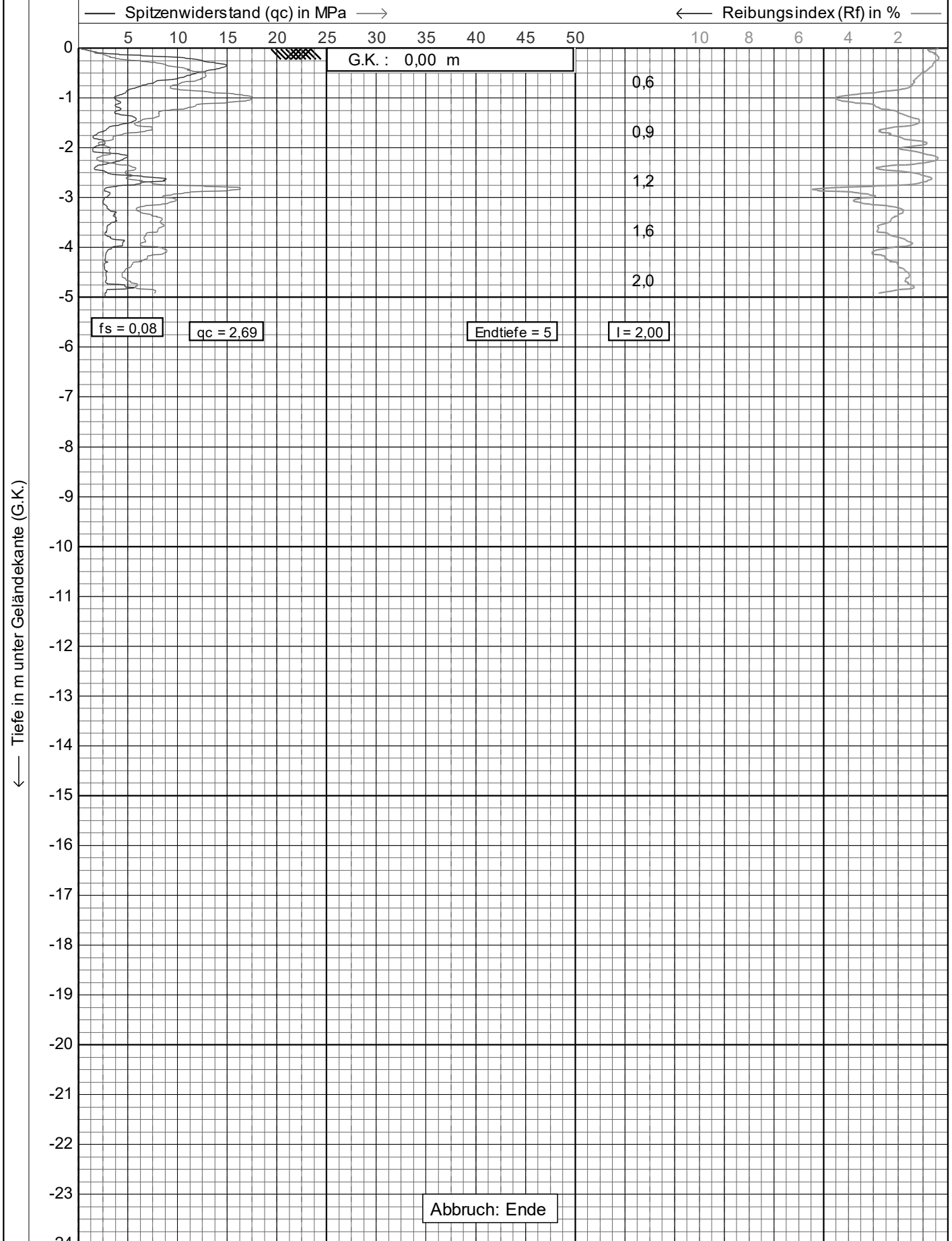


Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 (4/2023)  
 Projekt : **Windpark Arneburg**  
 Ort : **Windpark Arneburg**

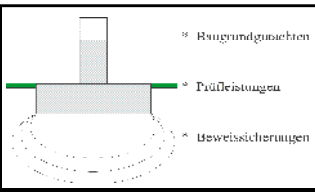
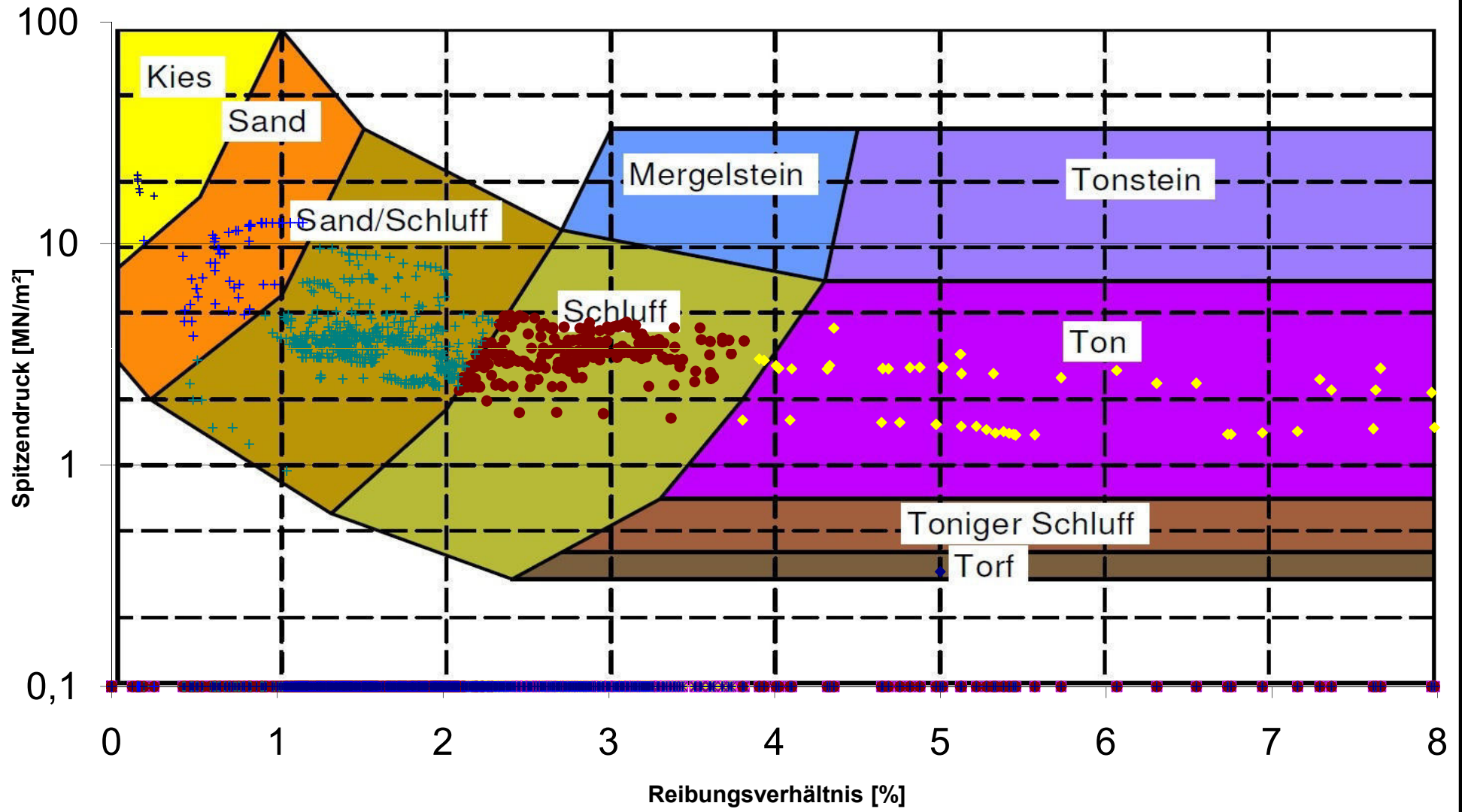
Datum : **30.05.2023**  
 Konus Nr. : **S15CFIL.S23823**  
 Projekt Nr. : **20230524-10002**  
 CPT Nr. : **WEA 10 DS 1**      1/5



L 225 cm<sup>2</sup>  
15 cm<sup>2</sup>
— Lokale Reibung (fs) in MPa —>
[x] Neigung (I) in Grad



### Bodenidentifikations-Diagramm

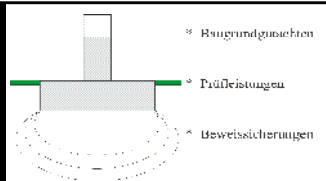
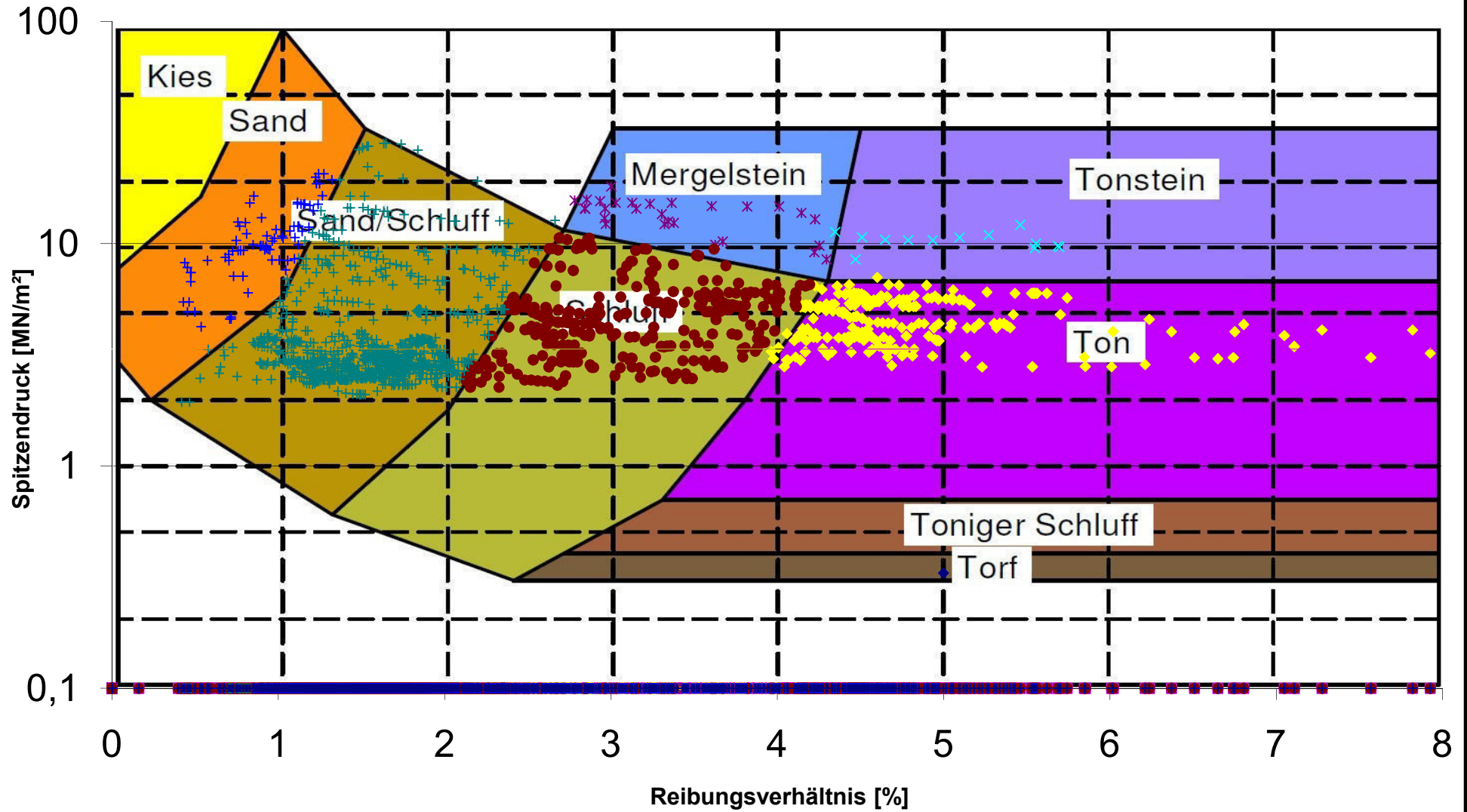


Ingenieurbüro Lehmann

Objekt: WEA 10, DS 1

Bericht-Nr.: 16/05/23 Anlage 6, Blatt 1

### Bodenidentifikations-Diagramm

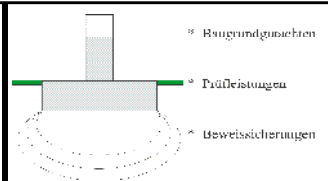
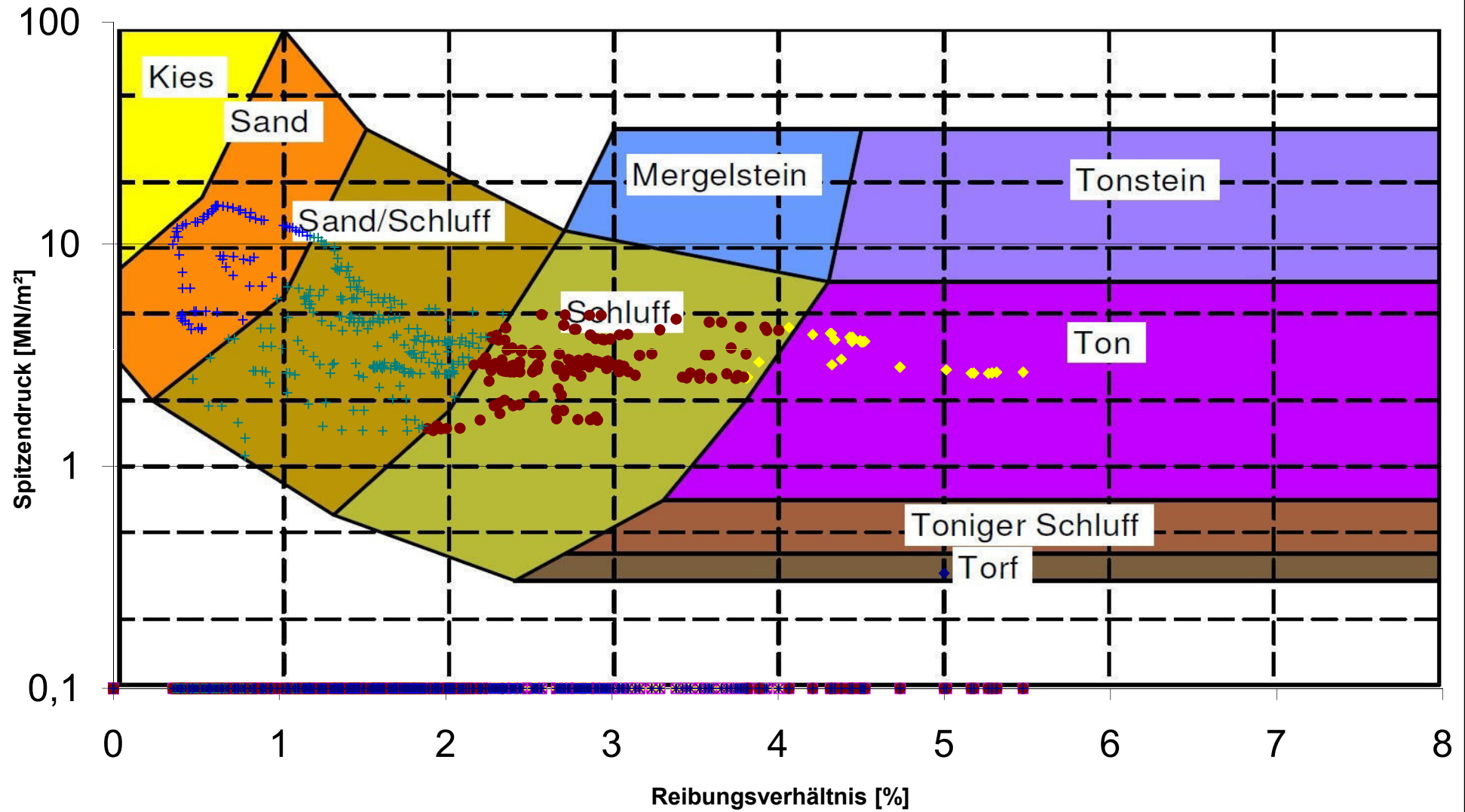


Ingenieurbüro Lehmann

Objekt: WEA 10, DS 2

Bericht-Nr.: 16/05/23 Anlage 6, Blatt 2

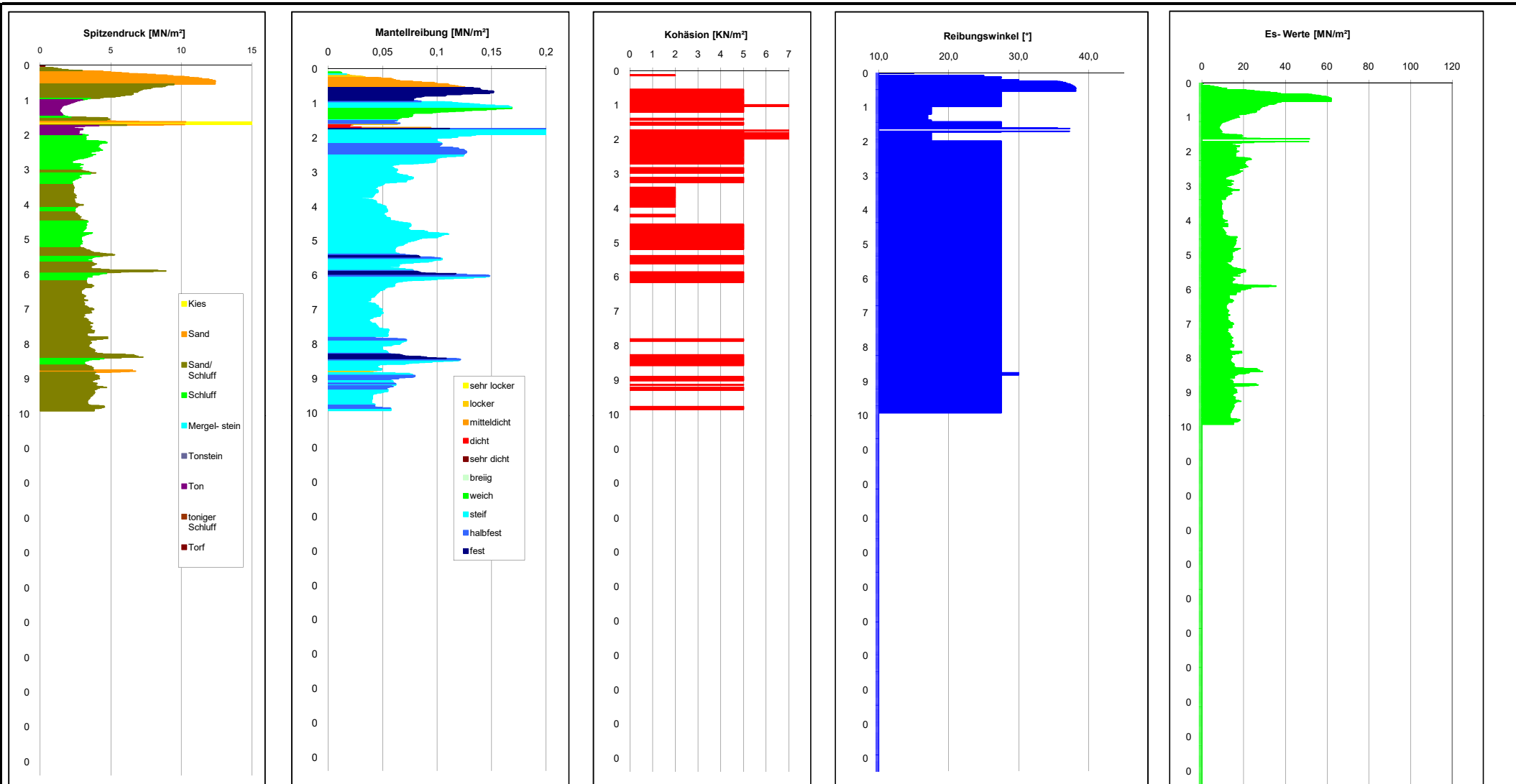
### Bodenidentifikations-Diagramm



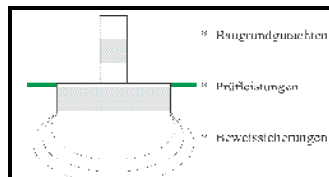
**Ingenieurbüro Lehmann**

Objekt: WEA 10, DS 3

Bericht-Nr.: 16/05/23 Anlage 6, Blatt 3



Ansatz Drucksondierung : OK Gelände

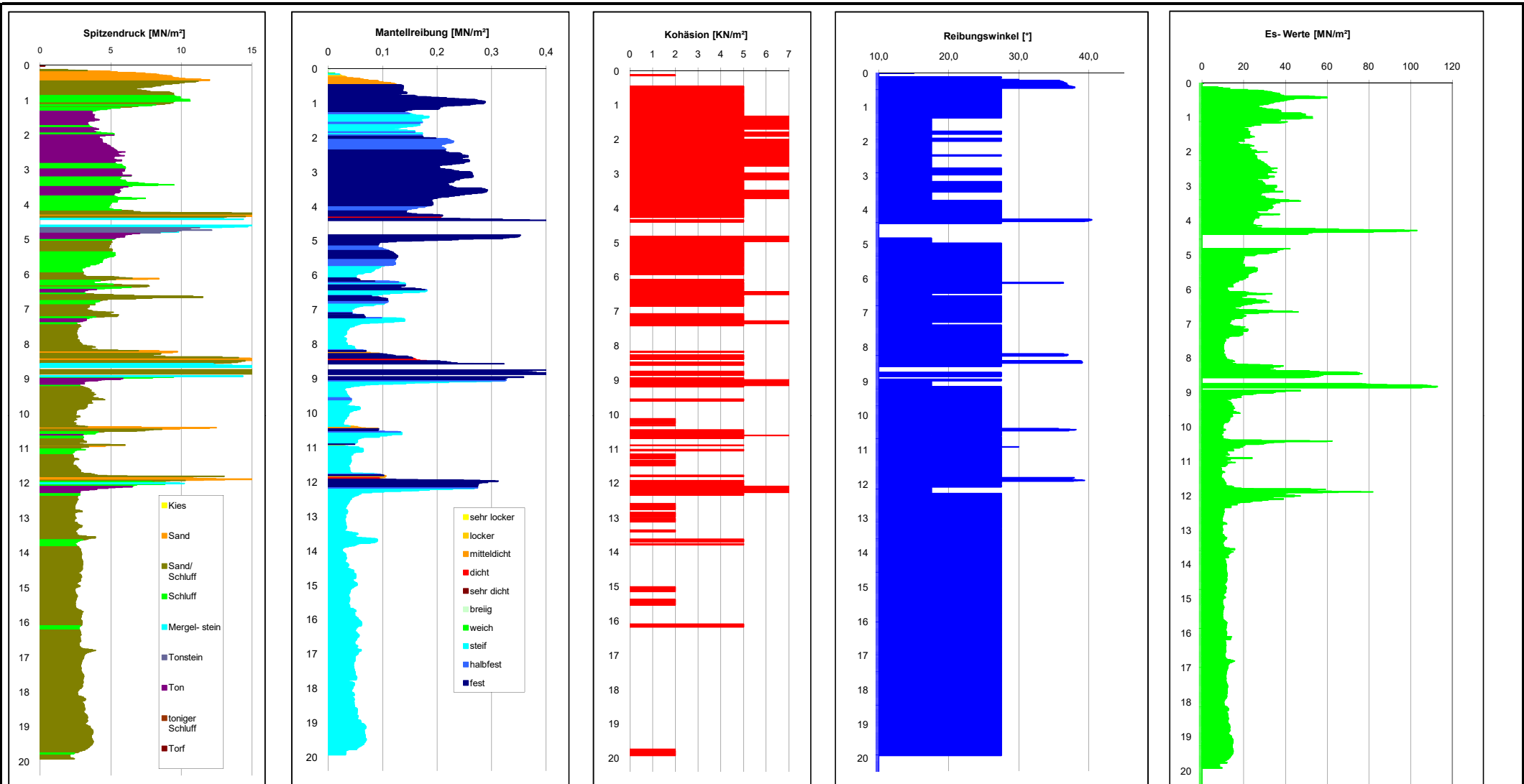


Ingenieurbüro Lehmann

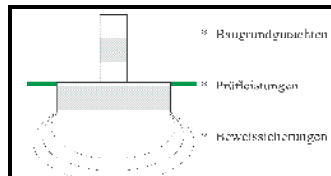
Objekt: WEA 10, DS 1

Bericht-Nr.: 16/05/23 Anlage 7, Blatt 1





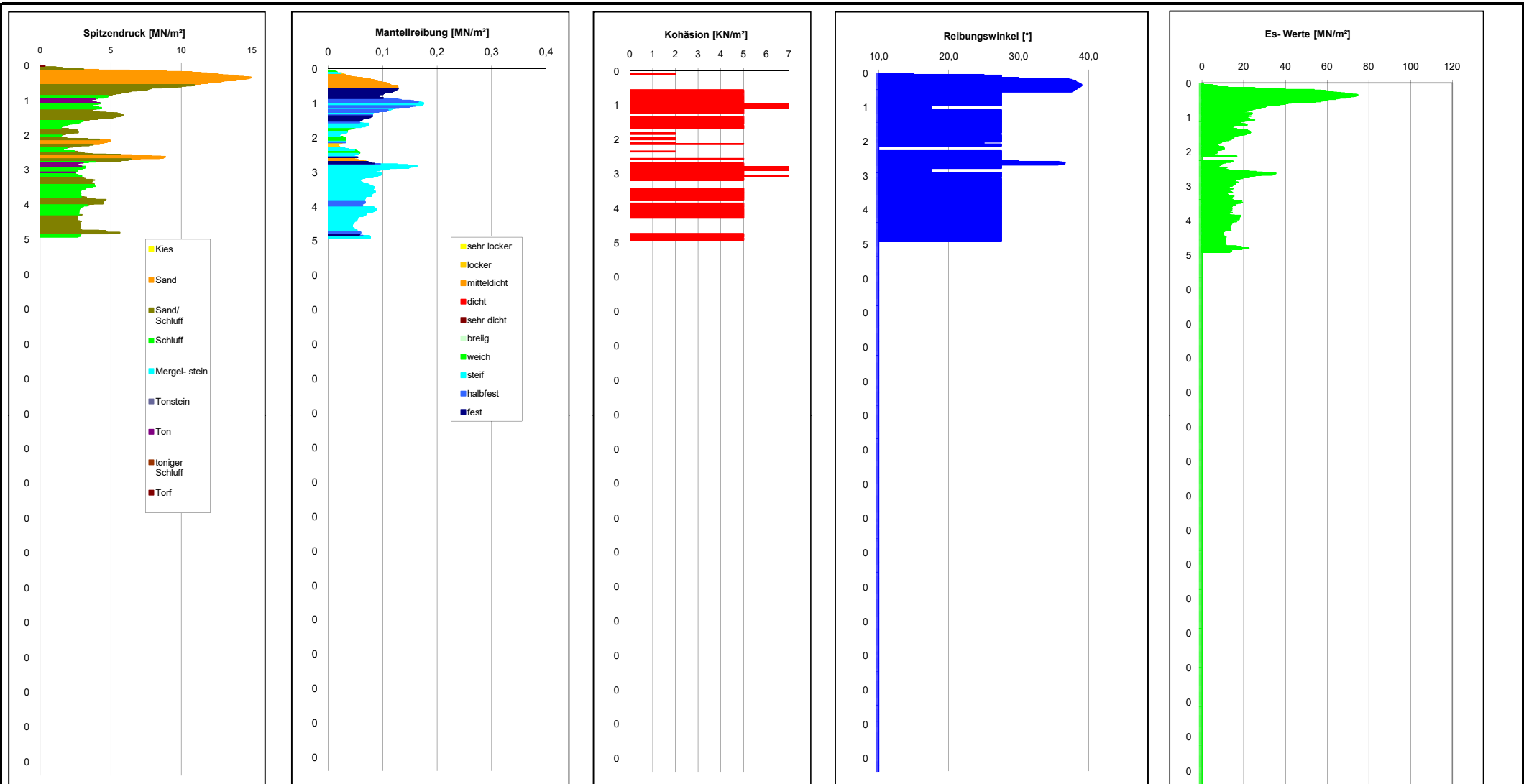
Ansatz Drucksondierung : OK Gelände



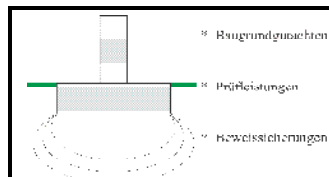
**Ingenieurbüro Lehmann**

Objekt: WEA 10, DS 2

Bericht-Nr.: 16/05/23 Anlage 7, Blatt 2



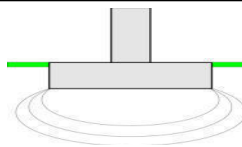
Ansatz Drucksondierung : OK Gelände



**Ingenieurbüro Lehmann**

Objekt: WEA 10, DS 3

Bericht-Nr.: 16/05/23 Anlage 7, Blatt 3



# Körnungslinie

nach DIN EN 17892-4

ersetzt DIN 18 123

Bearbeiter: CB

Datum: 02.06.2023

Prüfungsnummer: 2023L287

Probe entnommen am: 30.05.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-/ Schlämmanalyse

Bezeichnung: Windpark Arneburg Ost\_R, WEA 10  
 Entnahmestelle BP 1  
 Tiefe: 0,80 m - 1,45 m  
 Bodengruppe ST  
 Frostsicherheit F1  
 T/U/S/G [%]: 7.2 / 3.2 / 89.1 / 0.5  
 k [m/s] (Beyer): -  
 d10/d60 0.0622 / 0.2514  
 Cu/Cc 4.0/1.4  
 Bodenart mS,  $\bar{f}_s$ , t', gs'  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.062 / 0.150 / 0.251  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 60.00  
 Schlämmanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 6.30  
 Korndichte [g/cm<sup>3</sup>]: 2.650  
 Aräometer:  
 Bezeichnung: Standard Aräometer  
 Volumen Aräometerbirne [cm<sup>3</sup>]: 67.40  
 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50  
 Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00  
 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20  
 Meniskuskorrektur  $C_m / R'_0$ : 0.50 / 0.70  
 d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0  
 d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
4.0	0.00	0.00	100.00
2.0	0.30	0.50	99.50
1.0	1.00	1.68	97.82
0.5	4.40	7.37	90.45
0.25	18.30	30.65	59.80
0.125	23.70	39.70	20.10
0.063	5.70	9.55	10.55
Schale	6.30	10.55	-
Summe	59.70		
Siebverlust	0.30		

INGENIEURBÜRO LEHMANN  
 CHAUSSEESTRASSE 18  
 39576 STENDAL  
 OT UENGLINGEN

*Eset*

## Schlämmanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	$R'_h$ [-]	$R'_h + R_0$ $R_0 = C_m + R'_0$ [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	$H_r$ [mm]	$\eta$ [-]	Durchgang [%]
0	1	2.00	3.20	0.0597	19.7	189.69	1.01281	8.61
0	2	2.00	3.20	0.0422	19.7	189.69	1.01281	8.61
0	5	2.00	3.20	0.0267	19.7	189.69	1.01281	8.61
0	15	2.00	3.20	0.0154	19.7	189.69	1.01281	8.61
0	45	2.00	3.20	0.0089	19.7	189.69	1.01281	8.61
2	0	2.00	3.20	0.0055	19.5	189.69	1.01778	8.61
6	0	1.50	2.70	0.0032	19.4	191.69	1.02029	7.26
24	0	1.50	2.70	0.0016	19.2	191.69	1.02532	7.26

Ingenieurbüro Lehmann  
 Chausseestraße 18  
 39576 Stendal OT Uenglingen  
 www.baugrund-lehmann.de

Bearbeiter: CB

Datum: 02.06.2023

# Körnungslinie

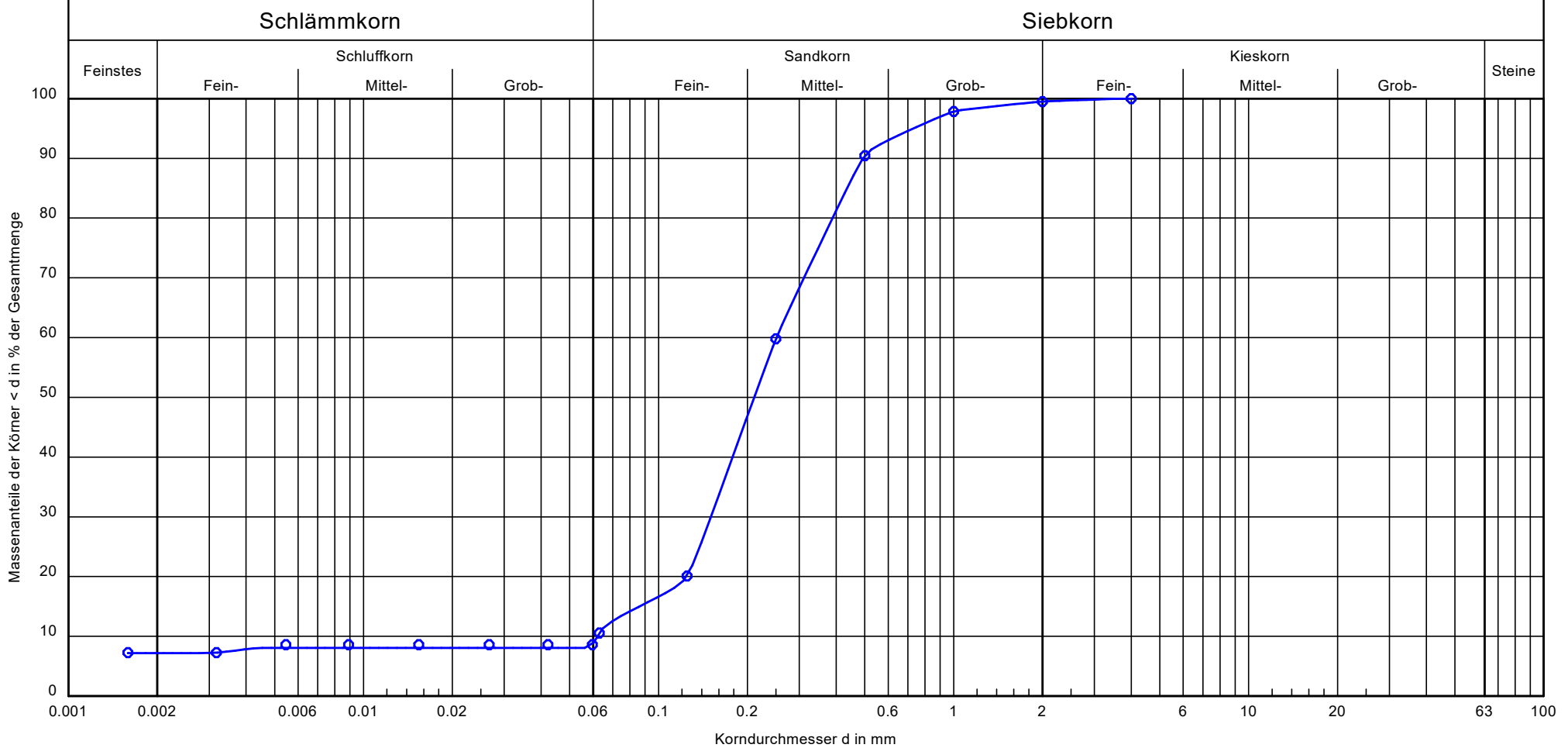
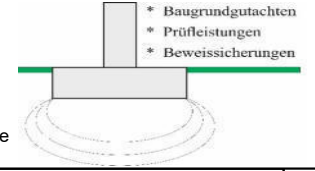
nach DIN EN 17892-4  
 ersetzt DIN 18 123

Prüfungsnummer: 2023L287

Probe entnommen am: 30.05.2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb-/ Schlämmanalyse



Bezeichnung:	Windpark Arneburg Ost R, WEA 10
Entnahmestelle	BP 1
Tiefe:	0,80 m - 1,45 m
Bodengruppe	ST
Frostsicherheit	F1
T/U/S/G [%]:	7.2/3.2/89.1/0.5
k [m/s] (Beyer):	-
d10/d60	0.0622 / 0.2514
Cu/Cc	4.0/1.4
Bodenart	mS, fs, t', qs'

Bemerkungen:

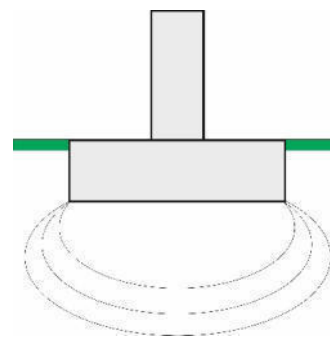
**INGENIEURBÜRO LEHMANN**  
**CHAUSSEESTRASSE 18**  
**39576 STENDAL**  
**OT UENGLINGEN** *Eset*

Bericht:  
 16/05/23  
 Anlage:  
 8 Blatt 2

# Ingenieurbüro Lehmann

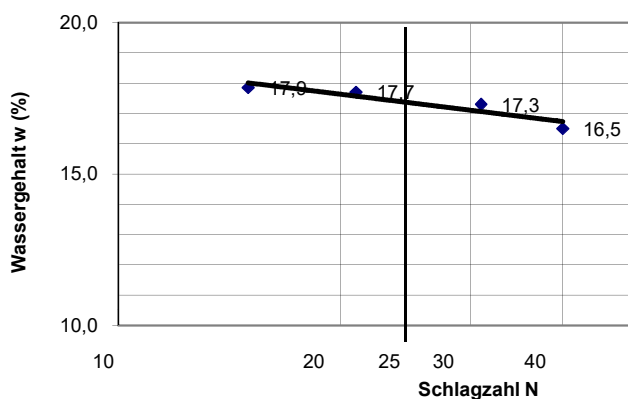
\* Baugrundgutachten \* Prüfleistungen \* Beweissicherungen

Chausseestraße 18  
39576 Stendal OT Uenglingen  
Tel.: 03931/568149  
www.Baugrund-Lehmann.de

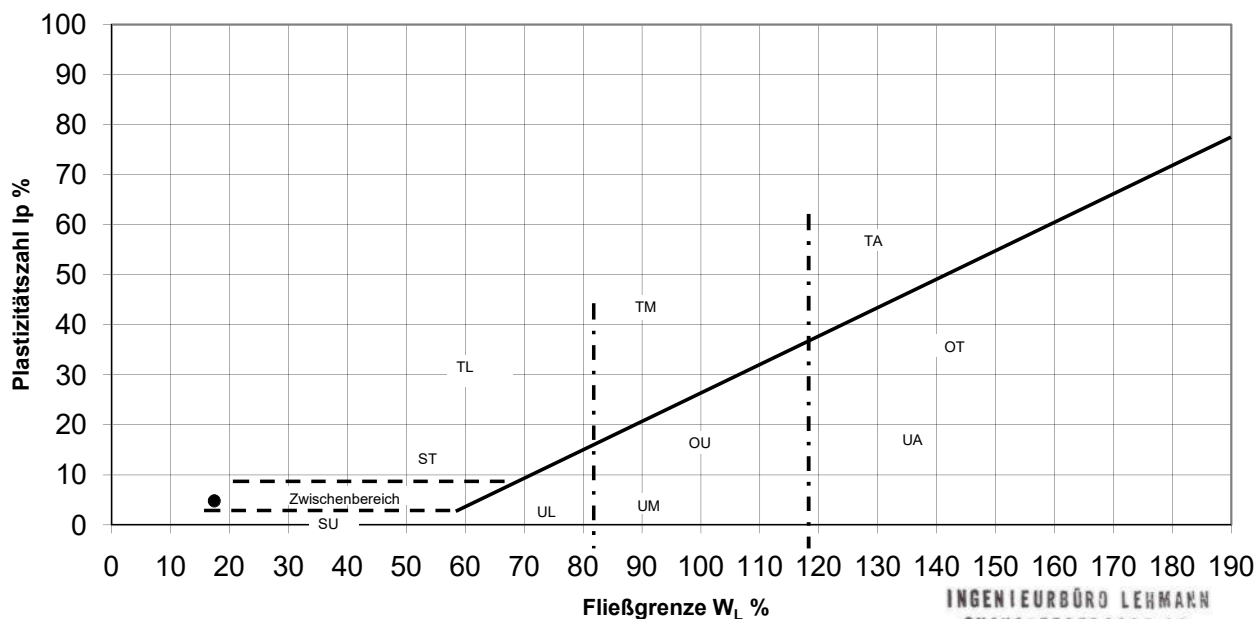
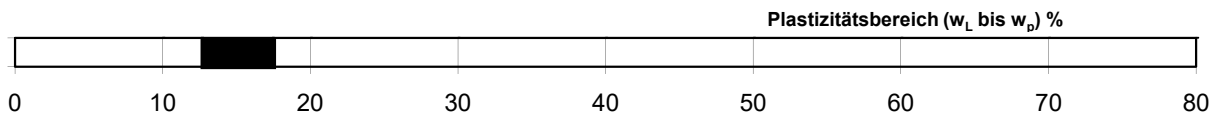
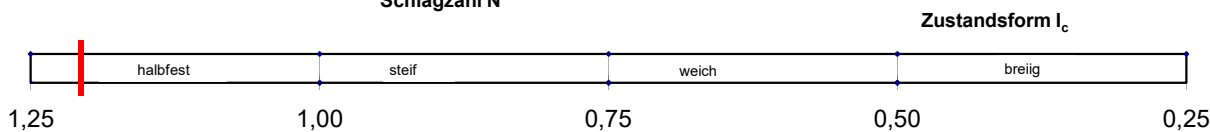


## Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Labor Nr.:	2023L288	Entnahmestelle:	BP 1
Projekt-Nr.:		Teufe:	0,80 m - 1,45 m
Projekt:	Arneburg, Windpark Ost_R WEA 10	Bodengruppe:	ST
Bearb.:	CB	Art der Entnahme:	gestört
Datum:	06.06.23	Entnahme am:	30.05.2023
		Entnahme durch:	IBL



Wassergehalt  $w$  = 11,6 %  
 Fließgrenze  $w_L$  = 17,4 %  
 Ausrollgrenze  $w_p$  = 12,6 %  
 Plastizitätszahl  $I_p$  = 4,8 %  
 Konsistenzzahl  $I_c$  = 1,21  
 Zustandsform: halbfest

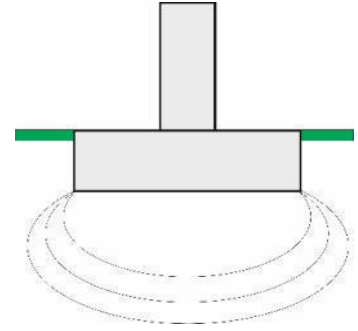


INGENIEURBÜRO LEHMANN  
CHAUSSEESTRASSE 18  
39576 STENDAL  
OT UENGLINGEN *ESat*

# Ingenieurbüro Lehmann

\* Baugrundgutachten \* Prüfleistungen \* Beweissicherungen

Chausseestraße 18  
39576 Stendal OT Uenglingen  
Tel.: 03931/568149  
www.Baugrund-Lehmann.de



Labornummer: 2023L288

## Fallkegelversuch nach DIN EN ISO 17892-6

Projekt: Arneburg, Windpark Ost\_R, WEA 10  
 Entnahmestelle: BP 1  
 Entnahmeteufe [m]: 0,80 m - 1,45 m  
 Entnahme am: 30.05.2023  
 Art der Entnahme: gestört  
 Entnahme durch: IB Lehmann  
 Bearbeiter: CB  
 Prüfdatum: 06.06.2023  
 visuelle Beschreibung:  
 Masse Fallkegel [g]: 400  
 Öffnungswinkel Fallkegel [°]: 30  
 Abweichungen:



Bodenart:

Wassergehalt in %:

Curfc: [kPa]

Bemerkungen: Die undrainede Kohäsion der Bodenprobe beträgt 137,8 kN/m<sup>2</sup> bzw. kPa.

INGENIEURBÜRO LEHMANN  
CHAUSSEESTRASSE 18  
39576 STENDAL  
OT UENGLINGEN

*Eser*

**Bericht- Nr. 16/05/23**  
**Anlage 9**

### Bericht über die Prüfung von betonangreifendem Wasser

Referenzverfahren nach DIN 4030 Teil 2

#### 1. Allgemeine Angaben

Prüfbericht-Nr.: 2021-0841/1

Auftraggeber : Ingenieurbüro Lehmann  
 Bauvorhaben : WP Arneburg-Sanne  
 Probenahme : 28.07.2021 durch Auftraggeber  
 Art des Wassers : Wasser  
 Entnahmestelle : WEA 2  
 Labor-Nr.: 1699

#### 2. Erweiterte Angaben

Höhe des Wasserspiegels :  
 Entnahmetiefe : 7,80 m  
 Fließrichtung :  
 Temperatur des Wassers :  
 Geländebeschreibung :

Probenehmer : Auftraggeber

#### 3. Wasseranalyse

Analyse	Prüfergebnis	Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1, angreifende Wirkung		
		schwach	stark	sehr stark
Aussehen	farblos, leicht trüb			
Geruch (unveränderte Probe)	ohne			
Geruch (angesäuerte Probe)	-			
pH - Wert	7,4	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
KMnO <sub>4</sub> - Verbrauch	mg/l O 0,63			
Härte	mg/l CaO 296			
Hydrogencarbonathärte	mg/l CaO 133			
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO 163			
Magnesium	mg/l 41,1	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
Ammonium	mg/l 0,06	15 - 30	30 - 60	> 60
Sulfat	mg/l 158	200 - 600	600 - 3000	> 3000
Chlorid	mg/l 41,9			
CO <sub>2</sub> (kalklösend)	mg/l 0	15 - 40	40 - 100	> 100
Sulfid	mg/l <0,05			

Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird. Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereiches (bei pH-Wert im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser).

#### 4. Beurteilung der Betonaggressivität

Das Wasser ist :

nicht
schwach
stark
sehr stark
betonangreifend

Stendal, 09.08.2021

Ort, Datum

  
 Laborleiterin

IHU Geologie und Analytik

Untersuchungsstelle



Prüfbericht-Nr.: 2021-0841/2

**Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit von  
niedriglegierten Stählen nach DIN 50 929 , Teil 3**

## 1. Mulden - und Lochkorrosion

sehr gering - gering - mittel - hoch

## 2. Flächenkorrosion

sehr gering - gering - mittel

Stendal, 09.08.2021

Ort, Datum  
Laborleiterin

IHU Geologie und Analytik

Untersuchungsstelle

IHU - Geologie und Analytik  
Gesellschaft für Ingenieur-,  
Hydro- und Umweltgeologie mbH  
Dr.-Kurt-Schumacher-Straße 23  
39576 Stendal  
Telefon (03931) 5230-0 Telefax 5230-20

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Löbstedter Strasse 78 - D-07749 Jena

**Ingenieurbüro Lehmann  
Chausseestraße 18  
39576 Stendal OT Uenglingen**

**Titel: Prüfbericht zu Auftrag 12323539**

**Prüfberichtsnummer: AR-23-JE-019771-01**

**Auftragsbezeichnung: Windpark Arneburg Ost R, WEA 10**

**Anzahl Proben: 1**

**Probenart: Boden**

**Probenahmedatum: 30.05.2023**

**Probenehmer: keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt**

**Probeneingangsdatum: 05.06.2023**

**Prüfzeitraum: 05.06.2023 - 22.06.2023**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14081-01-00) aufgeführten Umfang.

**Anhänge:**

*XML\_Export\_AR-23-JE-019771-01.xml*

Katja Frey  
Prüfleitung

+49 3641 464979

Digital signiert, 22.06.2023

Katja Frey  
Prüfleitung



Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte				Probenbezeichnung	Probe 1	
				nicht angreifend	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend	Probenahmedatum/ -zeit	30.05.2023	
								Probennummer	123083961	
								BG	Einheit	
<b>Probenvorbereitung Feststoffe</b>										
Fraktion < 2 mm	FR	F5	DIN 19747: 2009-07					0,1	%	100,0
Fraktion > 2 mm	FR	F5	DIN 19747: 2009-07					0,1	%	< 0,1
<b>Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz</b>										
Trockenmasse	FR	F5	DIN EN 14346: 2007-03					0,1	Ma.-%	93,2
<b>Prüfungen DIN 4030-2:2008-06 v. Böden a. d. Originalsubstanz (Fraktion &lt; 2 mm)</b>										
Säuregrad nach Baumann Gully	FR	F5	DIN 4030-2: 2008-06	200				4	ml/kg TS	30
<b>Prüfungen nach DIN 4030-2:2008-06 von Böden aus der Originalsubstanz</b>										
Sulfid, gesamt	FR	F5	DIN 4030-2: 2008-06		<sup>1)</sup>			5,0	mg/kg TS	26
<b>Prüfungen nach DIN 4030-2:2008-06 von Böden - Analyse aus dem Salzsäureauszug</b>										
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	FR	F5	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	< 2000	3000 <sup>2)</sup>	12000 <sup>2)</sup>	24000	20	mg/kg TS	100
<b>Prüfungen nach DIN 4030-2:2008-06 von Böden - Analyse aus dem Heißwasserauszug</b>										
Chlorid (Cl)	FR	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07					25	mg/kg TS	< 25

## Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit F5 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

## Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach Betonaggressivität DIN 4030-1 (Tabelle 4, Boden) - Juni 2008.

- 1) Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S<sub>2</sub>-/kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.
- 2) Falls die Gefahr der Anhäufung von Sulfationen im Beton - zurückzuführen auf wechselndes Trocknen und Durchfeuchten oder kapillares Saugen - besteht, ist der Grenzwert von 3 000 mg/kg auf 2 000 mg/kg zu vermindern.

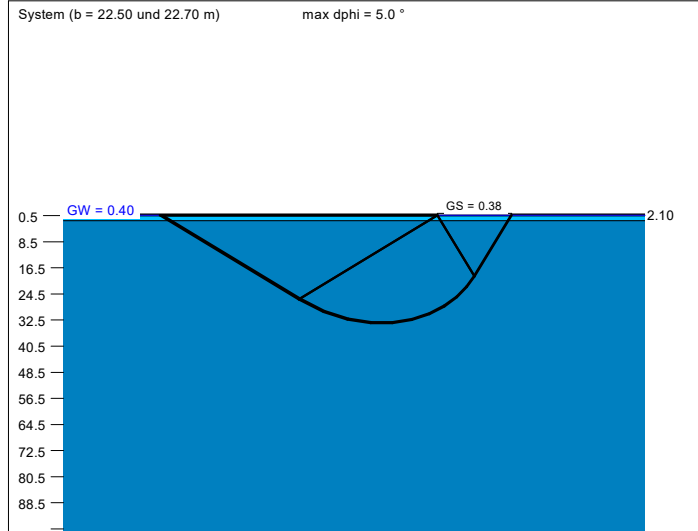
Bei der Darstellung von Vergleichswerten im Prüfbericht handelt es sich um eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT. Die zitierten Vergleichswerte (Grenz-, Richt- oder sonstige Zuordnungswerte) sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

## Abgleich mit Vergleichswerten

Der Abgleich bezieht sich ausschließlich auf die in AR-23-JE-019771-01 aufgeführten Ergebnisse und erfolgt auf Basis eines rein numerischen Vergleichs des erhaltenen Messwertes mit den entsprechenden Vergleichswerten. Die Messunsicherheit des entsprechenden Verfahrens wird hierbei nicht berücksichtigt.

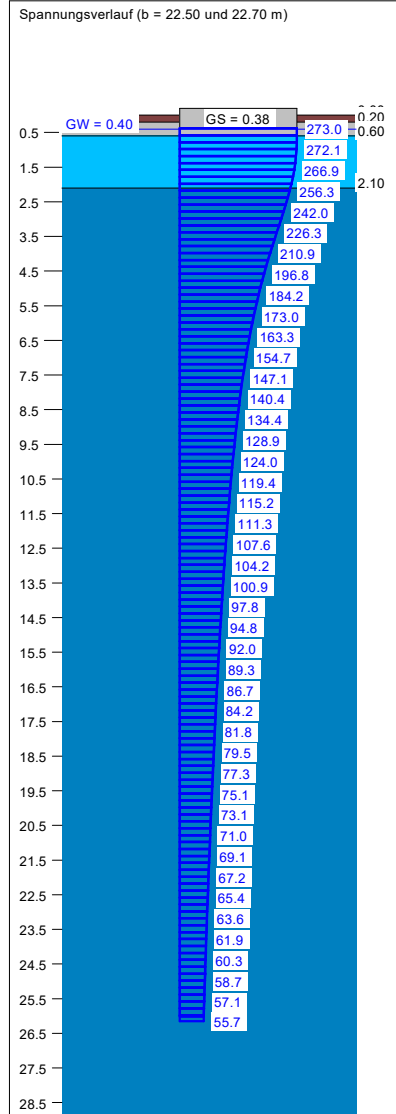
**Die im Prüfbericht AR-23-JE-019771-01 enthaltenen Proben weisen keine Überschreitung bzw. Verletzung eines Vergleichswertes der Liste Betonaggressivität DIN 4030-1 (Tabelle 4, Boden) - Juni 2008 auf. Der Untersuchungsstelle obliegt nicht die Festlegung der aus dem Vergleichswertabgleich abzuleitenden Maßnahmen.**

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	16.0	6.0	25.0	0.0	6.0	0.00	Oberboden
	20.0	12.0	40.0	0.0	150.0	0.00	MG 0/32
	21.0	11.0	27.5	5.0	40.0	0.00	TL, halbfest
	20.5	10.5	27.5	2.0	35.0	0.00	TL, steif



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\sigma}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]	UKLS [m]	$k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]
22.50	22.50	389.0	196931.3	273.0	8.83	27.5 *	2.10	10.56	6.80	26.02	33.15	3.1
22.60	22.60	389.0	198685.6	273.0	8.86	27.5 *	2.10	10.56	6.80	26.08	33.29	3.1
22.70	22.70	389.0	200447.8	273.0	8.89	27.5 *	2.10	10.56	6.80	26.15	33.44	3.1

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{\sigma,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{\sigma,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{\sigma,k} / 1.99$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

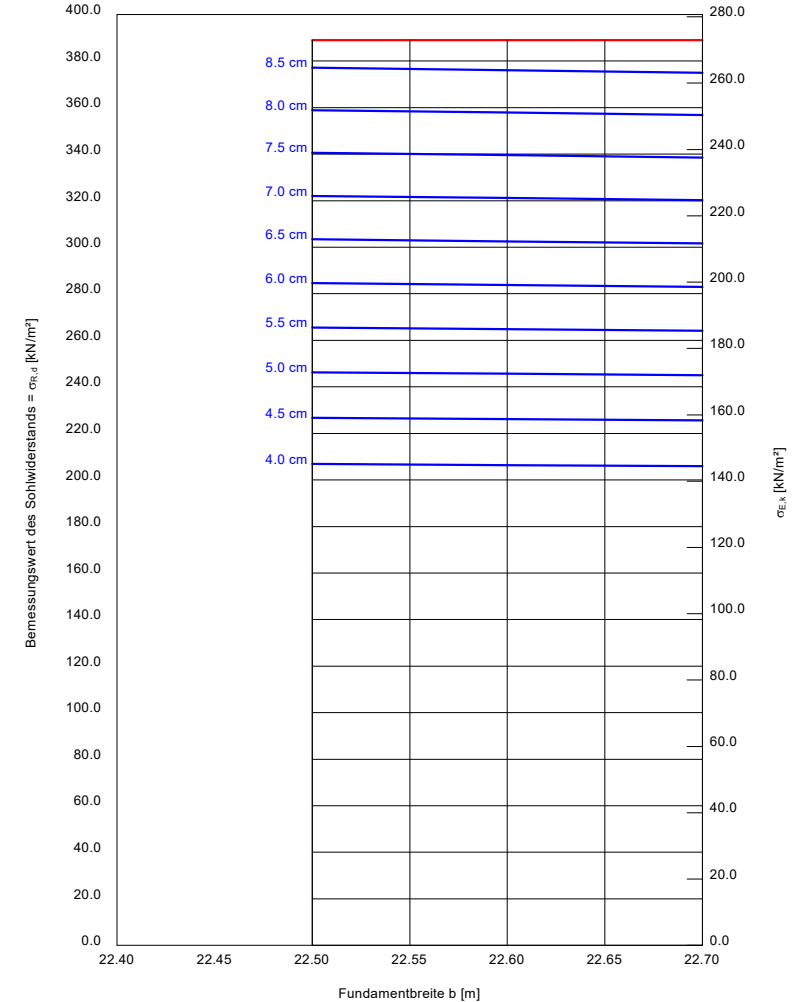


Berechnungsgrundlagen:  
 WP Arneburg Ost\_R\_WEA 10\_Fundament  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Einzelfundament (a/b = 1.00)

Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 389.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Gründungssohle = 0.38 m  
 Grundwasser = 0.40 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

$\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$

— Sohldruck  
 — Setzungen

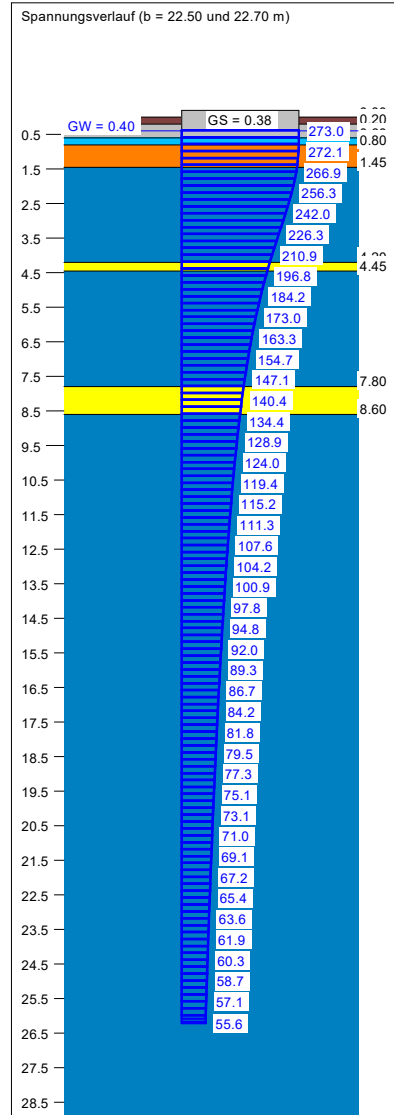
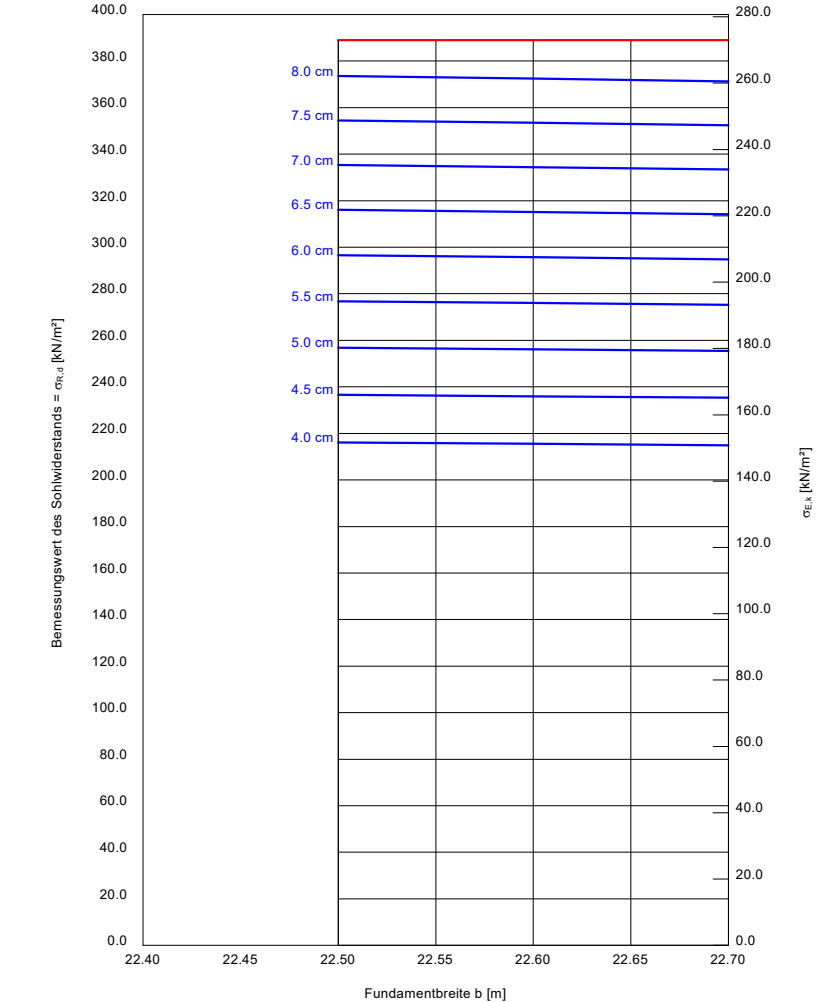


Berechnungsgrundlagen:  
 WP Arneburg Ost\_R\_WEA 10\_Fundament  
 Norm: EC 7  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Einzelfundament (a/b = 1.00)

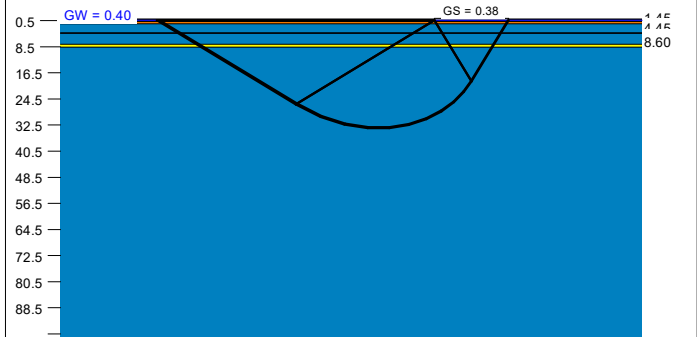
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 389.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Gründungssohle = 0.38 m  
 Grundwasser = 0.40 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

$\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$

— Sohldruck  
 — Setzungen



Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	16.0	6.0	25.0	0.0	6.0	0.00	Oberboden
	20.0	12.0	40.0	0.0	150.0	0.00	MG 0/32
	21.0	11.0	27.5	5.0	40.0	0.00	TL, halbfest
	18.0	10.0	32.5	0.0	70.0	0.00	ST
	20.5	10.5	27.5	2.0	35.0	0.00	TL, steif
	18.0	10.0	32.5	0.0	100.0	0.00	SE
	20.5	10.5	27.5	2.0	35.0	0.00	TL, steif
	18.0	10.0	32.5	0.0	100.0	0.00	SE
	20.5	10.5	27.5	2.0	35.0	0.00	TL, steif



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{EK}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\sigma}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]	UKLS [m]	$k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]
22.50	22.50	389.0	196931.3	273.0	8.41	27.5 *	1.92	10.49	6.80	26.09	33.15	3.2
22.60	22.60	389.0	198685.6	273.0	8.44	27.5 *	1.92	10.49	6.80	26.15	33.29	3.2
22.70	22.70	389.0	200447.8	273.0	8.47	27.5 *	1.92	10.49	6.80	26.21	33.44	3.2

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{EK} = \sigma_{\sigma,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{\sigma,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{\sigma,k} / 1.99$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50