



Baugrundgutachten  
Altlastenbewertungen  
Laboruntersuchungen

BAUGRUND LINKE GMBH · Größnitz 20 · 06632 Balgstädt

Geschäftsführer: Olaf Linke Dipl.-Ing. (FH)

Sitz der Gesellschaft: Größnitz 20, 06632 Balgstädt

Telefon: 034464 26469

Fax: 034464 28138

Internet: [www.olaflinke.de](http://www.olaflinke.de)  
e-mail: [inglinke@t-online.de](mailto:inglinke@t-online.de)

## HYDROGEOLOGISCHES GUTACHTEN

Auftrags-Nr. 19/038

Bauvorhaben: Windpark Pülfringen

Objekt: 3 Windkraftanlagen (WEA 1 bis WEA 3)

Geotechnische Kategorie: 3

Auftraggeber: EWE Erneuerbare Energien GmbH  
Donnerschweer Straße 22-26  
26123 Oldenburg

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Linke

Balgstädt, den 29.07.2019

Dipl.-Ing.(FH) Linke



## Inhalt

1	Unterlagen .....	3
2	Anlagen .....	3
3	Feststellungen .....	3
3.1	Aufgabenstellung .....	3
3.2	Standort und geplante Bebauung .....	3
3.3	Geologische Situation .....	6
3.4	Baugrundsichtung .....	6
3.5	Baugrundeigenschaften .....	7
3.6	Hydrologische Situation .....	9
4	Schlussfolgerungen .....	9
4.1	Allgemeine Einschätzung der Baugrundverhältnisse .....	9
4.2	Gründungsempfehlungen .....	9
4.3	Schutz des Grundwassers/Wasserhaushalt/Beeinflussung von Quellen oder Dolinen .....	10
4.4	Hydrogeologische Risiken bei der Verlegung der parkinternen Kabeltrassen .....	10
4.5	Schlusswort .....	10

## **1 Unterlagen**

- 1.1 Auftrag erteilt durch die EWE Erneuerbare Energien GmbH, Oldenburg am 27.06.2019
- 1.2 Bohrungen B 1/19 bis B 20/19 sowie lage- und höhenmäßige Einmessung der Aufschlussansatzpunkte, durchgeführt von der Ingenieurbüro Linke GmbH am 11.06. und 12.06.2019
- 1.3 Übersichtsplan und Auszüge aus den Katasterplänen, zugesandt vom Auftraggeber
- 1.4 Geologische Karte Baden-Württemberg (M 1 : 400.000)
- 1.5 Fundamentdatenblatt der Windenergieanlage ENERCON E-138 EP3 E2-HT-160-ES-C-01 – Flachgründung mit Teilauftrieb (Dokumenten-Nr. D0820820-0) vom 03.05.2019

## **2 Anlagen**

- |     |                               |                 |
|-----|-------------------------------|-----------------|
| 2.1 | Übersichtsplan                | Blatt 1         |
|     | Aufschlusspläne               | Blatt 2 bis 4   |
| 2.2 | Aufschlussprofile             | Blatt 5 bis 12  |
| 2.3 | Idealisierte Baugrundschnitte | Blatt 13 bis 15 |
| 2.4 | Kornverteilungskurven         | Blatt 16 bis 18 |

## **3 Feststellungen**

### **3.1 Aufgabenstellung**

Die Baugrund Linke GmbH wurde von der Firma EWE Erneuerbare Energien GmbH beauftragt, den Baugrund zu erkunden und ein hydrogeologisches Gutachten zu erstellen. Insbesondere sollen Aussagen zur Geohydrologie und zu evtl. Karsterscheinungen vorgenommen werden.

### **3.2 Standort und geplante Bebauung**

Am Standort WEA 3 ist die Errichtung von 1 Windkraftanlage vom Typ ENERCON E 138 mit 160 m Nabenhöhe und an den Standorten WEA 1 und WEA 2 ist die Errichtung von Windkraftanlagen vom Typ ENERCON E 115 mit 149 m Nabenhöhe geplant.

Großräumig gesehen werden die Standorte begrenzt:

- Norden: Bundesstraße B 27 sowie Steinbruch Hardheim-Schweinberg
- Osten: Gemeinde Gissigheim
- Südosten: Gemeinde: Pülfringen
- Westen: Hardheimer Weg

Die Standorte der 3 geplanten Windkraftanlagen befinden sich auf landwirtschaftlichen Flächen.

Die Standortkoordinaten (UTM ETRS89/WGS84 Zone 32) betragen für die einzelnen Standorte:

Tabelle 1:

Standort	Rechtswert	Hochwert
WEA 1	537.409	5.493.066
WEA 2	537.951	5.493.732
WEA 3	537.683	5.494.148

Das Baugelände ist topografisch bewegt. Die Geländehöhen betragen ca. 375 m NN bis 390 m NN.

Zum Anlagentyp Enercon E-138 mit 160 m Nabenhöhe liegen uns folgende bautechnische Angaben vor:

➤ **ENERCON E-138 EP3 E2-HAT-160-ES-C-01**

Flachgründung mit Teilauftrieb  $\varnothing$  22,50 m

• **Fundamentgeometrie:**

Außendurchmesser:	22,50 m
Sockeldurchmesser:	10,90 m
Fundamenthöhe:	2,60 m
Sockelhöhe:	0,60 m
Höhe Spornneigung:	1,30 m
Spornhöhe:	0,70 m
Differenz Fundamentoberkante – GOK:	1,865 m
Differenz Fundamentoberkante- Oberkante Aufschüttung:	0,10 m

- **Mindestdrehfedersteifigkeiten**

Für die elastische Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund sind folgende Mindestwerte einzuhalten:

Tabelle 2:

<b>Gesamtsystem</b> (Turm und Fundament)	<b><math>k_{\phi,stat}</math></b> <b>42.000 [MNm/rad]</b>
	<b><math>k_{\phi,dyn}</math></b> <b>210.000 [MNm/rad]</b>

**Zulässige Schiefstellung**

Maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung in 25 Jahren bezogen auf den Fundamentdurchmesser  $\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$

- **Bodenpressung**

Der anstehende Baugrund muss mindestens eine Bodenpressung von

$\sigma_{k,vorh} = 327 \text{ kN/m}^2$  (BS-P)

$\sigma_{k,vorh} = 315 \text{ kN/m}^2$  (BS-A)

aufnehmen können.

- **Lasten an der Fundamentunterkante**

Die angegebenen  $F_z$  Lasten schließen Fundamenteigengewicht  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$  und Bodenauflast  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$  im Trockenzustand ein.

**Charakteristische Lastfälle**

Tabelle 3:

<b>Lastfall</b> <i>Load case</i>	$(\gamma_{aero}/\gamma_{masse})$  $(\gamma_{aero}/\gamma_{mass})$	<b><math>F_{xy}</math> in kN</b>	<b><math>F_{z,min}</math> in kN</b> ohne Auftrieb <i>without buoyancy</i>	<b><math>F_{z,max}</math> in kN</b> mit Auftrieb <i>with buoyancy</i>	<b><math>M_{xy}</math> in kN</b>	<b><math>M_z</math> in kN</b>
<b>DLC D.3</b>	(1.00/1.00)	801	-39787	-36867	108828	-
<b>N/T/DLC 8.2</b>	(1.00/1.00)	1429	-40306	-36867	177870	1825
<b>N/A/T</b>	(1.00/1.00)	1129	-40616	-37177	168563	538

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte

Loads do not include partial safety factors

( $\gamma_F = 1,00$ )

( $\gamma_F = 1,00$ )

### Bemessungswerte der Lastfälle

Tabelle 4:

Lastfall <i>Load case</i>	$(\gamma_f/\gamma_{rf})$	$F_{xy}$ in kN	$F_{z,min}$ in kN ohne Auftrieb <i>without buoyancy</i>	$F_{z,max}$ in kN ohne Auftrieb <i>with buoyancy</i>	$M_{xy}$ in kN	$M_z$ in kN
N/A/T	(1.10/0.90)	1732	-44678	-31860	225034	731

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte

All loads include partial safety factors

( $\gamma_{\text{Auftrieb}} = 1,10$ )

( $\gamma_{\text{Buoyancy}} = 1,10$ )

Zum Anlagentyp Enercon E-115 mit 149 m Nabenhöhe liegen uns noch keine bautechnischen Angaben vor.

### 3.3 Geologische Situation

Aus regionalgeologischer Sicht befinden sich die Baustandorte im Südwestdeutschen Schichtstufenland, speziell am Südrand der Gäuplatten, im Neckar-Tauber-Land.

Der geologische Schichtenaufbau gliedert sich wie folgt:

- Mutterboden (Holozän)
- Gehängelehm/Hangschutt (Holozän)
- Zersatz-, Verwitterungs- und unverwitterte Schichten des Oberen Muschelkalkes

### 3.4 Baugrundsichtung

Der Baugrund wurde im Bereich der geplanten Windkraftanlagen, Kranstellflächen und Zufahrten durch insgesamt 20 Bohrungen bis in eine Tiefe von max. 7,0 m erkundet. Die erkundete Baugrundsichtung an den Standorten der geplanten Windkraftanlagen wird nachfolgend tabellarisch zusammengefasst:

Tabelle 5:

Schicht	Mächtigkeit [m]	bis m unter Ansatzpunkt angetroffen	Bemerkungen
Mutterboden	0,20 – 0,30	0,20 – 0,30	durchteuft
Gehängelehm	0,50 – 3,30	0,80 – 3,60	in den Bohrungen B 10/19, und B 15/19 bis B 17/19 vorhanden und durchteuft
Hangschutt	0,40 – 1,10	0,70 – 1,40	in den Bohrungen B 1/19 bis B 3/19, B 8/19 und B 9/19 vorhanden und durchteuft
zersetzter bis stark verwitterter Kalkstein	0,60 – 0,70	1,40 – 6,20	in den Bohrungen B 1 bis B 3/19 und B 10/19 vorhanden und durchteuft

Schicht	Mächtigkeit [m]	Bis m unter Ansatzpunkt angetroffen	Bemerkungen
verwitterter bis angewitterter Kalkstein	2,40 – 5,20	4,70 – 6,00	in allen Bohrungen vorhanden und durchteuft
unverwitterter Kalkstein	0,80 – 2,30	7,00 (Aufschlussendteufe)	in allen Bohrungen vorhanden und nicht durchteuft

Weitere Einzelheiten können den Aufschlussprofilen (Anlage 2.2, Blatt 4 bis 12) und den idealisierten Baugrundschnitten (Anlage 2.3, Blatt 13 bis 15) entnommen werden.

### **3.5 Baugrundeigenschaften**

Den erkundeten Erdstoffen können aufgrund der visuellen Einschätzung spezifizierter Proben, an Hand von Erfahrungswerten und der Laboruntersuchungen folgende bodenmechanische Eigenschaften zugeordnet werden:

#### **Schicht: Mutterboden**

Diese Schicht ist nicht bauwerksrelevant. Sie ist von allen Bebauungsflächen abzutragen. Wird der Mutterboden nicht sofort weiterverwendet, ist er getrennt von anderen Bodenarten, abseits vom Baubetrieb und möglichst zusammenhängend zu lagern. Dabei darf er nicht durch Befahrung oder auf andere Weise verdichtet werden.

Bodengruppe gemäß DIN 18 196: OH

#### **Schicht: Gehängelehm**

Petrographie: kiesiger, schluffiger Ton  
feinsandiger, toniger Schluff  
Farben: graubraun, hellgrau  
Konsistenz: weich – steif  
Plastizität: leicht bis mittel plastisch  
sehr frost- und wasserempfindlich (F 3)  
stark kalkhaltig  
Bodengruppe gemäß DIN 18 196: TL, UL, UM

### **Schicht: Hangschutt**

Petrographie: toniger, schluffiger Kies  
Farben: graubraun, braun, dunkelgrau  
Lagerungsdichte: mitteldicht bis dicht  
mittel frostempfindlich (F 2)  
stark kalkhaltig  
Bodengruppe gemäß DIN 18 196:  $\overline{GT}$ , GT, GU

### **Schicht: zersetzter bis stark verwitterter Kalkstein**

Petrographie: karbonatisches Gestein  
Steine mit schluffigen, tonigen, kiesigen und sandigen  
Beimengungen  
Farben: überwiegend graue Färbung  
Lagerungsdichte: dicht  
frostveränderlich  
stark kalkhaltig  
Bodengruppe gemäß DIN 18 196: GT, GU

### **Schicht: mäßig verwitterter bis angewitterter Kalkstein**

Petrographie: karbonatisches Gestein  
Farben: gelbgrau, dunkelgrau  
Schichtung: dünnplattig bis bankig  
Härte: mittelhart  
frostveränderlich

### **Schicht: unverwitterter Kalkstein**

Petrographie: karbonatisches Gestein  
Farben: gelbgrau, dunkelgrau, grau  
Schichtung: dünnplattig bis bankig  
Härte: hart  
frostveränderlich

Hinweise auf Karsterscheinungen, wie z. B. Gipseinlagerungen, wurden in den Bohrungen nicht festgestellt. Die Geländetopographie weist keine kreisförmigen Absenkungen auf.



### **3.6 Hydrologische Situation**

Während der Durchführung der Aufschlussarbeiten wurde in keiner Bohrung Wasser angetroffen.

Aufgrund der Höhenlage des Geländes, ist auch nicht mit Grundwasser im baurelevanten Bereich zu rechnen.

Großräumig gesehen, findet der Wasserabfluss am Standort WEA 1 in südwestliche Richtung und an den Standorten WEA 2 und WEA 3 in östliche Richtung in einen Vorfluter statt.

### **3.7 Laborprüfergebnisse**

An jedem geplanten Standort der Windkraftanlagen wurde eine Erdstoffprobe entnommen und es wurde über die Kornverteilung der Wasserdurchlässigkeitswert  $k_f$  (siehe Anlage 2.4, Blatt 16 bis 18) bestimmt.

Tabelle 6:

<b>Standort</b>	<b>Entnahmetiefe</b>	<b>Nummer Bohrung</b>	<b>Erdstoff</b>	<b>Wasserdurchlässigkeitswert <math>k_f</math> [m/s]</b>
WEA 1	1,2 bis 1,6 m	B 1/19	zersetzter bis angewitterter Kalkstein	$1,224 \times 10^{-4}$
WEA 2	1,0 – 1,4 m	B 8/19	Hangschutt	$1,876 \times 10^{-4}$
WEA 3	1,0 – 1,5 m	B 17/19	Hanglehm	$4,438 \times 10^{-7}$

## **4 Schlussfolgerungen**

### **4.1 Allgemeine Einschätzung der Baugrundverhältnisse**

Auf der Grundlage der durchgeführten Bohrungen wurden keine Hinweise auf Karsterscheinungen festgestellt.

Absenkungen bzw. Dolinen im Gelände wurden nicht festgestellt.

Entsprechend der Fundamentunterlage (siehe Unterlage 1.5) und von Erfahrungswerten sind die geplanten Baustandorte für die Errichtung des Windenergieanlagentyps ENERCON E138 mit 160 m Nabenhöhe und ENERCON E115 mit 149 m als geeignet einzuschätzen.

### **4.2 Gründungsempfehlungen**

An allen Standorten können Flachgründungen in Anwendung kommen.

Die Gründungstiefe des Flachfundamentes am Standort WEA 3 beträgt 0,70 m.

### **4.3 Schutz des Grundwassers/Wasserhaushalt/Beeinflussung von Quellen oder Dolinen**

Der örtlich anstehende Gehängelehm speichert große Mengen von Wasser und verhindert dadurch den Oberflächenabfluss. Ist seine Speicherkapazität erschöpft, so fließt das Wasser, durch den Boden gefiltert, ab und erhöht das erfassbare Grundwasserangebot. Drei Kubikmeter Gehängelehm speichern bis zu 200 Liter Wasser. Schmelz- und Regenwasser versickern langsam und werden durch die gute Filterleistung des Bodens zu sauberem Grundwasser, das zum Trinken meist nicht mehr aufbereitet werden muss. Nimmt man einen Totalverlust der Wasserspeicherkapazität in den Eingriffsflächen an, so ist eine Abnahme der Gesamtwasserspeicherkapazität in den Flurstücken von bis zu 1,3 % zu erwarten. Dieser Wert ist nur während der Bauphase vorhanden. Im Anschluss werden die temporär genutzten Flächen wieder aufgelockert und beräumt. Auf den überplanten Flächen selbst gibt es keine permanenten Oberflächengewässer. Das Grundwasser steht nicht oberflächennah an. Das Abflussverhalten des Wassers wird generell nur geringfügig an den Kranstellflächen (Teilversiegelt) verändert. Die Versickerung von anfallendem Niederschlagswasser erfolgt im Bereich der Schotterflächen und in den angrenzenden Flächen. Hier sind Drainagesysteme geplant.

Da die Funktionsflächen der WEA räumlich nicht in einem funktionalen Zusammenhang stehen, sind keine kumulativen Effekte oder maßgebliche Beeinträchtigungen zu erwarten.

An den geplanten Baustandorten befinden sich keine Dolinen und auch keine Quellen. Daher findet auch keine Beeinflussung statt.

### **4.4 Hydrogeologische Risiken bei der Verlegung der parkinternen Kabeltrassen**

Hydrogeologische Risiken in Bezug auf die geplante Kabeltrasse sind an den Standorten aufgrund des vorhandenen, überwiegend kompakten Kalksteins nicht zu erwarten.

### **4.5 Schlusswort**

Die Baugrund Linke GmbH führte auftragsgemäß die Erstellung eines hydrogeologischen Kurzgutachtens für den Standort Pülfringen für 3 geplante Windkraftanlagen durch.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.