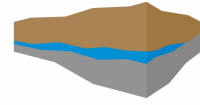


**FRAUSCHER**  
**GEOLOGIE**

Ingenieurgeologie | Geotechnik



**Ingenieurgeologie**  
**Geotechnik**  
**Hydrogeologie**  
**Baugrunduntersuchung**

Geologe Mag. rer. nat.  
Bernhard Frauscher  
Beratender Ingenieur

Bergfeldstraße 23  
84427 Sankt Wolfgang

Mobil: 0173 - 376 03 68

Tel.: 08081 - 95 40 51

Fax: 08081 - 95 40 50

E-Mail: [b.frauscher@frauscher.de](mailto:b.frauscher@frauscher.de)

Internet: [www.frauscher.de](http://www.frauscher.de)

**PV Niederkirchen**  
**in**  
**67700 Niederkirchen**

Dokumentation der Probelastungen

**Datum: 12.05.2022**

**Auftraggeber : ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden**

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 2

---

Auftraggeber: ABO Wind AG  
Unter den Eichen 7  
65195 Wiesbaden

Projekt: PV Niederkirchen  
in 67700 Niederkirchen

Auftrag vom: 02-2022

Klärungsauftrag: Probelastung und Baugrunduntersuchung, zur Festlegung der Gründung

Anlagen: 1 Lageplan mit Versuchspunkten  
2 Legende Bohrprofil  
3 Bohrprofil  
4 Tabelle und Verformungskurven der Schrägzugversuche  
5 Tabelle und Verformungskurve des Horizontalzugversuches  
6 Tabelle und Verformungskurven der Axial- / Vertikalzugversuche  
7 Prüfbericht zur Analytik  
S 27 Fotos Baugrundstück  
S 29 Fotos Zugversuche  
S 30 Fotos Bohrkerne

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
 Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
 Seite 3

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Veranlassung .....	4
2 Verwendete Unterlagen .....	4
3 Standortsituation und Bauvorhaben .....	5
4 Durchgeführte Untersuchungen .....	5
5 Baugrundverhältnisse .....	6
5.1 Geologischer Überblick .....	6
5.2 Baugrundsichtung .....	7
5.3 Grund-/Sickerwasserverhältnisse und hydrologische Verhältnisse .....	8
6 Beurteilung des Baugrundes .....	8
6.1 charakteristische Bodenkenngrößen .....	8
7 Bewertung der Untersuchungsergebnisse .....	10
7.1 Gründungstechnische Bewertung .....	10
7.2 Gründung der Photovoltaikanlage - Nachweise der Tragfähigkeit .....	11
8 Hinweise zur Bauausführung .....	13
8.1 Erstellen der Anlage .....	13
8.2 Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeit .....	14
9 Schlussbemerkungen .....	15

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 4

---

## 1 Veranlassung

Auf dem Grundstück im Hügelland östlich von 67700 Niederkirchen, ist die Errichtung des Solarparks PV Niederkirchen geplant (siehe **Anlage 1**).

Zur Ermittlung der Tragfähigkeit und zur Beschreibung des Baugrundes erteilte die ABO Wind AG den Auftrag Probelastungen durchzuführen, die Baugrundverhältnisse zu erkunden und in einem Baugrundgutachten darzustellen.

## 2 Verwendete Unterlagen

Zur Ausarbeitung des Gutachtens wurden vom Auftraggeber die folgenden Arbeitsunterlagen zur Verfügung gestellt:

[2.1] Luftbild Google Earth, , ABO Wind AG, 14.01.2022, per Email

Des Weiteren wurden folgende Unterlagen verwendet:

[2.2] Kartenviewer Lgb-rlp (Rheinland Pfalz) online, Geologie

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 5

### 3 Standortsituation und Bauvorhaben

Es ist geplant im Hügelland östlich von 67700 Niederkirchen eine Photovoltaik Freiflächenanlage zu errichten. In der vorliegenden Dokumentation sollten vor allem die **Tragfähigkeit des Bodens** für eine **Gründung der Photovoltaikanlage mit geramnten Stahlprofilen** und die dabei festgestellten **Baugrundverhältnisse beschrieben** werden.

Für die Auslegung bzw. Bemessung/Prüfung der Gründung wurden Zugversuche durchgeführt. Die Lage und Größe der Baufläche geht aus der **Anlage 1** hervor.

Die **Gründung** der Photovoltaikanlage ist **mit Stahlprofilen** geplant, der **Typ des Rammprofiles** ist **noch nicht festgelegt**. Die **Auswertung** erfolgt **beispielhaft für den häufig verbauten Profil Typ C (z.B. H = 100 mm, B = 60 mm bzw. Umfang U<sub>I+A</sub> = 530 mm)**.

Eine Statik mit Zug-/Druckkräften aus Wind-/Schneelasten liegt noch nicht vor.

### 4 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse nach DIN EN ISO22475-1:2007-01: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung, wurden am 24.02.2022 **9 Kleinrammbohrungen (KRB)** bis in Tiefen von **0,7 m und maximal 1,3 m unter Geländeoberkante (GOK)** ausgeführt. Diese direkten Aufschlüsse lieferten Erkenntnisse zum Schichtaufbau und zu Grund- und Sickerwasser-Verhältnissen. Die Tiefenbereiche und die Art der erkundeten Böden sind in den Bohrprofilen nach DIN 4023:2006-02 in der **Anlage 3** dargestellt. Die Benennung, Beschreibung und Klassifizierung der aufgeschlossenen Böden erfolgte nach DIN EN ISO 14688-1:2020-11 und DIN 18196. Die Lage der Bohransatzpunkte ist der **Anlage 1** zu entnehmen.

Die Konsistenz bindiger Böden wurde im Feldversuch gemäß DIN EN ISO 14688-1:2020-11 bestimmt und die **undrainierte Scherfestigkeit c<sub>up</sub>** mit dem Taschenpenetrometer ermittelt.

Der **Hersteller der Unterkonstruktion** stand **noch nicht fest**, die **Bewertung** der geplanten Gründung der Photovoltaikanlage erfolgte **beispielhaft für häufig verwendete Stahlrammprofile des Typs C (H = 100 mm, B = 60 mm bzw. Umfang U<sub>I+A</sub> = 530 mm)**. Es wurden **12 Probelas-**

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 6

tungen an **Stahlsonden** mit Einbindetiefen von 0,70 m u. GOK bis 1,30 m u. GOK durchgeführt. Die **Ergebnisse** wurden entsprechend **dem Verhältnis der Mantelflächen von Stahlsonde zu Rammprofil Typ C** und dem **Verhältnis der "wirksamen" Breite/Geometrie von Stahlsonde zu Rammprofil Typ C ausgewertet**. Entsprechend des Winkels der Lasteinwirkung (**EC 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung DIN EN 1997-1: 7.5.1**) wurden die Versuche **in Belastungsrichtung (schräg, ähnlich der vorgesehenen Belastung)** und zusätzlich **axial/vertikal**, sowie einmal **horizontal** ausgeführt. Die **Belastung** erfolgte **in mehreren Laststufen** wobei jeweils die **Verformungen gemessen** wurden. Die Ergebnisse sind in den **Last-Verformungskurven** der **Anlagen 4 bis 6** dargestellt. Die Wahl der Erkundungspunkte erfolgte unter **Berücksichtigung der Geländeoberfläche** bzw. unter dem Gesichtspunkt einer **gleichmäßigen bzw. repräsentativen (die Baugrundverhältnisse erfassenden) Verteilung der Versuchspunkte/Aufschlüsse über das Gelände** im Bereich der geplanten Bebauung. Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind nach Lage eingemessen worden.

## 5 Baugrundverhältnisse

### 5.1 Geologischer Überblick

Das Baugrundstück liegt im Hügelland östlich von 67700 Niederkirchen, im Bergland nördlich von Kaiserslautern. Nach der Geologischen Karte von Rheinland-Pfalz (siehe [2.2]) wird der tiefere Untergrund aus Festgesteinen des Permokarbon (Rotliegendes) in Form von grauen Ton-/Schluffsteinen und lagig aus Sandsteinen aufgebaut, die an der Straße zum Teil bis an die Oberfläche anstehen. Überdeckt werden die Festgesteine von Verwitterungsböden der Ausgangsgesteine (Gemisch aus Schluff, Ton, mit Lagen Sand, mit Zersatz aus Mergel bzw. plattigen Bruchstücken aus Sandstein). Am Baugrundstück wurden Verwitterungslehm und entfestigte Gesteine bzw. Zersatz erkundet.

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
 Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
 Seite 7

## 5.2 Baugrundsichtung

Generell wurde bei den Rammungen für die Probelastungen auf der Fläche folgender Schichtenaufbau (von oben nach unten) erkundet:

- **Oberboden,**
- **Verwitterungslehm bis Felszersatz**

In nachfolgender **Tabelle 1** sind die in den Bohrungen erkundeten Tiefenbereiche der jeweiligen Schichten numerisch dargestellt. Die Rammungen reichten maximal bis in eine Tiefe von 1,3 m unter die Geländeoberkante (GOK).

**Tabelle 1:** Tiefenbereiche der erkundeten Bodenschichten (m unter der Geländeoberkante GOK)

Rammkernbohrung	Oberboden	Verwitterungslehm/Zersatz
1	0,00 - 0,25	0,25 - 1,00*
2	0,00 - 0,25	0,25 - <b>0,70*</b>
3	0,00 - 0,20	0,20 - 1,20*
4	0,00 - 0,25	0,25 - 1,20*
5	0,00 - 0,25	0,25 - 1,20*
6	0,00 - 0,25	0,25 - 1,20*
7	0,00 - 0,25	0,30 - 1,30*
8	0,00 - 0,25	0,25 - 1,30*
9	0,00 - 0,25	0,25 - 1,20*

\* erreichte Bohrendtiefe

Die erkundeten **Bodenschichten** werden in nachfolgender **Tabelle 2 beschrieben** und sind in der **Anlage 3** dargestellt. Die Benennung und Beschreibung der angetroffenen Bodenarten erfolgte nach den Kriterien der DIN EN ISO 14688-1:2020-11 („Benennung und Beschreibung von Boden“), DIN 18 196 („Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke“) und DIN 18 300 (VOB Teil C, ATV-Erdarbeiten). In Klammern gesetzte Bodenarten kommen nur untergeordnet vor. Die Anlage wird in Oberboden und Verwitterungslehm bzw. Felszersatz errichtet.

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 8

**Tabelle 2:** Baugrundbeschreibung und bautechnische Eigenschaften

Schicht / Material	Bodenart nach DIN EN ISO 14688-1:2020-11	Feuchte	Farbe	Boden- gruppe nach DIN 18 196	Boden- klasse nach DIN 18300 (alt)	Konsistenz Lagerungs- dichte	Frostemp- find- lichkeits- klasse nach ZTVE-StB 94
<b>Oberboden</b>	Schluff, humos, tonig, wenig stei- nig	erdfeucht	dunkel- braun	OU	1	weich	F 3
<b>Verwitte- rungslehm / Felszersatz</b>	Schluff, tonig, teils schwach sandig	feucht	olivgrau bis braun	TL	4	steif steif bis halfest	F 3
	Schluff, stark kiesig (stückiger Mergel)	erdfeucht	olivgrau bis braun	TL/GU*	3 - 4	steif bis halfest	F 3
	Sand, schluffig, feinkiesig (Felszersatz)	feucht	rotbraun	SU*	4	mitteldicht	F 3

### 5.3 Grund-/Sickerwasserverhältnisse und hydrologische Verhältnisse

Grundwasser oder Sickerwasser wurde in keiner der Kleinrammbohrungen registriert. In Leitungsgräben und Fundamentgruben kann sich je nach Lage am Grundstück Niederschlagswasser aufstauen.

## 6 Beurteilung des Baugrundes

### 6.1 charakteristische Bodenkenngrößen

Für erdstatische Berechnungen können die in der nachfolgenden **Tabelle 3** angegebenen charakteristischen Bodenkenngrößen angesetzt werden. Sie wurden aus der geotechnischen Ansprache bei der Erkundung und Analogieschlüssen mit vergleichbaren Bodenarten nach DIN 1055, nach Angaben EAU (Empfehlungen des Arbeitskreises Ufereinfassungen) und EAB (Empfehlungen des



Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 9

Arbeitskreises Baugruben) abgeleitet. Die Werte gelten nur für die angetroffenen Böden und sind nicht auf Erdstoffe anderer Herkunft anzuwenden.

**Tabelle 3:** Rechenwerte

Schicht / Material	Lagerung/ Konsistenz	Wichte	Wichte unter Auf- trieb	Reibungs- winkel	Kohäsion		Steifemo- dul
		$\gamma_k$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'_k$ kN/m <sup>3</sup>	$\varphi'_k$ °	$c'_k/c_{c,k}$ kN/m <sup>2</sup>	$c_{up}$ kN/m <sup>2</sup>	$E_{S_k}$ MN/m <sup>2</sup>
<b>Oberboden</b>							
Schluff, humos, tonig, wenig steinig	weich	18	8	25	0 - 2	--	1,0 - 3
<b>Verwitterungs- lehm / Zersatz</b>							
Schluff, tonig, teils schwach sandig	steif halbfest	19,5 20	9,5 10	27,5 27,5 - 30	5 - 10 10 - 15	75 - 150 150 - 200	7 - 10 15 - 25
Schluff, stark kiesig (stückiger Mergel)	halbfest	21	12	30 - 32,5	5	225 - 250	25 - 40
Sand, schluffig, feinkiesig (Felszer- satz)	mitteldicht bis dicht	20,5	11	35	4-6	--	45 - 60

$c_{u,p}$  undrainierte Scherfestigkeit, mit dem Taschenpenetrometer ermittelt.

\* $c_{c,k}$  Kapillarkohäsion (nicht ansetzbar bei Austrocknung bzw. bei Wasserführung)

Der angegebene Steifemodul ist ein Bodenkennwert, der abhängig ist von der Größe der aufgebrachtten Belastung. Die aufgeführten Werte stellen Rechengrößen für den zu erwartenden Gebrauchslastbereich dar. Für statische Nachweise bei horizontaler Einwirkung gelten horizontale Steifemodule (= 0,5 ... 1,0 x  $E_{S\text{ vert}}$ ).

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 10

Mit den **axialen Zugversuchen** wurden folgende **charakteristische Mantelreibungen  $q_{s,k}^{**}$  auf Zug gemessen:**

**20,64 kN/m<sup>2</sup> innerhalb der Verwitterungslehme und**

**41,28 kN/m<sup>2</sup> innerhalb des Felszersatzes (entfestigter Fels, Felszersatz)**

**\* Messung unmittelbar nach Rammung / errechnet unter Ansatz der gesamten Profil-Mantelfläche**

\*Die Mantelreibung wird nach einer entsprechenden Zeit (**Anwachseffekt / Konsolidierung**) deutlich **höhere Werte** aufweisen.

Nach **EA Pfähle Tabelle 5.5** kann **auf Basis** der undrainierten Scherfestigkeit / der Konsistenz bzw. Lagerungsdichte für ein Profil **Typ C** (z.B. H = 100 mm, B = 60 mm bzw. Umfang  $U_{I+A} = 530$  mm) in den erkundeten Böden **auf Druck** ein **Spitzenwiderstand  $R_{b,k}$  mindestens 12,5 kN im Verwitterungslehm und > 30 kN im Felszersatz** und eine **Mantelreibung  $q_{s,k}$  von mindestens 40 kN/m<sup>2</sup> bis 45 kN/m<sup>2</sup> (Verwitterungslehm) bzw. 60 kN/m<sup>2</sup> bis > 75 kN/m<sup>2</sup> im Felszersatz** zur Bemessung verwendet werden.

## 7 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

### 7.1 Gründungstechnische Bewertung

Das Baugrundstück liegt teils am Rücken eines unterschiedlich stark nach Südwesten und Südosten abfallenden Hügels / Rückens mit teils stark wechselnd steilen Hangabschnitten (in Teilbereichen bei schlechter Witterung eventuell schwer befahrbar). **Plattige Gesteinsbruchstücke an der Oberfläche** deuten auf Festgesteine im Untergrund hin - mit den Tests wurde an einer Stelle (Versuch 2) ein Rammhindernis erkundet. **In vereinzeltten Bereichen sind Rammhindernisse auf Grund der unterschiedlich verwitterten Felsoberkante (überdeckt von Verwitterungsböden) möglich.** Der **Hersteller der Unterkonstruktion** stand **noch nicht fest**, die **Bewertung** der geplanten Gründung der Photovoltaikanlage erfolgte **beispielhaft für häufig verwendete Stahlrammprofile des Typs C** (H = 100 mm, B = 60 mm bzw. Umfang  $U_{I+A} = 530$  mm). Zur Bemessung wurden Zugversuche an Stahlsonden durchgeführt.

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
 Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
 Seite 11

Die **Gründung der Stahlrammprofile** wird überwiegend **in steifen bis halbfesten, feinsandigen, tonigen Schluffen selten mit Steinen, in Mergelersatz (stückiger, plattiger Kies, schluffig)** und teilweise in **(mitteldichten bis) dichten, schluffigen, Sanden (Zersatz)** erfolgen. Die einwirkenden Lasten werden über die Mantelreibung und den durch die Einspannung geweckten passiven Erdwiderstand in den Boden abgetragen.

## 7.2 Gründung der Photovoltaikanlage - Nachweise der Tragfähigkeit

Für den Nachweis im **Grenzzustand der Tragfähigkeit** muss die Bedingung

$$N_d \leq R_d \text{ erfüllt sein.}$$

$N_d$  ... Designlast der Zugkräfte / Einwirkung

$$R_d = R_k / \gamma_t$$

$R_d$  ... Bemessungswert des Widerstandes

$\gamma_t = 1,15$  auf Zug und  $1,10$  auf Druck nach DIN 1054:2010-12

$$R_k = R / \xi_1$$

$R_k$  ... charakteristischer Widerstand

$$\xi_1 = 1,25 \text{ bei } n = 2 \text{ Versuchen}$$

$R$  ... im Versuch gemessener Widerstand

$$\xi_1 = 1,15 \text{ bei } n \geq 3 \text{ Versuchen}$$

$$\xi_1 = 1,05 \text{ bei } n \geq 4 \text{ Versuchen}$$

$$\xi_1 = 1,00 \text{ bei } n \geq 5 \text{ Versuchen}$$

Für den **Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit** muss der Zustand der Gebrauchstauglichkeit definiert werden. Das ist neben der Funktionstüchtigkeit der Anlage z. B. eine Begrenzung der tolerierbaren Verformung (z.B.  $< 10$  mm bleibende Horizontalverformung).

Für den Nachweis muss  $E_d < R_d$  sein, wobei für die Einwirkung und für den Widerstand **Teilsicherheitsbeiwerte mit  $\gamma = 1$**  angesetzt werden.

Eine **Statik lag noch nicht vor**. Die festgestellten **Baugrundverhältnisse sind relativ ähnlich**. In etwas flacheren Bereichen dominieren Verwitterungslehme, an steileren Abschnitten kommt Felsersatz häufiger vor, siehe **Anlage 1**.

Für die Auswertung/Bemessung wird die Anzahl der Versuche mit  $N \geq 5$  zu Grunde gelegt. **Auf Basis** der Ergebnisse der **Probebelastungen** lassen sich **nachfolgende Nachweise** führen:

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 12

### Widerstand auf Zug:

**Nachweis vertikale Tragfähigkeit (bei einer Einbindetiefe von 1,2 m; ULS):**

$$R_k = R / \xi_1 = 15,13 \text{ kN bis } 21,18 \text{ kN} / 1,00 = 15,13 \text{ kN} / 21,18 \text{ kN}$$

$$R_d = R_k / \gamma_t = 15,13 \text{ kN bis } 21,18 \text{ kN} / 1,15 = \mathbf{13,16 \text{ kN} / 18,42 \text{ kN}}$$

**Nachweis vertikale Tragfähigkeit (bei einer Einbindetiefe von 1,3 m; ULS):**

$$R_k = R / \xi_1 = 18,16 \text{ kN bis } 21,18 \text{ kN} / 1,00 = 18,16 \text{ kN} / 21,18 \text{ kN}$$

$$R_d = R_k / \gamma_t = 18,16 \text{ kN bis } 21,18 \text{ kN} / 1,15 = \mathbf{16,66 \text{ kN} / 18,42 \text{ kN}}$$

### Widerstand auf Druck:

Mit dem Spitzenwiderstand  $R_{b,d} = q_{b,k} / 1,4 = 8,93 \text{ kN}$  (Erfahrungswert EA Pfähle) +  $R_{s,d} = (q_{s,k} * t * U) / 1,4 = 24,14 \text{ kN}$  (Widerstand Mantelfläche Erfahrungswert EA Pfähle) ist ab einer Einbindetiefe von 1,3 m die Drucklast von **mindestens 33,07 kN** nachgewiesen.

### Widerstand gegen Horizontalkräfte:

**Nachweis horizontale Tragfähigkeit (bei einer Einbindetiefe von 1,2 m; ULS):**

$$R_k = R / \xi_1 = 8,05 / 1,00 = 8,05 \text{ kN}$$

$$R_d = R_k / \gamma_t = 8,05 / 1,10 = \mathbf{7,32 \text{ kN}}$$

siehe **Anlagen 4, 5 und 6**, sowie Lageplan **Anlage 1**. Die erforderliche Einbindetiefe muss nach Vorliegen der Statik endgültig festgelegt werden (durch den **Tragwerksplaner** oder den **Gutachter**), für Profile mit deutlich anderer Geometrie ist eine zutreffende Bemessung nötig. Erfahrungsgemäß werden für ein Zwei Stützen System voraussichtlich Einbindetiefen von 1,2 m / 1,3 m vordere Stütze + 1,3 m hintere Stütze erforderlich werden.

**Plattige Gesteinsbruchstücke an der Oberfläche** deuten auf Festgesteine im Untergrund hin mit den Tests wurde an einer Stelle ein Rammhindernis erkundet. In **vereinzelten Bereichen** sind **Rammhindernisse auf Grund der unterschiedlich verwitterten Felsoberkante (überdeckt von Verwitterungsböden) möglich**. In Teilbereichen mit hohem Rammwiderstand ist im Ausnahmefall eine Einbindetiefe von 1,0 m ausreichend tragfähig. Einzelne Stützen die **mindestens 0,3 m in**

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 13

**den verwitterten Fels** gerammt wurden, können **nach Prüfung / Rücksprache** zur weiteren Montage gekürzt werden. **In anderen Fällen muss vorgebohrt** werden.

Allgemein werden die Horizontalverformungen der Stützen innerhalb der konstruktiv verbundenen Doppelreihe nicht so groß sein, wie im Zugversuch an einer einzelnen Sonde, die sich oben "frei" um den Rotationspunkt bewegen kann.

Zur Bewertung der Horizontaltragfähigkeit sollten die bleibenden Verformungen herangezogen / berücksichtigt werden.

## 8 Hinweise zur Bauausführung

### 8.1 Erstellen der Anlage

Die **Baufläche** ist **noch nicht baufertig** und **muss noch erschlossen werden**. Nach / Im Zuge von **Erdarbeiten** muss der Boden **lagenweise verdichtet werden (insbesondere bei Leitungsräben in der Nähe der Stützen)**. Die **ausreichende Verdichtung der Lagen ( $D_{pr} \geq 98\%$ ) muss nachgewiesen werden** (z.B. dyn. Plattendruckversuche). Die bindigen Böden lassen sich schlecht verdichten, Erdarbeiten mit bindigen Böden können **nur bei geeigneter Witterung** ausgeführt werden. **Plattige Gesteinsbruchstücke an der Oberfläche** deuten auf Festgesteine im Untergrund hin mit den Tests wurde an einer Stelle ein Rammhindernis erkundet. **In vereinzelt Bereichen sind Rammhindernisse auf Grund der unterschiedlich verwitterten Felsoberkante (überdeckt von Verwitterungsböden) möglich / zu erwarten.**

**Verkehrsflächen** benötigen auf den frostempfindlichen Böden (Frostempfindlichkeitsklasse F 3) je nach Nutzung einen entsprechenden frostsicheren Oberbau. Die **Trafostation** benötigt eine Gründung bis in frostfreie Tiefe (> 1,0 m) um Hebungen/Setzungen durch Frosteinwirkung zu vermeiden. Sollte ein Bodenaustausch innerhalb der schwach durchlässigen bis durchlässigen Verwitterungslehme erstellt werden, kann sich Niederschlagswasser aufstauen. Eine dauerhafte Drainierung/Ableitung ist zu empfehlen.

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 14

---

## 8.2 Bodenaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeit

Am 24.02.2022 wurde eine repräsentative Bodenprobe entnommen, um chemische Analysen durchzuführen. Die Ergebnisse sind zur weiteren Bewertung im Prüfbericht zur Analytik in der **Anlage 7** aufgelistet.

Die orientierende Analytik hat ergeben, dass die Korrosionsbelastung von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen **nach DIN 50929-3:2018-03 niedrig, Bodenklasse I b**, ist. Die **Korrosionswahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion (ohne Deckschicht) ist sehr gering**, die **Wirkung der Deckschicht von feuerverzinktem Stahl ist sehr gut (für Loch und Muldenkorrosion)**.

**Feuerverzinkte Stähle** sollten **nach DIN 50929-3:2018-03, Tabelle 6 nur verwendet** werden, wenn die **Schutzwirkung der Feuerverzinkung mindestens befriedigend** ist.

Der im Labor **geringste (über die Leitfähigkeit) gemessene spezifische Bodenwiderstand** beträgt  $\rho = 71,43 \Omega\text{m}$ .

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 15

## 9 Schlussbemerkungen

Die vorliegende Dokumentation beschreibt die durch die Bodenaufschlüsse und Felduntersuchungen festgestellten Baugrundverhältnisse in geologischer, bodenmechanischer und hydrologischer Hinsicht. Die bautechnischen Aussagen beziehen sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens bekannten Planungs- und den sich durch die Aufschlüsse ergebenden Kenntnisstand. Bei Fortschreibung und insbesondere Änderung der Planung sowie bei neuen Erkenntnissen zum beurteilten Themenkomplex muss der Gutachter zur weiteren Beratung hinzugezogen werden. Dies gilt insbesondere, wenn Abweichungen gegenüber den erwähnten Annahmen bzw. der Baugrundbeschreibung vorliegen.

*Bernhard Frauscher*



Geologe Mag. Bernhard Frauscher  
Beratender Ingenieur

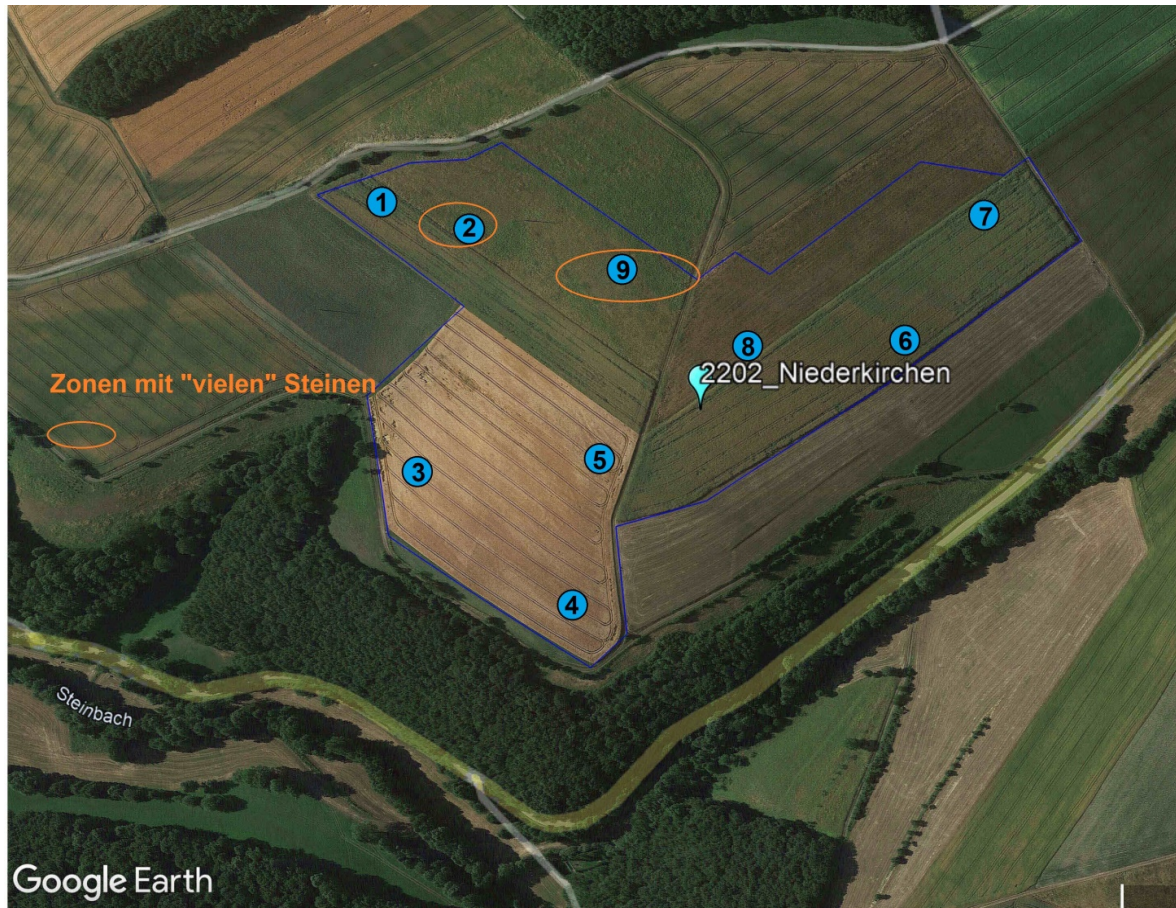
### Verteiler

Herr Bernd Zimmermann, ABO Wind AG, per Email

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 16

Anlage 1



Lageplan mit Aufschlusspunkten



Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 17

## Anlage 2

### Boden- und Felsarten



Mudde, F, organische Beimengungen, o



Mutterboden, Mu



Steine, X, steinig, x



Kies, G, kiesig, g



Feinsand, fS, feinsandig, fs



Sand, S, sandig, s



Schluff, U, schluffig, u



Ton, T, tonig, t

### Korngrößenbereich

f - fein  
m - mittel  
g - grob

### Nebenanteile

' - schwach (<15%)  
- - stark (30-40%)

### Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

## Legende

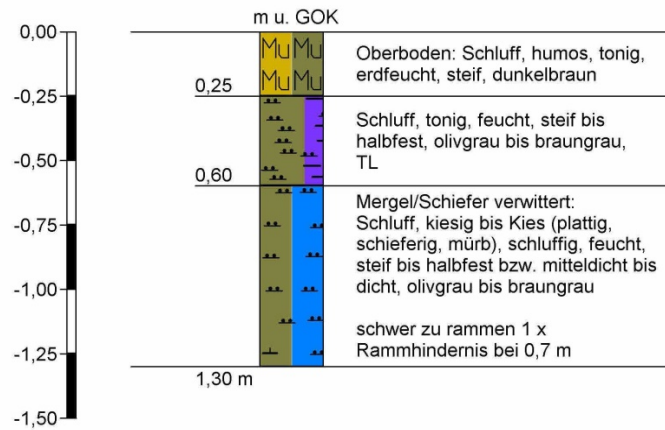
FRAUSCHER

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
 Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

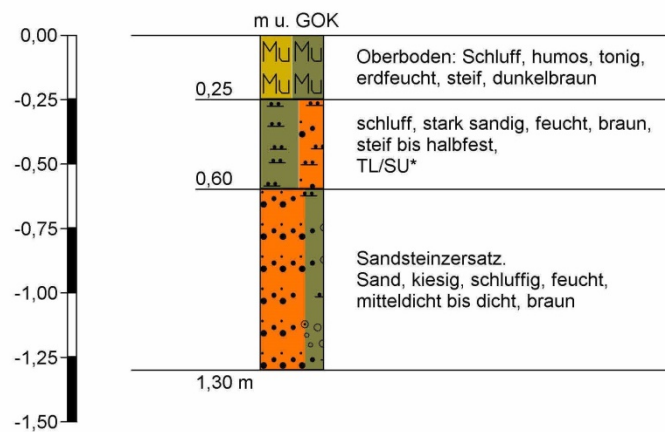
12.05.2022  
 Seite 18

Anlage 3

Profile Niederkirchen 1 bis 4, 6, 7



Profile Niederkirchen 5, 8, 9



Bodenprofil / Baugrundmodell

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 19

Anlage 4

**Schrägzugversuche - Tabellarische Darstellung der Versuchsergebnisse**

Vertikale und Horizontale Verformungen bei einer im Winkel von  $20^\circ$  einwirkenden Kraft  
(Einwirkung von Windlasten auf die Gründungskonstruktion)

Kraftansatz: 1 m über GOK

Last - Vertikalverformung (Hebung)												
Ramm- Stütze	Laststufen											
	einwirkende Kraft R											
	0	23	46	69	92	115	138	161	0	0	0	[bar]
	0,00	3,22	6,44	9,66	12,88	16,10	19,32	22,54	0,00	0,00	0,00	[kN]
anteilig wirkende Normalkraft N												
0	3,03	6,05	9,08	12,10	15,13	18,16	21,18	0,00	0,00	0,00	[kN]	
Nr.	E.T.	Vertikalverformung $s_v$ (Hebung)										
1	1,0	0	0,00	0,05	0,42	0,92	1,58	2,32			2,02	
2	0,7	0	1,02	5,63	15,86						14,31	
3	1,2	0	0,00	0,00	0,00	1,01	27,25				24,12	
4	1,2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,08	0,08	0,02		
5	1,2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,32	14,63	11,01		
6	1,2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	2,98		1,87		
7	1,3	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,32		
8	1,3	0	0,00	0,00	2,32	7,63	15,86	31,69		28,31		
9	1,2	0	0,00	0,00	0,52	1,23	3,62	5,62		3,11		

Tabelle 4: Vertikalverformung

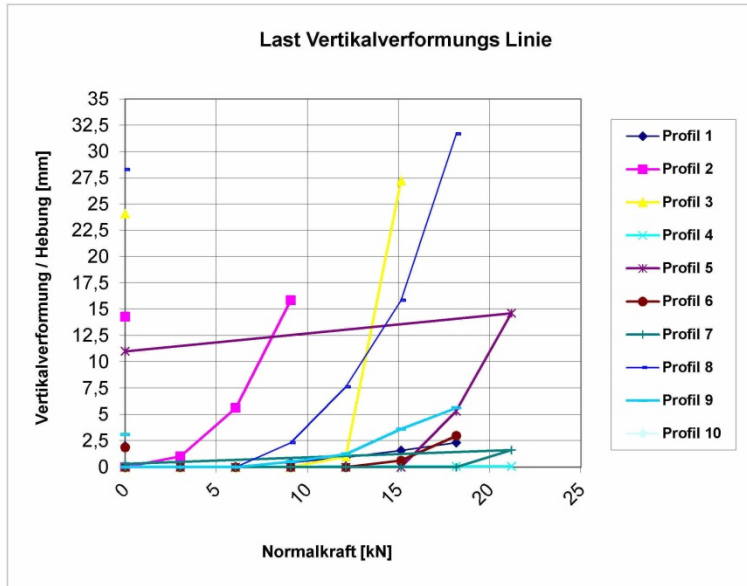
Last - Horizontalverformung												
Ramm- stütze	Laststufen											
	einwirkende Kraft R											
	0	23	46	69	92	115	138	161	0	0	0	[bar]
	0	3,22	6,44	9,66	12,88	16,10	19,32	22,54	0,00	0,00	0,00	[kN]
anteilig wirkende Horizontalkraft V												
0	1,10	2,20	3,30	4,40	5,51	6,61	7,71	0,00	0,00	0,00	[kN]	
Nr.	E.T.	Horizontalverformung $s_h$										
1	1,0	0	1,61	5,42	9,62	14,08	19,12	25,36			2,98	
2	0,7	0	4,01	8,62	16,93						6,01	
3	1,2	0	2,98	6,61	11,00	14,62	27,71				3,54	
4	1,2	0	1,32	3,63	6,52	12,63	16,96	24,01	32,62	2,41		
5	1,2	0	3,01	6,82	10,62	15,73	21,26	29,65	37,26	3,98		
6	1,2	0	2,23	4,51	7,98	13,52	21,96	31,69		4,01		
7	1,3	0	1,91	3,86	6,91	11,01	17,69	24,12	31,02	2,61		
8	1,3	0	2,86	5,52	9,63	15,21	24,63	35,02		3,81		
9	1,2	0	2,01	5,31	9,01	14,63	20,87	29,01		3,22		

Tabelle 5: Horizontalverformung

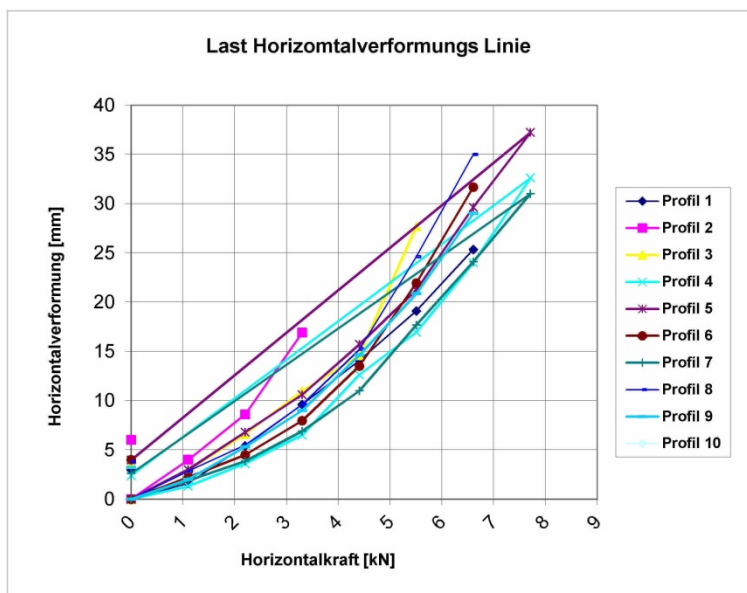
E.T. .... Einbindetiefe der Rammstütze im Untergrund [m]

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 20



Gemessene vertikale Verformung



Gemessene Horizontale Verformung

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

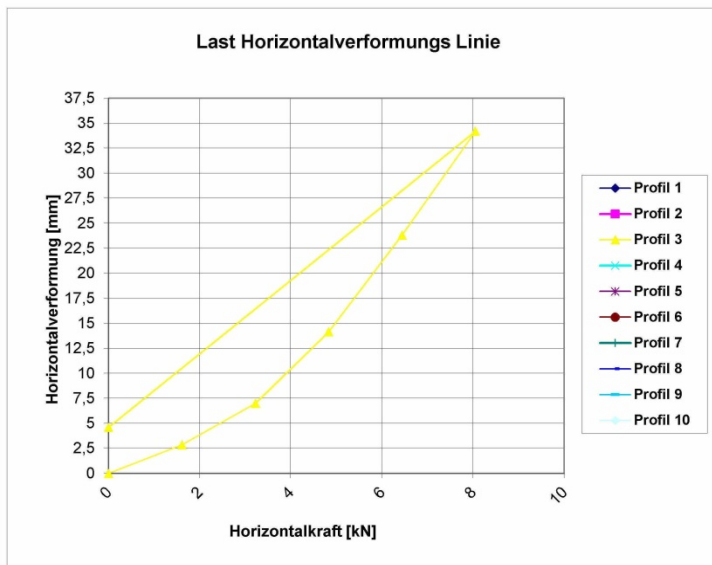
12.05.2022  
Seite 21

Anlage 5

Horizontal Druckversuch

Last - Horizontalverformung											
Ramm- stütze	Laststufen										
	einwirkende Kraft										
	0	12	23	35	46	58	0	0	0		[bar]
	0	1,61	3,22	4,83	6,44	8,05	0,00	0,00	0,00	0,00	[kN]
	Horizontalkraft V										
	0	1,61	3,22	4,83	6,44	8,05	0,00	0,00	0,00	0,00	[kN]
Nr.	E.T.	horizontale Verformung $s_h$									
3	1,2	0	2,87	7,01	14,16	23,81	34,21	4,62			

Tabelle 6: Horizontalverformung



Gemessene Horizontale Verformung

Horizontal Druckversuch

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

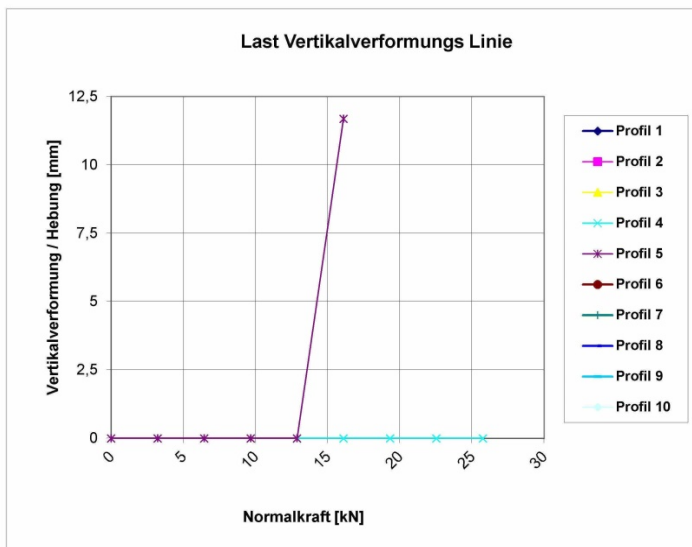
12.05.2022  
Seite 22

Anlage 6

Axialer Zugversuch

Last Verformungskurve												
Ramm- stütze	Laststufen einwirkende Kraft											
		0	23	46	69	92	115	138	161	184		[bar]
	0,00	3,22	6,44	9,66	12,88	16,10	19,32	22,54	25,76	0,00	0,00	[kN]
axiale Zugkraft kN												
	0	3,22	6,44	9,66	12,88	16,10	19,32	22,54	25,76	0,00	0,00	[kN]
Nr.	E.T.	Vertikalverformung $s_v$ (Hebung)										
4	1,2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
5	1,2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,68				

Tabelle 7: Vertikalverformung



Gemessene vertikale Verformung

Axialer / Vertikaler Zugversuch

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 23

## Anlage 7

**Dr. Graner & Partner GmbH**  
Labor für analytische und pharmazeutische Chemie  
Sachverständigenbüro

Dr. Graner & Partner GmbH, Lochhausener Str. 205, 81249 München

GeoPol - Bulenda & Hirschmann GbR  
Simsseestraße 194

D-83071 Stephanskirchen

Ihre Ansprechpartner im  
Umweltbereich:

**Herr Dr. Daniel Kasper**  
d.kasper@labor-graner.de  
+49 (0) 89 863005-46

**Herr Markus Neurohr**  
m.neurohr@labor-graner.de  
+49 (0) 89 863005-65

**Frau Yvonne Neurohr**  
y.neurohr@labor-graner.de  
+49 (0) 89 863005-41

München, 15.03.2022

### Prüfbericht 2213955

Auftraggeber: GeoPol - Bulenda & Hirschmann GbR  
Projektleiter: Frau Protze  
Auftragsnummer:  
Auftraggeberprojekt: 2569 Frauscher Photovoltaik Niederkirchen  
Probenahmedatum: 24.02.2022  
Probenahmeort:  
Probenahme durch: Auftraggeber  
Probengefäße: Kunststoff-Beutel  
Eingang am: 09.03.2022  
Zeitraum der Prüfung: 09.03.2022 - 15.03.2022  
Prüfauftrag:

#### Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung,  
Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung,  
Abgrenzungsfragen AMGLFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann  
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922  
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07  
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: info@labor-graner.de  
Website: www.labor-graner.de



Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 24

Probenbezeichnung:	Niederkirchen 0-1,3m			
Probenahmedatum:	24.02.2022			
Labornummer:	2213955-001			
Material:	Feststoff, Fraktion < 5 mm			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
Anteil >5mm	38,1	%		
Anteil <5mm	61,9	%		
Abschlämmbarer Anteil	65,5	% TS		
pH-Wert (Suspension in CaCl <sub>2</sub> -Lösung)	7,3			DIN 19684-1
Trockenrückstand	88	%		DIN EN 14346: 2007-03
Säurekapazität (pH 4,3)	7,2	mmol/kg TS	0,4	DIN 38409-7: 2005-12
Basekapazität	u.d.B.	mmol/kg TS	0,5	DIN 38409-7: 2005-12
Sulfat (im Salzsäureauszug)	u.d.B.	mmol/kg TS	2	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Chlorid (im wässrigen Auszug)	u.d.B.	mmol/kg TS	0,2	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Sulfat (im wässrigen Auszug)	0,15	mmol/kg TS	0,09	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
Neutralsalze c(Cl) + 2 c(SO <sub>4</sub> )	0,30	mmol/kg TS		berechnet
Sulfid	u.d.B.	mg/kg TS	0,1	DIN 38405-27: 1992-07



Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
 Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
 Seite 25

Probenbezeichnung:	Niederkirchen 0-1,3m			
Probenahmedatum:	24.02.2022			
Labornummer:	2213955-001			
Material:	Feststoff, Fraktion < 5 mm			
	Gehalt	Einheit	BG	Verfahren
<b>Bestimmungen im Eluat - (DIN 50929-3)</b>				
Elektrische Leitfähigkeit	140	µS/cm		DIN EN 27888: 1993-11

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 26

**Ergänzung zu Prüfbericht 2213955**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>). Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

BG: Bestimmungsgrenze  
KbE: Koloniebildende Einheiten  
n.a.: nicht analysierbar  
n.b.: nicht berechenbar  
n.n.: nicht nachweisbar  
u.d.B.: unter der Bestimmungsgrenze  
HS: Headspace  
fl./fl.-Extr. flüssig-flüssig-Extraktion  
\* Fremdvergabe

*D. Kasper*

Dr. D. Kasper, Leiter Umweltanalytik

Seite: 4 von 4

Analytik

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 27

### Fotos Baugrundstück



Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 28



Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 29

### Foto Zugversuche



Schrägzug



Horizontal



Axial-/ Vertikal

Auftraggeber: ABO Wind AG, Unter den Eichen 7, 65195 Wiesbaden  
Projekt: PV Niederkirchen - 67700 Niederkirchen

12.05.2022  
Seite 30

### Fotos Bohrkerne

