

**Öffentlich bestellte und vereidigte
Sachverständige und Prüfsachver-
ständige für Erd- und Grundbau**

Darwinstraße 13 · 10589 Berlin
Tel. +49-30-78 90 89-0 · Fax -89
E-Mail office@gudconsult.de
www.gudconsult.de

Standorte
| Berlin | Leipzig | Hamburg
| Köln | Frankfurt/M. | Athen

Stellungnahme zu möglichen Wasserwegigkeiten infolge der Rammpfahlherstellung Windpark Uplengen

Auftraggeber: ENOVA Power GmbH
Steinhausstraße 112
26831 Bunderhee

Bearbeiter: Dr.-Ing. F. Kirsch
Dr.techn. A. Tributsch

Berlin, den 27.09.2023

Berichtsnummer: G186_23_STN01_Rev00

Diese Stellungnahme umfasst inkl. Deckblatt 10 Seiten.

K:\WP_Uplengen_G186.23\BERICHTE-GUTACHTEN\STN01_Wasserwegigkeit infolge
Pfahlherstellung\G186_23_STN01_Rev00_Wasserwegigkeit_Ki.docm

**Gutachten
Beratung
Planung
Bauüberwachung**

Geschäftsführer und Prokuristen
Dr.-Ing. Silke Appel
Dr. rer. nat. Götz Hirschberg
Dr.-Ing. Fabian Kirsch¹
Dr.-Ing. Jens Mittag¹
Dipl.-Ing. Univ. Nikolaus Schneider
Dipl.-Ing. Kerstin Deterding (ppa.)⁴
Dipl.-Ing. Hilmar Leonhardt (ppa.)
Dr. techn. Bert Schädlich (ppa.)

Senior-Berater
Prof. Dr.-Ing. Kurt-M. Borchert²
Dipl.-Ing. Hans L. Hebener
Prof. Dr.-Ing. Thomas Richter³
em. Univ. Prof. Dr.-Ing. Stavros Savidis

¹ Anerkannter Prüfsachverständiger für den Erd- und Grundbau.
² von der IHK Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baugruben, Injektionen und Bauwerksabdichtungen im Untergrund.
³ von der IHK Berlin öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Gründungen, Wasserhaltungen, Erschütterungen im Baugrund.
⁴ EBA-Gutachter für Geotechnik bei Bau-maßnahmen im Eisenbahnbau.

Revisionsblatt für Bericht G186_23_STN01_Rev00

Revision	Datum	Bemerkung	erstellt	geprüft / freigegeben
00	27.09.2023	Übergabe	Ki/AlTr	Ki

INHALTSVERZEICHNIS

1	VERANLASSUNG / AUFGABENSTELLUNG	4
2	UNTERLAGENVERZEICHNIS	6
	2.1 Unterlagen	6
	2.2 Normen und Richtlinien	6
3	STELLUNGNAHME	7

1 VERANLASSUNG / AUFGABENSTELLUNG

Für das Genehmigungsverfahren für den Windpark Uplengen-Firreler Weg wurden im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung Stellungnahmen erstellt, die den potenziellen Eintrag von Schadstoffen in den tieferen Untergrund entlang der Pfahlgründung thematisieren.

Zwei der drei geplanten Windenergieanlagen (WEAs) stehen in einem Wasserschutzgebiet (Schutzzone IIIB). Durch die Pfahlgründung wird eine Geschiebelehmschicht durchstoßen, die eine Sperrschicht zwischen dem oberen Grundwasserstockwerk und dem unterem Hauptgrundwasserleiter bildet. Für die Gründung der Windenergieanlagen sind Fertigteile-Rammpfähle (42 Stück je WEA, 40 cm x 40 cm, Länge 18 m bis 20 m) vorgesehen.

Mit [U 1] erhielten wir eine Zusammenfassung der Einwendungen im Rahmen des Genehmigungsverfahrens.

Mit Schreiben vom 06.09.2023 wurden wir von der ENOVA Power GmbH auf der Grundlage unseres Angebotes A 524/23 vom 06.09.2023 beauftragt, zu den folgenden Punkten sachverständig Stellung zu beziehen:

1. Besteht ein hydraulischer Kurzschluss beim Einsatz der Fertigteile-Rammpfähle, bzw. ist die Sperrwirkung zwischen beiden Grundwasserstockwerken nicht mehr gewährleistet bzw. besteht die Möglichkeit einer Wasserwegigkeit zwischen unterschiedlichen Baugrundsichten infolge der Pfahlherstellung?
2. Wie verhält sich der Geschiebelehm unter den durch die WEA eingetragenen Bodenschwingungen und ist eine Bodenverflüssigung mit dem Verlust der abdichtenden Wirkung möglich bzw. besteht die Möglichkeit einer Wasserwegigkeit entlang von Pfählen aufgrund dynamischer Anregungen der Windenergieanlagen, die für eine Verflüssigung des Baugrundes im Nahbereich der Pfähle sorgen.
3. In welchem Umfang entstehen aus dem Betrieb der WEA Schwingungen, welche auch in weiter entfernten Gebäuden als Erschütterungen spürbar sind?

Mit [U 2] liegt ein zugehöriger geotechnischer Entwurfsbericht inkl. Baugrundbeschreibung und Gründungsempfehlung vor. Eine Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse ist in [U 3] enthalten.

Der vorliegende Bericht behandelt unsere sachverständige Beantwortung der Fragestellung 1.

2 UNTERLAGENVERZEICHNIS

2.1 Unterlagen

- [U 1] Datei: 230712_UPL_Zusammenfassung Stellungnahmen Bodenschwingungen Wasserschutz.pdf, ENOVA per E-Mail, ohne Datum
- [U 2] Geotechnischer Entwurfsbericht, Errichtung Windpark mit 3 Windenergieanlagen, Firreler Weg, 26670 Uplengen, Geonovo, 21.12.2021
- [U 3] Hydrogeologisches Gutachten, WP Uplengen H&M Ingenieurbüro 23.11.2021

2.2 Normen und Richtlinien

- [R 1] EC7-Handbuch T1, Handbuch des Eurocodes 7, Bd. 1, 1. Aufl., Ausgabe 2011, Beuth Verlag GmbH
- [R 2] EC7-Handbuch T2, Handbuch des Eurocodes 7, Bd. 2, 1. Aufl., Ausgabe 2011, Beuth Verlag GmbH
- [R 3] Freie und Hansestadt Hamburg, Umweltbehörde: Merkblatt zu den Anforderungen an Pfahlgründungen auf kontaminierten Standorten in Hamburger Marschgebieten aus Sicht des Gewässerschutzes
- [R 4] DIN EN 12699, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Verdrängungspfähle

3 STELLUNGNAHME

Der Baugrund an den Standorten ist vereinfacht von folgender genereller Schichtenabfolge gekennzeichnet:

- Schicht 0: Oberboden / Auffüllung
- Schicht 1: Feinsand / Schluff
- Schicht 2: Geschiebelehm
- Schicht 3: bereichsweise Organik (Torf)
- Schicht 4: Feinsand

Oberflächennahes Grundwasser wurde in den Aufschlüssen zwischen 1,0 m und 3,9 m unter GOK angetroffen. Die Schichten 1 (Schluff) und 2 stellen dabei aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeiten eine grundwasserstauende Schicht dar.

Gem. Baugrundgutachten werden zur Gründung der Windenergieanlagen Vollverdrängungsbohrpfähle System FUNDEX oder Stahlbeton-Fertigrammpfähle empfohlen. Zur Ausführung sollen Fertigrammpfähle kommen. Diese tragen die Bauwerkslasten in den unterhalb der stauenden Schichten anstehenden tragfähigen Feinsanden (Schicht 4) ab.

Die Herstellung von Fertigrammpfählen erfolgt gem. DIN EN 12699 unter Einsatz von Rammeinrichtungen, i.d.R. mäklergeführten Hydraulikhämmern (Rambären) – vgl. Bild 1.

Das Rammgut (Pfahl) ist im vorliegenden Fall ein im Querschnitt quadratischer Stahlbetonkörper – vgl. Bild 2. Unter Zuhilfenahme der Schlagenergie des Rambären wird dieser in den Baugrund eingetrieben. Dabei verdrängt der Pfahl den Boden seitlich, so dass eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Pfahloberfläche und Boden mit gegenüber dem Ausgangszustand erhöhten Normalspannungen entsteht.

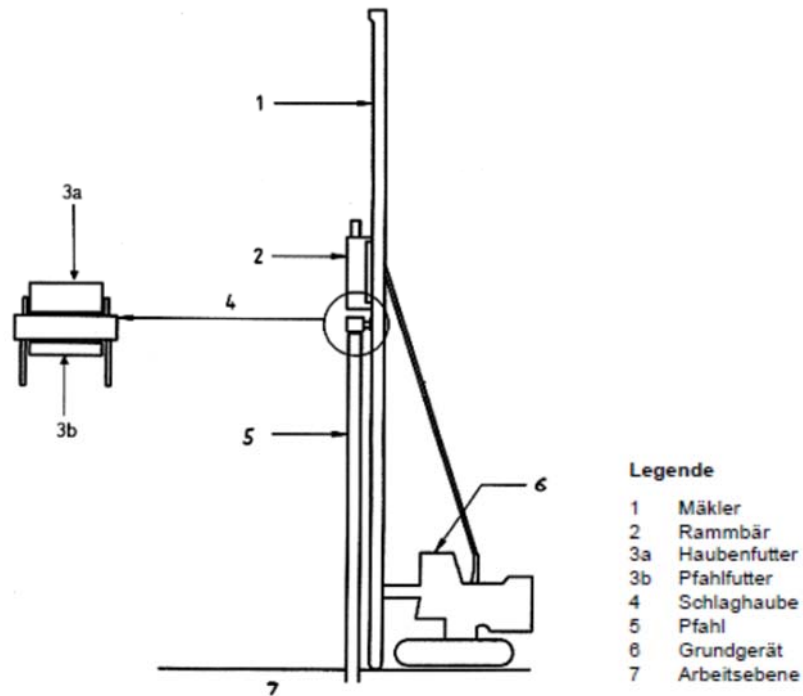


Bild 1: Beispiel für eine Ramme mit Rambbär (aus [R 4])

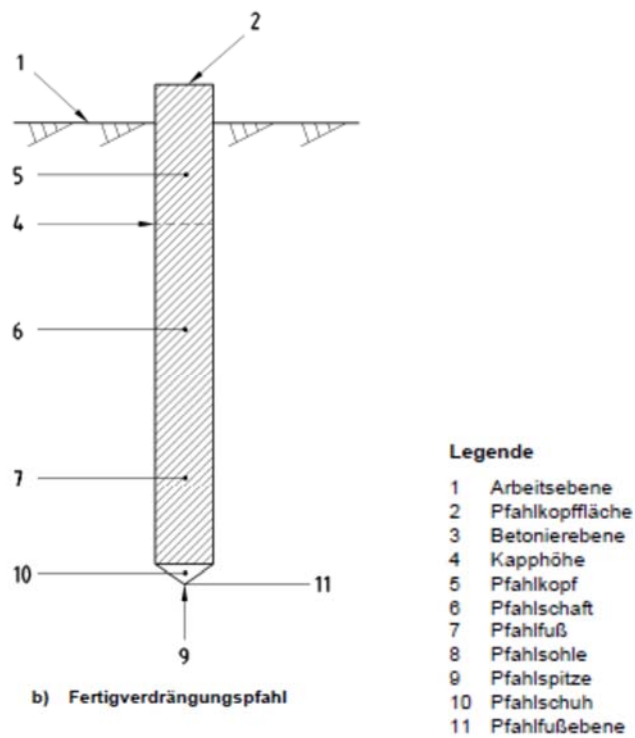


Bild 2: Verdrängungspfahl - Fertigrammpfahl (aus [R 4])

Die hier als Grundwasserstauer fungierenden Schichten 2 und 3 (Schluff und Geschiebelehm) werden dabei vollständig durchörtert.

Gem. [U 1] wird besorgt, dass durch die Pfahlherstellung eine Verschleppung möglicherweise schadstoffbelasteten Materials in die unter den stauenden Schichten anstehenden Böden erfolgt oder dass infolge der Pfahlherstellung Wasserwegigkeiten entstehen.

Dabei ist unter anderem Augenmerk auf einen am Pfahlfuß sich möglicherweise einstellenden Bodenpfropfen zu legen, der entsteht, wenn der Fertigpfahl bspw. mit einem ebenen, horizontalen Pfahlfuß in den Untergrund gerammt wird. Wasserwegigkeiten am Pfahlmantel sind bei Fertigrammpfählen aufgrund der oben beschriebenen verdrängenden Einbringung mit den entstehenden erhöhten Normalspannungen am Pfahlschaft nicht zu befürchten.

Derartige Situationen sind durch geeignete Maßnahmen zu verhindern, dazu zählen:

- Einsatz einer Dichtungsplombe
- Einsatz von Pfahlspitzen mit geringem Öffnungswinkel ($\leq 60^\circ$)

Gem. [R 3] ist für vergleichbare Situationen in Hamburger Marschgebieten, bei denen zum Teil erhebliche Kontaminationen oberhalb von grundwasserstauenden Weichschichten anzutreffen sind, in Abhängigkeit von:

- Hydrogeologische Situation (Stauwasser ja/nein)
- Schadstoffkonzentration
- Mächtigkeit der geologischen Barriere (Stauer)

evtl. eine oder beide der obigen Maßnahmen zu wählen.

Für die Übertragung auf die vorhandene Situation wird von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

- Oberhalb des Stauers steht Grundwasser als Stauwasser an.
- Hinweise auf eine relevante Schadstoffkonzentration oberhalb der Schwellwerte liegen nicht vor.
- Die Mächtigkeit des Stauers wird mit >2m bis 5m angesetzt.

Für derartige Situationen kann aus gutachterlicher Sicht gem. [R 3] selbst bei einer relevanten Schadstoffbelastung oberhalb der Sanierungsleitwerte auf eine Dichtungsplombe verzichtet werden. Jedoch sind bei Einsatz von Stahlbeton-Fertigrammpfählen diese mit einer Pfahlspitze mit einem Öffnungswinkel von 60° auszustatten. Die Spitze ist dabei derart auszubilden, dass keine Überschnitte entstehen.

Berlin, den 27.09.2023



Dr.-Ing. F. Kirsch



Dr.techn. A. Tributsch