

**Windpark Rödelhausen
Abschätzung der
Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung
für den Standort der WEA 1**

Auftraggeber: Höhenwind-Park GmbH
Kornfortstrasse 15
56068 Koblenz

Datum: 14.04.2021

Projekt.: 21050-1

pdf. Ausfertigung

Der vorliegende Bericht umfasst 13 Seiten und 4 Anlagen. Er ist nur für den Auftraggeber bestimmt und in seiner Gänze gültig. Er darf nicht auszugsweise vervielfältigt und nur für den angegebenen Zweck verwendet werden. Eine Haftung gegenüber Dritten wird ausdrücklich ausgeschlossen.

INHALT

1	Darstellung der Untersuchungsergebnisse	3
1.1	Allgemeines.....	3
1.2	Bautechnische Angaben.....	4
1.3	Regionale Geologie und Hydrogeologie	4
1.4	Örtlicher Bodenaufbau.....	5
1.5	Bodenmechanische Laboruntersuchungen.....	5
2	Grund- bzw. Schichtwasser	6
3	Ermittlung der Schutzfunktion der Deckschichten	8
4	Hydrogeologische Betrachtung zum Gefährdungspotenzial	11
4.1	Minderung Schutzfunktionswerte durch Bodeneingriffe.....	11
4.2	Verwendete Betriebsstoffe	11
4.3	Gefährdungsabschätzung.....	12
5	Schlussbemerkungen	13

ANLAGEN

1. Übersichtskarte, M. 1: 25.000
2. Lagepläne
 - 2.1 Lageplan WEA mit Trinkwasserschutzgebietszonen, M. 1 : 5.000
 - 2.2 Lageplan Bohraufschlüsse, M. 1 : 1.000
3. Bodenprofile BS 1 und BS 2, M. 1 : 50
4. Bodenmechanische Untersuchungen

1 Darstellung der Untersuchungsergebnisse

1.1 Allgemeines

Die Höhenwind-Park GmbH plant zwischen Kludenbach, Todenroth und Rödelhausen die Errichtung des Windparks Rödelhausen aus drei linear in Nordost-Südwest-Richtung angeordnete Windenergieanlagen. Der Standort der nördlichsten Anlage (WEA 1) die ca. 1,7 km westlich von Kludenbach (vgl. Anlage 1) liegt in der Zone III des im Verfahren befindlichen Trinkwasserschutzgebiets (TWSG) „Kludenbach / Kappel“ im direkten Zustrom des Entnahmefunnens „Kludenbach“ Nr. 301854043. Die Entfernung zwischen WEA 1 und Entnahmefunnens beträgt ca. 850 m bei einer Höhendifferenz von rd. 20 m (vgl. Abbildung 1).

Aufgrund der Lage im Wasserschutzgebiet fordert die Struktur- und Genehmigungsdi- rektion SGD Nord mit Schreiben vom 11.02.2021 ein hydrogeologisches Gutachten, dass die Gefährdung des Trinkwasserbrunnens durch den Bau der Anlage näher un- tersucht. Neben bautechnischen Vorgaben und zum Einsatz kommende wasserge- fährdende Stoffe für den Betrieb der Anlage sind Angaben zur Schutzfunktion der grundwasserüberdeckenden Schichten am Standort des WEA 1 zu treffen. Eine mitt- lere Schutzwirkung ist gemäß den Vorgaben des Konzepts zur Ermittlung der Schutz- funktion der Grundwasserüberdeckung nach HÖLTING et.al. nachzuweisen.

Zur Klärung der Aufgabenstellung wurde die GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geo- technik mbH am 17.03.2021 über den Projektsteuerer FUTURA Immobilien- & Projek- tierungs-AG & Co.KG beauftragt, die hierzu erforderlichen geo- und hydrogeologi- schen Untersuchungen durchzuführen.

Als Grundlage für die Untersuchungen sind uns mit Auftragsvergabe vom Projektsteu- erer Lagepläne im Maßstab 1 : 5.000 und 1 : 25.000, Angaben zu Betriebsstoffen mit jeweiligen Sicherheitsdatenblättern, ein Brandschutzkonzept sowie der Prüfbericht des Prüfamts für Standsicherheit für die bautechnische Prüfung von Windenergiean- lagen (TÜV Süd) mit den entsprechenden bautechnischen Angaben vorgelegt worden.

Am 25.03.2021 erfolgte die Baugrunderkundung durch zwei Kleinrammbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22475-1 bis max. 6 m Tiefe (vgl. Anlage 2.2). Anzahl und Lage der Aufschlüsse war zuvor mit dem Auftraggeber und der SGD Nord abgestimmt wor- den, wonach die Bohrung BS 1 am Fundament der WEA 1 und die Bohrung BS 2 im Abstand von rd. 200 m auf der Zuwegung im Bereich der geplanten Kabeltrasse ab- geteuft wurde.

Während der Ausführung der Bohrungen wurde eine bodenmechanische Ansprache des anstehenden Bodens durchgeführt und das Ergebnis entsprechend der Anleitung der DIN 4022 zur Benennung und Beschreibung von Böden aufgezeichnet. In An- lage 3 ist das Bodenprofil nach den Vorgaben der DIN 4023 dargestellt.

Aus der Bohrung wurden insgesamt 16 Bodenproben entnommen. An ausgewählten Proben wurden in unserem Erdbaulabor die natürlichen Wassergehalte und die Korn- verteilung nach DIN EN ISO 17892-4 bestimmt (vgl. Anlage 4). Alle übrigen Proben werden über max. 6 Monate eingelagert und stehen für evtl. weitere bodenmechani- sche und umweltchemische Untersuchungen zur Verfügung.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden nach Lage auf vorhandene Grundstücksgrenzen Anlagen eingemessen (vgl. Anlage 2).

1.2 Bautechnische Angaben

Die Windenergieanlage WEA 1 soll westlich von Kludenbach auf einem bewaldeten Höhenrücken ca. 250 m westlich der K 11 in der Gemarkung Kappel, Flur 17, Flurstück 3/8 errichtet werden (vgl. Anlage 1). Nördlich verläuft im Abstand von ca. 580 m die L 193 (Hunsrückhöhenstraße). Der Zuweg erfolgt von der K 11 über einen Forstweg. Parallel der Zuwegung sind die versorgungstechnischen Einrichtungen der Anlage vorgesehen (vgl. Anlage 2.2). Das Baugelände liegt am Waldrand und fällt schwach nach Osten zur K 11 ab.

Bei der geplanten WEA 1 handelt es sich um den Typ VESTAS V 136 mit 132 m Nabenhöhe und einem Rotordurchmesser von 136 m. Die Nennleistung der Anlage liegt bei 3,45 MW. Die durch die WEA überstichene Fläche beträgt rd. 14.500 m². Für die Gründung ist ein kreisrundes Stahlbetonfundament mit einem Durchmesser von 22,4 m mit Ankerkorb für einen Stahlrohturm vorgesehen. Die Fundamenthöhe beträgt in der Mitte max. 2,4 m und wird bis auf 0,7 m am Fundamentrand abgeschrägt. Mittig ist ein im Durchmesser rd. 7,5 m großer Betonsockel für den Turmfuß aufgesetzt, so dass die Gesamthöhe des Fundaments im Sockelbereich ca. 3,4 m beträgt.

Die Einbindetiefe in den gewachsenen Baugrund wird gemäß statischer Berechnung mit 2,895 m unter Gelände und somit als maßgebliche Fundamentunterkante für geotechnische Nachweise festgelegt. Die Fundamentunterkante im Zentrumsbereich wird mit max. -3,110 m angegeben. Seitlich und über der Abschrägung wird das Betonfundament mit einer Bodenauflage überschüttet.

1.3 Regionale Geologie und Hydrogeologie

Das vorgesehene Baugelände verläuft gemäß den Angaben der Topografischen Karte Blatt 6010 Kirchberg auf einer Meeresspiegelhöhe von rd. 430 mNN im Bereich der Zuwegung und 434 mNN am Standort des WEA 1.

Das Untersuchungsareal liegt im Hunsrück, einem Teil des Rheinischen Schiefergebirges. Den tieferen Untergrund bilden Gesteine aus dem Devon. Die älteren Gesteine werden meist von Hanglehmen und Hangschuttdecken sowie Talfüllungen aus Kiesen, Sanden und Auenlehmen überdeckt.

Nach der digitalen Geologischen Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz im Maßstab 1 : 300.000 des Landesamts für Geologie und Bergbau (LGB) stehen im Bereich des Untersuchungsgebietes unterdevonische Tonschiefer bis in große Tiefen an. Dieses Gestein ist meist oberflächennah verwittert und weist eine unterschiedlich mächtige Deckschicht aus Verwitterungslehm und Hangschutt auf. Als jüngste Einheit sind im Bereich des Baugeländes tertiäre Sedimente der Rupeltransgression beschrieben, die lokal als pliozäne, tonige bis kiesige Terrassensedimente mit Bänken aus Süßwasserquarzit und Eisen-Mangan-Krusten auftreten.

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind direkt von den geologischen abzuleiten. Demnach kommt Grundwasser in den tiefer liegenden Festgesteinen überwiegend in Klüften vor.

1.4 Örtlicher Bodenaufbau

Im Bereich des WEA 1-Standorts (BS 1) tritt als oberste Schicht ein brauner, stark humoser, durchwurzelter **Oberboden (Schicht 1a)** in einer Mächtigkeit von rd. 0,3 m auf. Abweichend hiervon sind im Bereich der geplanten Zuwegung (BS 2) ebenfalls 0,3 m mächtige **Auffüllungen (Schicht 1b)** aus stark schluffigem, sandige Kies anzutreffen, die als Befestigung des hier verlaufenden Forstwegs gedeutet werden.

Darunter folgt in beiden Bohrungen bis in 3 m (BS 1) bzw. 5,5 m (BS 2) Tiefe ein oberflächennah grau bis graubraun gefärbter, zur Tiefe kontinuierlich hellbrauner bis ockerfarbiger **Verwitterungslehm (Schicht 2)**. Im bodenmechanischen Sinn ist dieser als wechselnd kiesiger und sandiger, toniger Schluff in steifer bis halbfester Konsistenz anzusprechen.

In der BS 1 geht ab 3 m Tiefe der Schluff in einen schwach sandigen, schwach kiesigen, schluffigen, hellgrauen bis graubraunen Ton über, der als stark mürb verwitterter **Felszersatz (Schicht 3)** ohne strukturelle Gesteinseigenschaften auftritt und somit im bodenkundlichen Sinn als Lockergestein klassifiziert werden kann. Die Konsistenz wird bis 4 m Tiefe als steif, mit zunehmender Tiefe als halbfest bis fest beschrieben. In 5,4 m Tiefe musste die BS 1 wegen mangelndem Bohrfortschritt abgebrochen werden, was auf einen stärkeren Mineralverbund und damit höhere Gesteinsfestigkeit hinweist. In der BS 2 setzt die Schicht 3 erst in rd. 5,5 m Tiefe in v.g. feinkörniger Ausbildung und tendenziell rotbrauner Färbung ein, geht aber bereits in wenigen Dezimetern in stärker verfestigten Felsersatz über, so dass die BS 2 in 6 m Tiefe wegen zu hohem Eindringwiderstand abgebrochen werden musste.

Die gemäß geologischer Karte vorkommenden Tertiärablagerungen wurden im Rahmen der vorliegenden Bohrungen nicht aufgeschlossen. Alle Böden sind kalkfrei.

1.5 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Im bodenmechanischen Labor wurden an zwei Proben aus dem Verwitterungslehm (Schicht 2) und 4 Proben aus dem Tonschieferfelsersatz (Schicht 3) die natürlichen **Wassergehalte** nach DIN EN ISO 17892-1 bestimmt (vgl. Anlage 4.1 bzw. Tabelle 1). Die Bestimmung erfolgte zum Teil an Mischproben, die wie folgt zusammengestellt sind:

- MP Verwitterungslehm (Schicht 2)
aus BS 2-3 bis 2-7 Tiefe 0,8 – 5,5 m
- MP Felsersatz (Schicht 3)
aus BS 1-5 bis BS 1-8 Tiefe 3,0 – 5,4 m

Die gemessenen natürlichen Wassergehalte variieren im Verwitterungslehm zwischen ca. 17,9 – 19,6 % und im mürb verwitterten Tonschieferfelsersatz zwischen 10,7 – 18,7 %. Die Wassergehalte liegen damit im üblichen Schwankungsbereich dieser Böden.

Tab. 1 Zusammenstellung der Wassergehaltsbestimmungen.

Schicht	Probe	Tiefe [m]	Wassergehalt [%]
2: Verwitterungslehm	BS 2-5	2,8 – 3,8	19,6
	MP Verwitterungslehm	0,8 – 5,5	17,9
3: Felszersatz	BS 1-6	3,0 – 4,0	18,7
	BS 1-8	4,8 – 5,4	10,7
	BS 2-8	5,5 – 6,0	17,2
	MP Felszersatz	3,0 – 5,4	15,7

Des Weiteren ist zur Klassifizierung der Böden an der Mischproben MP Verwitterungslehm eine kombinierte Sieb- / Schlämmanalyse bzw. an dem stark feinkörnigen MP Felszersatz die Kornzusammensetzung gemäß DIN EN ISO 17892-4 bestimmt worden (vgl. Anlagen 4.2 – 4.3 bzw. Tabelle 2).

Tab. 2 Zusammenfassung Bestimmung der Kornverteilung.

Schicht	Probe	Tiefe [m]	T + U / S / G [%]	Bodengruppe DIN 18196
2: Verwitterungslehm	MP Verwitterungslehm	0,8 – 5,5	73 / 7 / 20	UL, UM, TL, TM
3: Felszersatz	MP Felszersatz	3,0 – 5,4	76 / 24 / 0	

Beide Mischproben sind als schwach sandige, tonige Schluffe den Bodengruppen UL, UM, TL und TM nach DIN 18196 zuzuordnen, wobei die MP Felszersatz einen geringfügig höherer Feinkornanteil < 0,063 mm aufweist. Das Ergebnis stimmt mit der Feldansprache des Bodens gut überein.

Aus der Kornverteilungskurve lässt sich gemäß HAZEN und BEYER in Abhängigkeit des wirksamen Korndurchmesser d_w und des Ungleichförmigkeitsgrads U die hydraulische Leitfähigkeit (kf-Wert) bestimmen. Streng genommen findet das Verfahren nur für Feinsande und -kiese und nicht für Schluffe und Tone Anwendung. Erfahrungsgemäß kann jedoch für die vorliegenden Böden ein k_f -Wert $\leq 1 \times 10^{-8}$ m/s abgeleitet werden.

2 Grund- bzw. Schichtwasser

Zum Zeitpunkt der Felduntersuchung wurde in keiner der Bohrungen bis zur Endtiefe in max. 6,0 m Schicht- oder Grundwasser angebohrt. Lediglich in der BS 1 wies der unterhalb der Oberbodenschicht auftretende Verwitterungslehm steife bis weiche Bo-

denverhältnisse auf, die auf eine zumindest zeitweilige Vernässung des Bodens hindeuten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich nur um eine kurzfristige Beobachtung handelt und dass die Untersuchungen nach feuchter Witterung stattfanden.

Der Grundwasserspiegel ist meteorologischen und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Eine definitive Aussage zur örtlichen Lage der Grundwasseroberfläche erfordert die Errichtung einer Grundwassermessstelle und deren langjährige Beobachtung.

Gemäß den im Internet veröffentlichten Daten des GIS-Client GDA Wasser des Ministeriums für Umwelt Energie, Ernährung und Forsten (MUEEF) liegt der WEA-Standort innerhalb der Schutzzone III des Trinkwasserschutzgebiets im Entwurf „Kludenbach / Kappel“ mit der Nr. 401842810. Der Abstand des WEA-Fundaments zur Schutzzone II beträgt rd. 250 m, bis zum Schutzzone I rd. 850 m (vgl. Anlage 2.1 und Abbildung 1).

Der Entnahmebrunnen Kludenbach ist vmtl. im silikatisch geprägten Kluftgrundwasserleiter verfiltert, der das Hauptgrundwasserstockwerk bildet. Lokal werden Schichtwasserhorizonte (sogenannte schwebene Grundwasserstockwerke) am Übergang der Deckschichten in den tonig verwitterten Untergrund vermutet, die als natürliche Quellen am Osthang des Höhenrückens auf einer Höhe von rd. 423 mNN austreten und als Nebenarm dem östlich verlaufenden Brühlbachs zufließen.

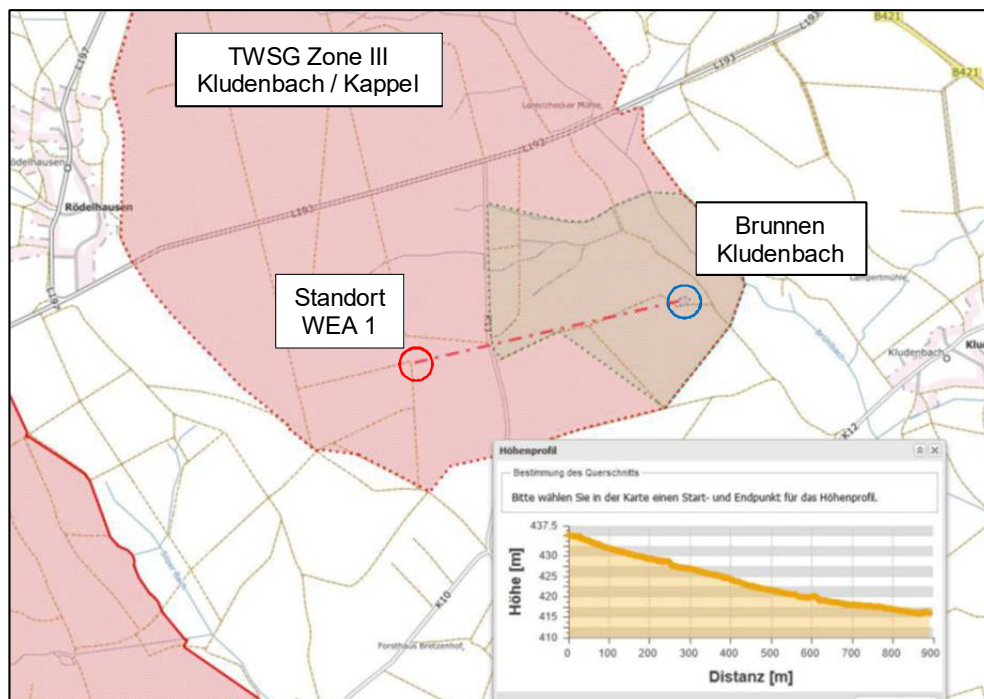


Abb. 1 Lage des Bauvorhabens mit Schutzgebietsgrenzen und Höhenprofil zum Entnahmebrunnen Kludenbach aus GIS-Client GDA Wasser des MUEEF.

Die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung wird im Bereich des Bauvorhabens sowohl gemäß hydrogeologischer Karte des LGB (HÜK 200) als auch gemäß GIS-Client GDA Wasser als mittel angegeben. Die Durchlässigkeit der Deckschichten ist

als gering bis äußerst gering mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k_f \leq 1 \times 10^{-5}$ m/s beschrieben.

Die mittlere Grundwasserneubildungsrate im Plangebiet liegt gemäß Angaben des MUEEF zwischen 75 – 100 mm/a. Z.B. wurde für das Jahr 2020 die Zusickerung des in den Boden infiltrierten Niederschlagswassers zum Grundwasser mit 83 mm angegeben (vgl. Abbildung 2).

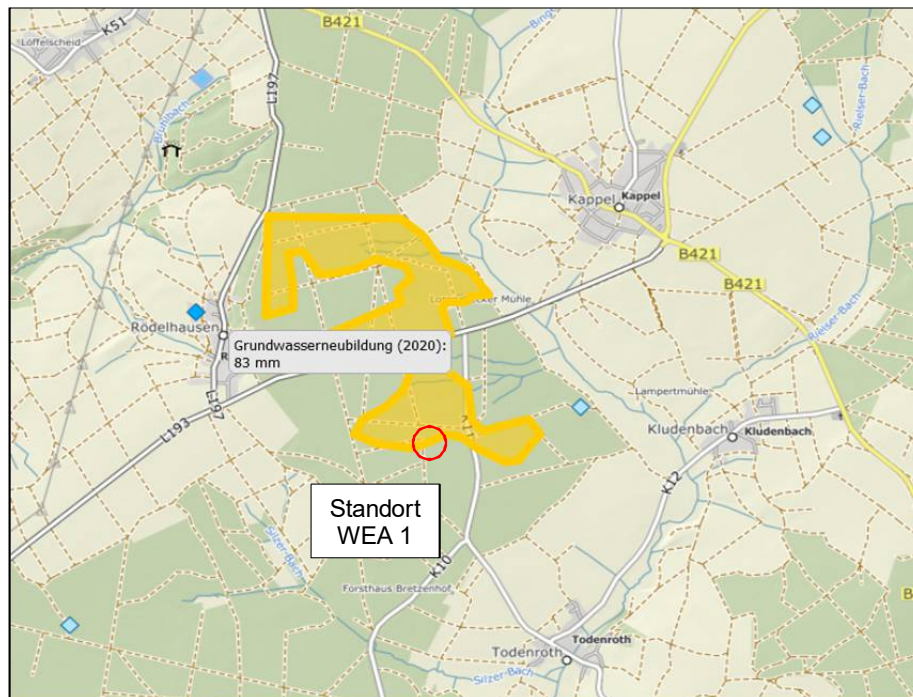


Abb. 2 Grundwasserneubildungsrate aus 2020 für den Bereich des Bauvorhabens aus GIS-Client GDA Wasser des MUEEF.

3 Ermittlung der Schutzfunktion der Deckschichten

Die Beurteilung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung nach dem Konzept von HÖLTING et.al. (1995) wird getrennt für den Boden (oberer Bodenmeter) und den tieferen Untergrund (> 1 m bis zur Grundwasseroberfläche) vorgenommen und unterscheidet mit Hilfe eines Punktbewertungsverfahrens 5 Klassen zwischen sehr geringer und sehr hoher Gesamtschutzfunktion (S_g).

Für die Berechnung der Schutzwirkung des Bodens (S_1) gilt die nutzbare Feldkapazität [nFK] als Maß für die Speicherkapazität und damit Verweildauer des Sickerwassers im Boden. Wohingegen für die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung unterhalb des Bodens (S_2) die geohydraulisch wirksamen Gesteinseigenschaften maßgeblich sind. Die abschließende Bewertung der Gesamtschutzfunktion S_g ergibt sich aus der Summe von S_1 und S_2 .

Die nachfolgende Abschätzung erfolgt auf Grundlage des mit den Bohrungen ange-
troffenen Bodenaufbaus unter Einbeziehung bodenkundlicher und hydrogeologischer

Parameter wie der nutzbaren Feldkapazität (nFK), der am Standort bestimmten Sickerwassermenge (Faktor W), vorhandene schwebende Grundwasserstockwerke (Zuschlag Q) und ggf. vorhandene Druckwasserverhältnisse (Zuschlag D). Der organische Gehalt der jeweiligen Bodenschichten, der sich ebenfalls begünstigend auf die Verweildauer von Sickerwässern im Boden auswirkt und mit einem Zuschlag berechnet werden kann, bleibt in vorliegender Abschätzung unberücksichtigt.

Hinsichtlich der herangezogenen Punktzahlen (G_L , G_F) zur Bewertung der Gesteinsart bei Locker- und Festgesteinen pro Schichtmeter wurden jeweils die ungünstigsten Annahmen getroffen, so dass die Bewertung der Gesamtschutzfunktion S_g als auf der sicheren Seite liegend angenommen werden darf.

In der Tabelle 3 sind die über das Gesamtprofil aufsummierten Punktzahlen der durchgängig schluffigen bis tonigen Schichten der Grundwasserüberdeckung zunächst für das gesamte Bodenprofil am Standort des WEA 1 und der Leitungstrasse ermittelt worden.

Tab. 3 Ermittlung der Schutzfunktion S_1 und S_2 für den **Fundamentstandort** WEA 1 nach Konzept HÖLTING et.al. (1995).

Boden ≤ 1 m Tiefe – Parameter: nutzbare Feldkapazität (Punktzahl B)					
Schicht	Mächtigkeit [m]	Bodenart DIN 4022	\sum nFK für 1 m	Punktzahl B	Faktor W
1a: Oberboden	0,3	Mu	250	500	1,75
2: Verwitterungslehm	0,7	U, t, g, s			
Boden > 1 m – Parameter: Gesteinsart (Punktzahl G)					
Schicht	Mächtigkeit [m]	Bodenart DIN 4022	Punktzahl G_L	Punktzahl G_F	Faktor W
2: Verwitterungslehm	2	U, t, g, s	160	-	1,75
3: Felszersatz	> 2,4	T, u, g', s'	270	-	

Die Bewertung des Bodens nach der nFK bis 1 m Tiefe beträgt für das Profil der BS 1 > 200 – 250. Daraus ergibt sich $B = 500$. Die Grundwasserneubildung beträgt nach GIS-Client GDA Wasser rlp 83 mm/a (vgl. Abbildung 2), was einem Faktor W von 1,75 entspricht. Daraus resultiert die Schutzwirkung des Bodens (S_1) mit:

$$S_1 = 500 \times 1,75 = 875 \text{ Punkte.}$$

Die Bewertung der Grundwasserüberdeckung unterhalb des Bodens ergibt sich aus der Punktzahl G_L für die Gesteinsart bei Lockergesteinen multipliziert mit der Schichtmächtigkeit in [m] und der Grundwasserneubildung (Faktor W) zzgl. des Zuschlags Q für das vermutete schwebene Grundwasserstockwerk.

Daraus resultiert die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung unterhalb des Bodens (S_2) mit

$$S_2 = (160 \times 2 + 270 \times 2,4) \times 1,75 + 500 = 2.194 \text{ Punkte.}$$

Die **Schutzfunktion S_g** für die gesamte Grundwasserüberdeckung ergibt sich aus der Summe von S_1 und S_2 die für dem Fundamentstandort WEA 1 mit **3.069 Punkte** berechnet wird.

Gleiche Berechnung wurde für den Bereich der Kabeltrasse zum WEA 1 durchgeführt. Die abgeschätzte Schutzwirkung ist der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tab. 4 Ermittlung der Schutzfunktion S_1 und S_2 für den Bereich der **Kabeltrasse** zum WEA 1 nach Konzept HÖLTING et.al. (1995).

Boden ≤ 1 m Tiefe – Parameter: nutzbare Feldkapazität (Punktzahl B)					
Schicht	Mächtigkeit [m]	Bodenart DIN 4022	\sum nFK für 1 m	Punktzahl B	Faktor W
1b: Auffüllung	0,3	A (G, s, u*)	193	250	1,75
2: Verwitterungslehm	0,7	U, t, g, s			
Boden > 1 m – Parameter: Gesteinsart (Punktzahl G)					
Schicht	Mächtigkeit [m]	Bodenart DIN 4022	Punktzahl G_L	Punktzahl G_F	Faktor W
2: Verwitterungslehm	4,5	U, t, g, s	720	-	1,75
3: Felszersatz	> 0,5	Zv: T, u, g', s'	-	250	

Die Bewertung des Bodens nach der nFK bis 1 m Tiefe beträgt für das Profil der BS 2 > 140 – 200, daraus ergibt sich $B = 250$. Unter Berücksichtigung der Grundwasserneubildung von 83 mm/a (vgl. Abbildung 2), was einem Faktor W von 1,75 entspricht, resultiert die Schutzwirkung des Bodens (S_1) mit:

$$S_1 = 250 \times 1,75 = 437,5 \text{ Punkte}$$

Die Bewertung der Grundwasserüberdeckung unterhalb des Bodens ergibt sich aus der Punktzahl G_L und G_F für die Gesteinsarten bei Locker- und Festgesteinen (hier: 4,5 m Verwitterungslehm = 160 Punkte und 0,5 m Felszersatz / Tonstein = 20 Punkte; Strukturelle Eigenschaft [F]: ungeklüftet = 25 Punkte) jeweils multipliziert mit der Schichtmächtigkeit [m] und der Grundwasserneubildung (Faktor W) zzgl. des Zuschlags Q für das vermutete schwebene Grundwasserstockwerk. Daraus resultiert die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung unterhalb des Bodens (S_2) mit:

$$S_2 = (160 \times 4,5 + 20 \times 25 \times 0,5) \times 1,75 + 500 = 2.197,5 \text{ Punkte}$$

Die Schutzfunktion S_g für die Grundwasserüberdeckung ergibt sich aus der Summe

von S_1 und S_2 , die für den Bereich der geplanten Kabeltrasse zum WEA 1 mit **2.635 Punkte** berechnet wird.

Zusammenfassen ergibt sich für die beiden betrachteten Bereiche in der WSZ III:

- Fundament WEA 1 – BS 1 3.069 Punkte
- Kabeltrasse WEA 1 – BS 2 2.635 Punkte

sodass gemäß der Klasseneinteilung nach HÖLTING et.al. eine **hohe Gesamtschutzfunktion** für den Urzustand vorliegt.

4 Hydrogeologische Betrachtung zum Gefährdungspotenzial

4.1 Minderung Schutzfunktionswerte durch Bodeneingriffe

Gemäß statischer Berechnung beträgt die Einbindetiefe des WEA-Fundaments rd. 3 m in den gewachsenen Untergrund. Die Sohltiefe der Leitungsgräben wird mit max. 2 m Tiefe abgeschätzt. Demzufolge ist für beide betrachteten Teilräume eine Minderung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung in Abzug zu bringen.

Daraus ergibt sich rein rechnerisch eine reduzierte Schutzfunktion der gesamten Grundwasserüberdeckung S_g für die beiden betrachteten Teilräume der WEA 1 wie folgt:

- Fundament $S_g = (270 \times 2,4) \times 1,75 + 500 = 1.634$ Punkte
- Kabeltrasse $S_g = (160 \times 2,5 + 20 \times 25 \times 0,5) \times 1,75 + 500 = 1.637,5$ Punkte

Nach Eingriff der Baumaßnahme in den Untergrund ist selbst unter Negierung des Zuschlags Q für ein vermutetes schwebendes Grundwasserstockwerk in der Gesamtüberdeckung des Hauptgrundwasserstockwerks mit **> 1.000 Punkten** somit noch eine **mittlere Schutzwirkung** gegeben.

Für die v.g. Berechnung sind die Schichtmächtigkeiten auf der sicheren Seite gewählt worden, sodass die tatsächliche Schutzwirkung deutlich höher sein müsste.

4.2 Verwendete Betriebsstoffe

Angaben zu Mengen und Art der zum Einsatz kommenden wassergefährdenden Stoffe, wie Öle, Fette und Kühlmittel basieren auf den Angaben des Herstellers. Weitere Informationen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und der vorhandenen Schutzmaßnahmen sind den Herstellerangaben zu entnehmen.

In der Tabelle 5 sind zusammenfassend je Betriebseinheit vorhandene max. Stoffvolumina mit Angaben zur Wassergefährdungsklasse (WGK) und Rückhaltungsmengen aufgeführt.

Tab. 5 Zum Einsatz kommende wassergefährdende Stoffe in WEA 1.

Anlagenteil	Stoffe	Max. Austrittsvolumen	WGK	Rückhaltevolumen
Hydraulikeinheit Rotornabe / Maschinenhaus	Hydrauliköle	250 l	1	100 l 1.059 l insg.
Getriebeeinheit Maschinenhaus	Getriebeöle	965 l	1	1.059 l insg. (davon 470 l auf oberer Turmplattform)
Kühleinheit Ge- triebe & Hydraulik	Kühlflüssig- keit	215 l	1	
Kühleinheit Gene- rator & Converter	Kühlflüssig- keit	282 l	1	

Darüber hinaus kommen zur Schmierung verschiedener Anlagenkomponenten noch Fette und Schmierstoffe zum Einsatz, die zum Teil der WGK 2 eingestuft sind. Aufgrund der geringen Mengen von ca. 2 kg und der pastösen Aggregatzustands geht hiervon u.E. keine relevante Grundwassergefährdung hervor.

Neben den o.g. Rückhaltevorrichtungen für ein Worst-Case-Szenario besitzen die WEA schon aus Gründen der Anlagen- und Betriebssicherheit eine umfangreiche Anlagenüberwachung. Die Sicherheitskette schaltet die Anlagen oder Baugruppen bei entsprechenden Fehlermeldungen ab. Die drei möglichen Systeme (Hydraulik, Kühlung und Getriebe), die zu Undichtigkeiten führen können, sind mit Niveauschalter ausgestattet. Bei einer Leckage meldet dieser die Fehlermeldungen „Zu niedriger Flüssigkeitsstand an einer Hydraulik-, Getriebe- oder Kühleinheit“ und ein Not-Stopp wird ausgelöst. Unter anderem wird der betroffene Kreislauf durch Abstellen von Pumpen und Spannungsfreischaltung von Magnetventilen gesperrt, um ein Nachlaufen von austretenden Flüssigkeiten zu verhindern. Ein Wieder-Aufstart der WEA wird nicht zugelassen. Daneben werden eine Vielzahl von Druck- und Temperaturständen überwacht, wodurch selbst geringere Verluste von Betriebsflüssigkeiten schnell erkannt werden können. Weiterhin wird eine Fehlermeldung mittels des Vestas SCADA System (Online Fernüberwachungssystem) an den Betreiber abgesetzt (Text aus Informationsschreiben VESTAS zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen).

4.3 Gefährdungsabschätzung

Die WEA 1 ist im Bereich der Schutzzone III des Trinkwasserbrunnens Kludenbach geplant. Durch den Bau der Anlage und dem damit verbundenen Eingriff in den Untergrund bis in ca. 3 m Tiefe tritt zwar eine Minderung der Grundwasserüberdeckung auf, dennoch ist der Nachweis einer mindestens mittleren Schutzwirkung der grundwasserüberdeckenden Schichten gemäß Vorgabe der SGD Nord erbracht.

Für die o.g. zum Einsatz kommenden Betriebsstoffe sind zum Ausschluss vor Grundwasserverunreinigungen redundante Schutzsysteme vorhanden. Neben den für alle flüssigen Betriebsstoffe vorhandenen Rückhaltesystemen existiert bei niedrigen Flüssigkeitsstände eine Abschaltautomatik und die automatische Übermittlung von Fehlermeldungen, so dass ein Austreten von Betriebsstoffen frühzeitig erkannt und durch

die Auffangvorrichtungen verhindert werden kann.

Zusammenfassend ist durch den Bau und Betrieb der WEA 1 am Standort auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen keine Gefährdung des Grundwasserbrunnens zu erwarten und das Bauvorhaben somit als unbedenklich einzustufen. Nach Rückbau der WEA wird am Standort die ursprüngliche Schichtenabfolge, wie in Kapitel 1.4 beschrieben, wieder hergestellt, so dass im Anschluss die hohe Gesamtschutzfunktion der Grundwasserüberdeckung gemäß Kapitel 3 wieder gegeben ist.

5 Schlussbemerkungen

Die Ergebnisse der Abschätzung der Schutzfunktion beruhen auf punktuellen Aufschlüssen. Wechselhaftigkeiten im Bodenzustand und der Bodenzusammensetzung zwischen den Aufschlusspunkten sind möglich.

Eine Baugrundberurteilung sowie Recherche und Untersuchung zu Bergschadensrisiken aus evtl. Altbergbau sowie die Anfrage beim Kampfmittelräumdienst nach Hinweisen auf kampfmittelrelevante Objektlagen war nicht Gegenstand der Untersuchung. Der Auftraggeber wird gebeten, sich hierüber selbst kundig zu machen.

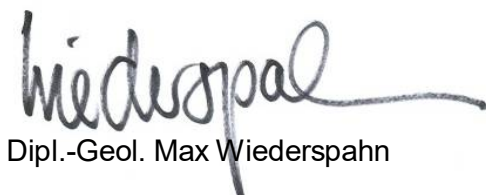
Falls im Zuge der Erdarbeiten ein von den Ausführungen des Berichtes abweichender Bodenaufbau angetroffen wird, ist der Gutachter zu verständigen. Sollten sich bei den weiteren Planungen oder der Bauausführung Fragen in bodenmechanischer oder gründungstechnischer Art ergeben, bitten wir um Benachrichtigung.

Den ausgesprochenen Empfehlungen liegen die im Kapitel 1.1 genannten Unterlagen zugrunde. Bei Planungsänderungen ist Rücksprache mit dem Gutachter erforderlich.

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Bettina Scherschel

Simmern, den 14.04.2021

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH


Dipl.-Geol. Max Wiederspahn

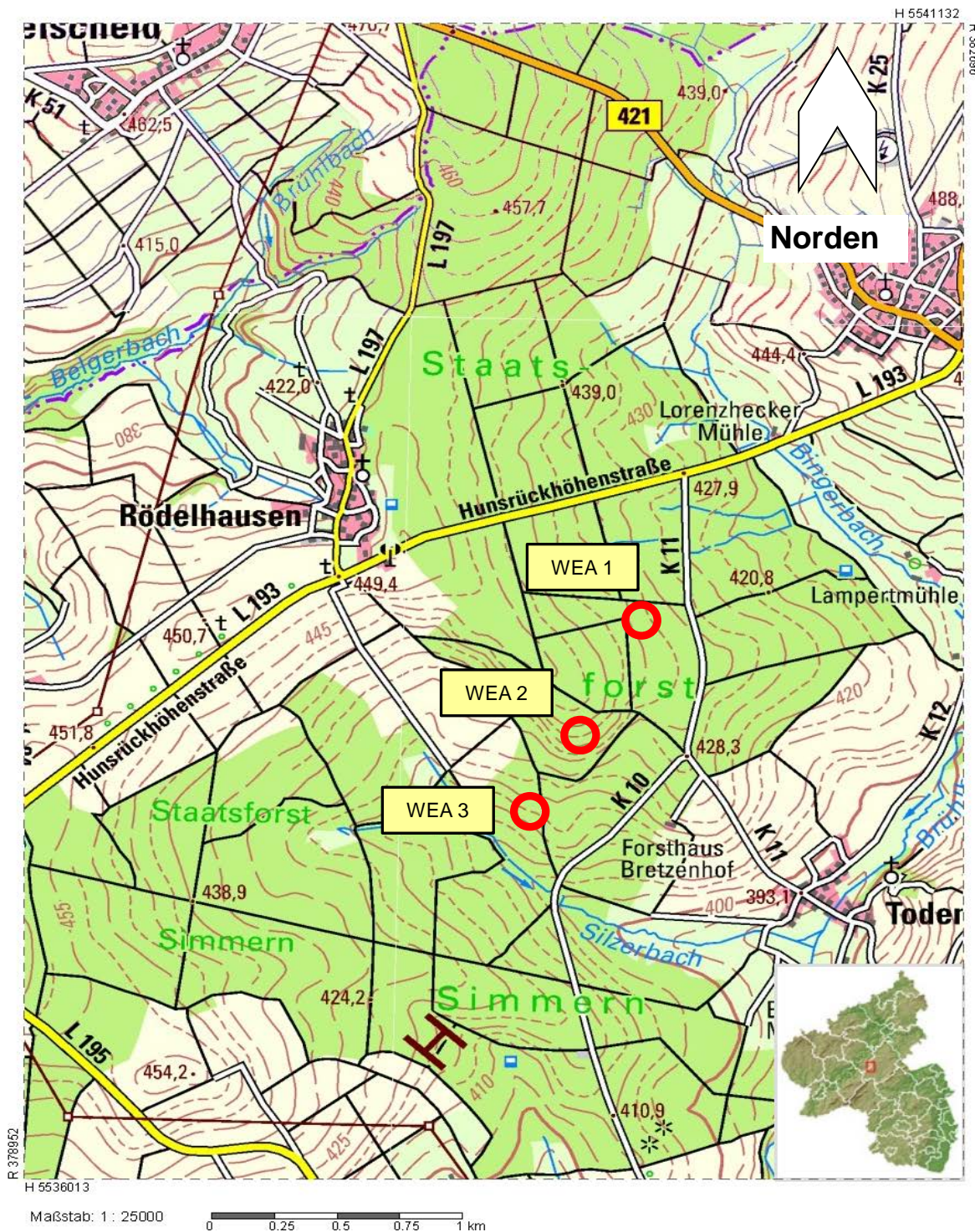

ppa.
Dipl.-Geol. Bettina Scherschel

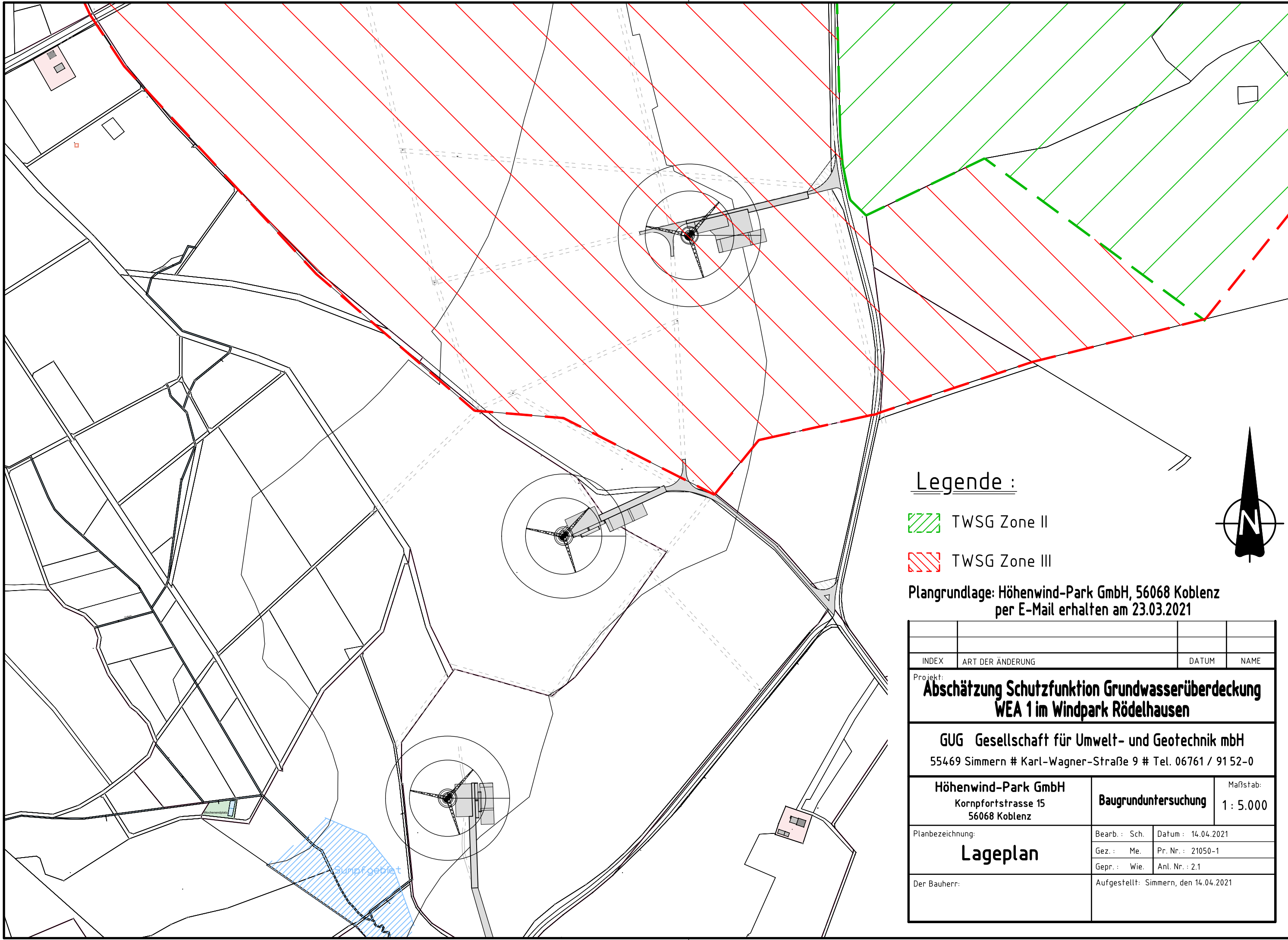
Projekt: Abschätzung Schutzfunktion Grundwasserüberdeckung WEA 1 im Windpark Rödelhausen

Zeichnung: Übersichtskarte, Maßstab 1 : 25.000



Projekt: 21050-1

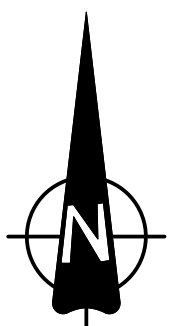
Plangrundlage: Landschaftsinformationssystem der Naturschutzverwaltung Rheinland-Pfalz





Legende :

-  TWSG Zone II
-  TWSG Zone III



Plangrundlage: Höhenwind-Park GmbH, 56068 Koblenz
per E-Mail erhalten am 23.03.2021

INDEX	ART DER ÄNDERUNG	DATUM	NAME
Projekt: Abschätzung Schutzfunktion Grundwasserüberdeckung WEA 1 im Windpark Rödelhausen			
GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH 55469 Simmern # Karl-Wagner-Straße 9 # Tel. 06761 / 91 52-0			
Höhenwind-Park GmbH Kornfortstrasse 15 56068 Koblenz		Baugrunduntersuchung	Maßstab: 1 : 5.000
Planbezeichnung: Lageplan		Bearb. : Sch.	Datum : 14.04.2021
		Gez. : Me.	Pr. Nr. : 21050-1
Der Bauherr:		Gepr. : Wie.	Anl. Nr. : 2.1
		Aufgestellt: Simmern, den 14.04.2021	

WEA 1 (K1) Vestas V136

3-8

Fundamentmittelpunkt
UTM-System Zone 32N
x = 381371 y = 5538478

BS 1




BS 2

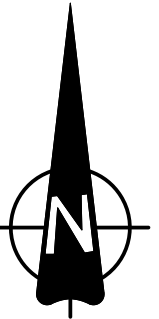
5-1

K 11

endetrichter

Legende :

-  Kleinrammbohrung
-  TWSG Zone II
-  TWSG Zone III



Plangrundlage: Höhenwind-Park GmbH, 56068 Koblenz
per E-Mail erhalten am 23.03.2021

INDEX	ART DER ÄNDERUNG	DATUM	NAME
Projekt: Abschätzung Schutzfunktion Grundwasserüberdeckung WEA 1 im Windpark Rödelhausen			
GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH 55469 Simmern # Karl-Wagner-Straße 9 # Tel. 06761 / 91 52-0			
Höhenwind-Park GmbH Kornpfortstrasse 15 56068 Koblenz		Baugrunduntersuchung	Maßstab: 1 : 1.000
Planbezeichnung: Lageplan		Bearb. : Sch.	Datum : 14.04.2021
		Gez. : Me.	Pr. Nr. : 21050-1
		Gepr. : Wie.	Anl. Nr. : 2.2
Der Bauherr:		Aufgestellt: Simmern, den 14.04.2021	



Karl-Wagner-Straße 9
55469 Simmern
Tel.: 06761 / 9152-0
Fax: 06761 / 9152-20
info@umwelt-geotechnik.de

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN EN ISO
22475-1

Anlage 3.1

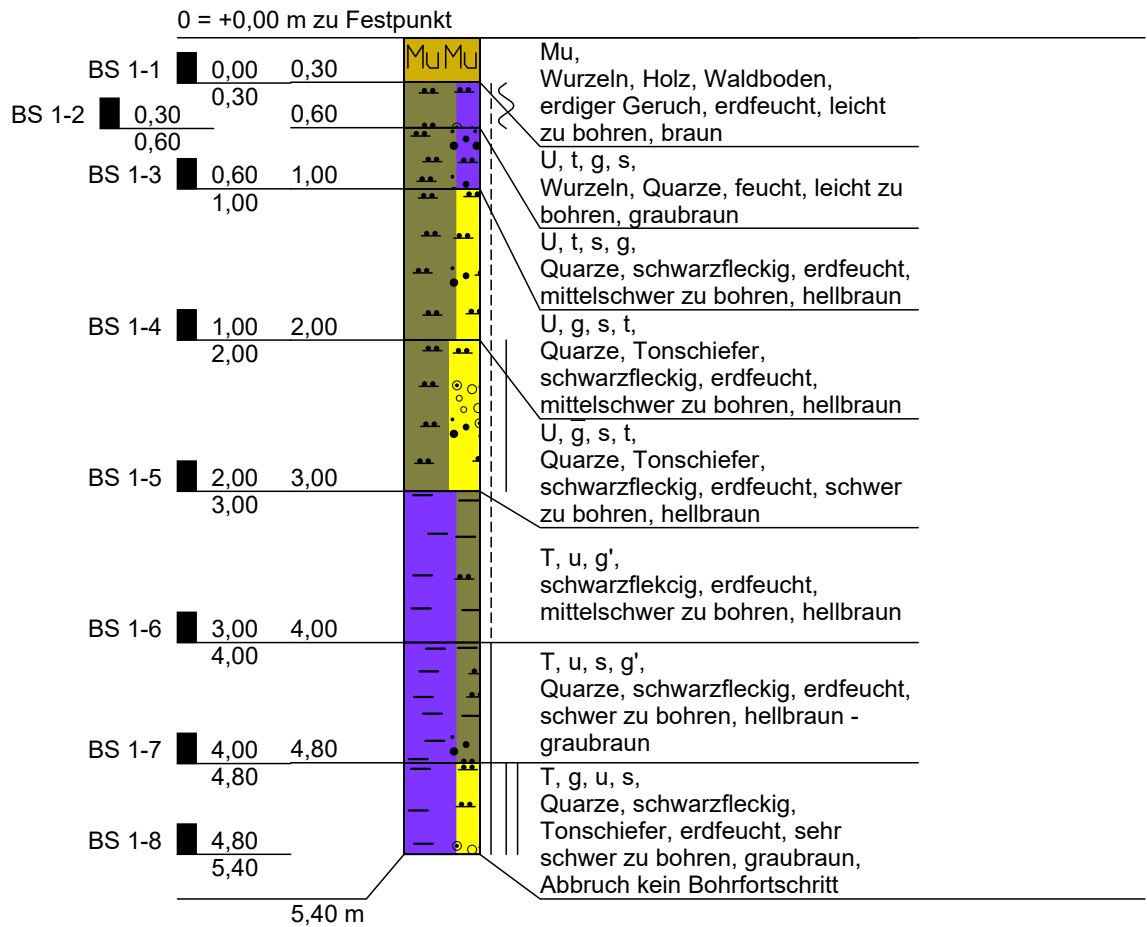
Projekt: Schutzfunktion Grundwasser-
überdeckung WP Rödelhausen

Auftraggeber: Höhenwind-Park GmbH

Bearb.: He. / Me.

Datum: 25.03.21

BS 1



Höhenmaßstab 1:50



Karl-Wagner-Straße 9
55469 Simmern
Tel.: 06761 / 9152-0
Fax: 06761 / 9152-20
info@umwelt-geotechnik.de

Zeichnerische Darstellung von
Bohrprofilen nach DIN EN ISO
22475-1

Anlage 3.2

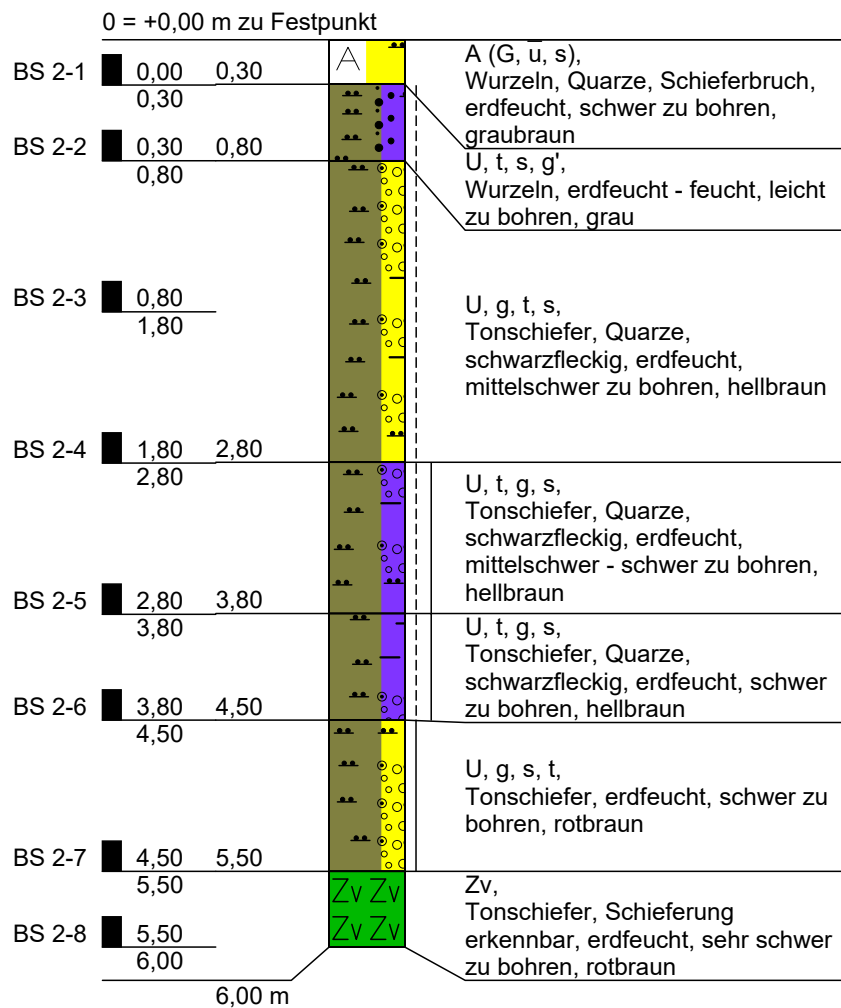
Projekt: Schutzfunktion Grundwasser-
überdeckung WP Rödelhausen

Auftraggeber: Höhenwind-Park GmbH

Bearb.: He. / Me.

Datum: 25.03.21

BS 2



Höhenmaßstab 1:50



Karl-Wagner-Straße 9
55469 Simmern
Tel.: 06761 / 9152-0
Fax: 06761 / 9152-20
info@umwelt-geotechnik.de

Legende und Zeichenerklärung nach DIN 4023

Anlage 3.3

Projekt: Schutzfunktion Grundwasser-
überdeckung WP Rödelhausen

Auftraggeber: Höhenwind-Park GmbH

Bearb.: He. / Me.

Datum: 25.03.21

Boden- und Felsarten



Kies, G, kiesig, g



Sand, S, sandig, s



Mutterboden, Mu



Schluff, U, schluffig, u



Auffüllung, A



Ton, T, tonig, t



Fels, verwittert, Zv

Korngrößenbereich

f - fein
m - mittel
g - grob

Nebenanteile

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

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH Karl-Wagner-Straße 9 • 55469 Simmern Tel:(06761) 9152-0 • Fax: 9152-20	Anlage 4.1
---	-------------------

Wassergehalte durch Ofentrocknung nach DIN EN ISO 17892-1 Bauvorhaben: WP Rödelhausen Schutzfunktion GW-Überdeckung bei WEA 1 Ausgef. durch: We. Datum: 12.04.2021	Projekt-Nr.: 21050-1 Entnahmestelle: s.u. Tiefe: s.u. Art der Entnahme: gestört Ent.am: 25.03.21 durch: He. / Sa.
--	---

Probenbez.:	MP Felszersatz	MP Verwitterungslehm	BS 1-6	BS 1-8	BS 2-5
Tiefe : [m]	3,0 - 5,4	0,8 - 5,5	3,0 - 4,0	4,8 - 5,4	2,8 - 3,8
Behälter - Nr.:	30	14	14	128	30
Behälter: [g]	33,8	26,9	26,9	28,0	33,8
Probe+Behälter, feucht: [g]	306,7	572,0	652,8	181,6	759,8
Probe+Behälter, trocken: [g]	269,6	489,3	554,0	166,8	640,8
m _w : [g]	37,10	82,70	98,80	14,80	119,00
m _d : [g]	235,80	462,40	527,10	138,80	607,00
Wassergehalt: [%]	15,73	17,88	18,74	10,66	19,60

Probenbez.:	BS 2-8				
Tiefe : [m]	5,5 - 6,0				
Behälter - Nr.:	60				
Behälter: [g]	31,8				
Probe+Behälter, feucht: [g]	185,5				
Probe+Behälter, trocken: [g]	163,0				
m _w : [g]	22,50				
m _d : [g]	131,20				
Wassergehalt: [%]	17,15				

Bemerkungen:

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH
 Karl-Wagner-Straße 9
 55469 Simmern
 Tel.: 06761-9152-0 Fax: 06761-9152-20

Bearbeiter: Wedel

Datum: 13.04.2021

Körnungslinie

WP Rödelhausen - WEA 1

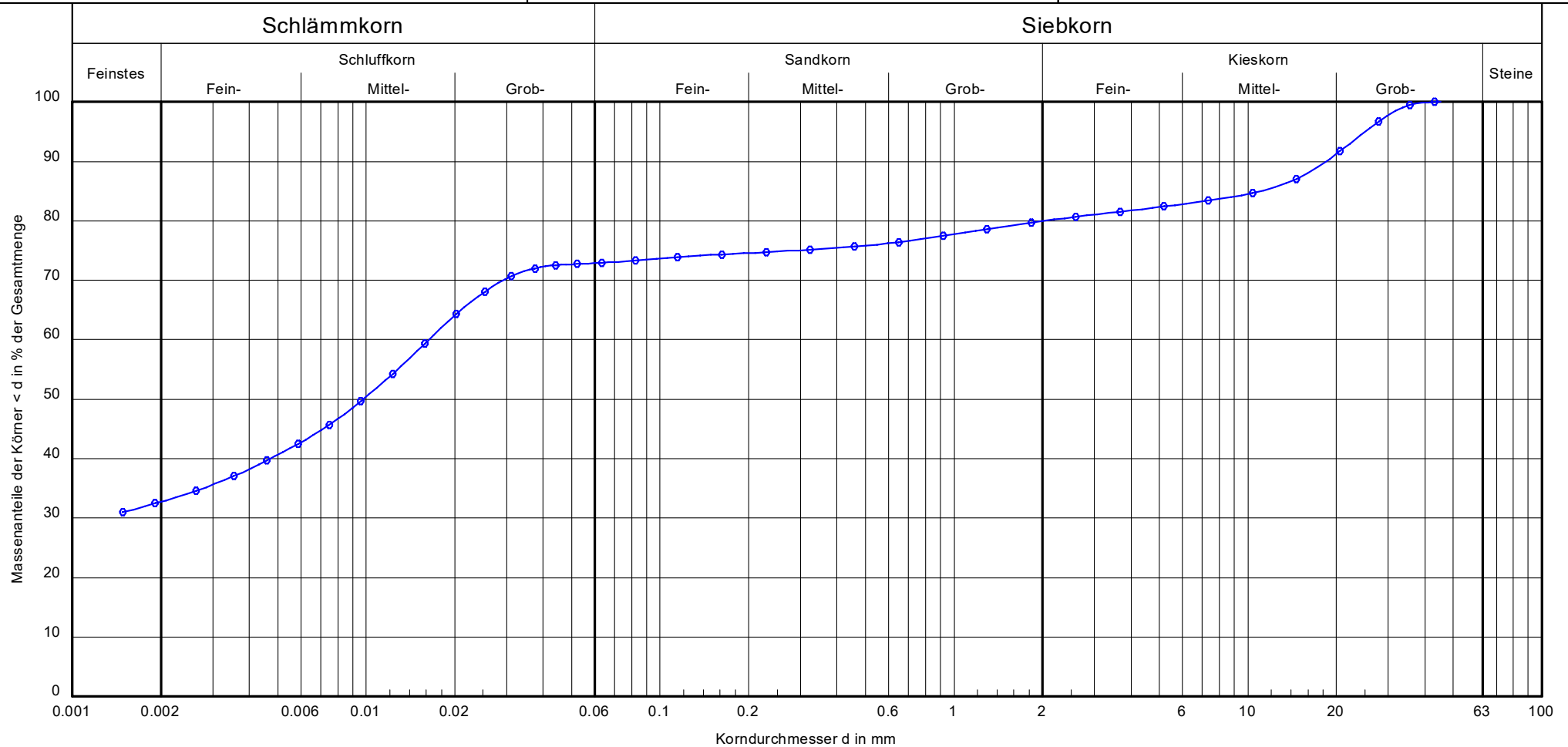
Ermittlung Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Projekt-Nr.: 21050-1

Probe entnommen am: 25.03.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	MP Verwitterungslehm
Bodenart:	U, t, g, s'
Bodengruppe	UL, UM, TL, TM
Tiefe	0,8 - 5,5 m
Entnahmestelle	BS 2
d10/d60 mm	- / 0.0163
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	32.8/40.2/7.0/20.0
kF-Wert	-

Bemerkungen:
 Kombinierte Sieb / -Schlämmanalyse
 Siebeinwaage: 332 g
 Wassergehalt: ca. 17,9 %

GUG Gesellschaft für Umwelt- und Geotechnik mbH
 Karl-Wagner-Straße 9
 55469 Simmern
 Tel.: 06761-9152-0 Fax: 06761-9152-20

Bearbeiter: Wedel

Datum: 13.04.2021

Körnungslinie

WP Rödelhausen - WEA 1

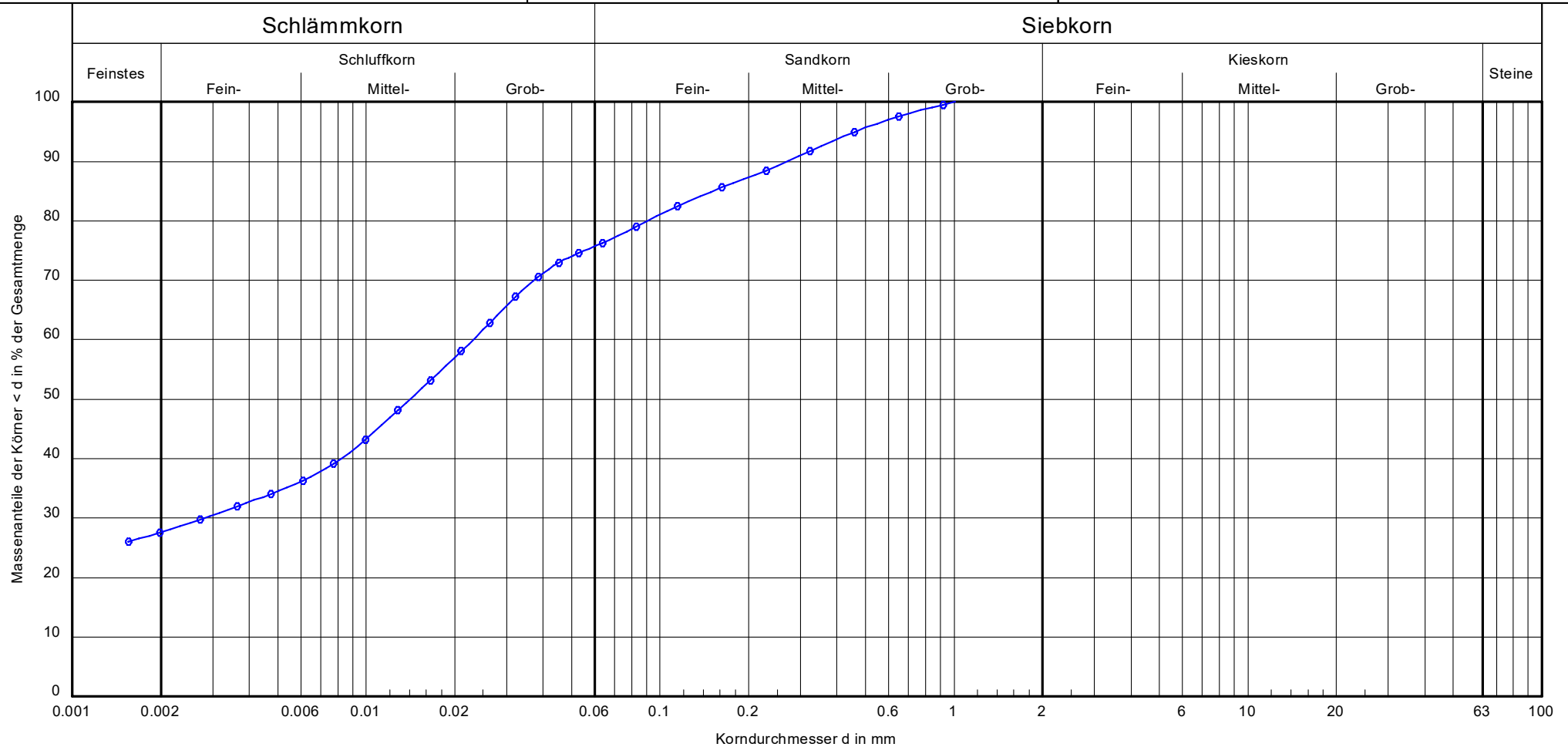
Ermittlung Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Projekt-Nr.: 21050-1

Probe entnommen am: 25.03.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	MP Felsersatz
Bodenart:	U, t, s
Bodengruppe	UL, UM, TL, TM
Tiefe	3,0 - 5,4 m
Entnahmestelle	BS 1
d10/d60 mm	- / 0.0231
U/Cc	-/-
T/U/S/G [%]:	27.7/48.5/23.8/ -
kF-Wert	-

Bemerkungen:
 kombinierte Sieb / -Schlammanalyse
 Siebeinwaage 214 g
 Wassergehalt: 15,7 %