

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG · Glockenplatz 1 · 34388 Trendelburg

ENERCON GmbH
Niederlassung Hannover
Ernst - Grote - Straße 10
30916 Isernhagen

Gutachten Nr. 218425-1
Ansprechpartner: Gesine Grapp
Datum: 10.06.2020
Telefon: 0 56 71 – 77 97 0
Fax: 0 56 71 – 77 97 10
eMail: info@bbu-schubert.de
www.bbu-schubert.de

INGENIEUR- UND HYDROGEOLOGISCHES VORGUTACHTEN

WP Hilchenbach/Kirchhundem (W-9200007259), Errichtung von 17 WEA E-138

Hier:

- Ingenieurgeologischer Vorbericht
- Hydrogeologisches Vorgutachten

Bauvorhaben: Errichtung von 17 Windenergieanlagen
ENERCON E-138 EP3 mit 131 m bzw. 111 m Nh.
im Windpark Hilchenbach/Kirchhundem
57271 Hilchenbach / 57399 Kirchhundem

Bauherr: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich

Auftraggeber: wie vor

Projektplanung: wie vor

Anlagenhersteller: wie vor

Nachfolgend wird das Ingenieur- und hydrogeologische Vorgutachten mit den Seiten 2 bis 42 und den Anlagen 1 bis 2 vorgelegt.

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
Glockenplatz 1
34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 – 77 97 0
Fax. 0 56 71 – 77 97 10
eMail. info@bbu-schubert.de

IBAN DE08 5205 0353 0100 0046 63
BIC HELADEF1KAS/ Kassel Sparkasse
St-Nr. 023 368 00060 FA KSII-HOG (OT)
HRA 17775
Prokuristen. Dipl. Geol. Marcus Kimm
Dipl. Geogr. Dr. Malte Schindler

Dr. Schubert Verwaltungsgesellschaft mbH
Zwiebelsfelder Weg 9
34369 Hofgeismar
St.-Nr. 025 231 40808
HRB 17638
Geschäftsführer. Dr. rer. nat. Claus Schubert



Inhaltsverzeichnis:

1	Bauvorhaben und Auftrag	3
2	Grundlagen und Bearbeitungsunterlagen.....	4
3	Lage und örtliche Situation	5
4	Geologische und hydrogeologische Übersicht	9
4.1	Geologische Einordnung.....	9
4.2	Hydrogeologische Einordnung.....	10
5.	Baugrunderkundung.....	12
5.1	Erkundungsprogramm	12
5.2	Erkundeter Bodenaufbau	12
5.3	Bodenwasserverhältnisse	16
5.4	Charakteristische Bodenkennwerte	17
5.5	Bautechnische Einteilung	18
5.6	Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit.....	19
6.	Ingenieurgeologische Beratung	20
6.1	Planungsvorgaben	20
6.2	Geotechnische Rahmenbedingungen (Zusammenfassung).....	21
6.3	Gründungsvorschlag	28
6.4	Auftriebssicherheit	29
6.5	Geotechnische Nachweise	29
6.6	Erdarbeiten, Baugrubenabnahme.....	30
6.7	Wasserhaltung.....	31
6.8	Bodenaustausch	32
6.9	Arbeitsraumverfüllung; Fundamentüberschüttung	33
6.10	Zuwegung	34
6.11	Kranstell- und Vormontageflächen	36
7	Hydrogeologische Beurteilung	38
7.1	Gefährdungspotentiale	38
7.2	Beurteilung und Maßnahmen zum Ausschluss oder zur Minimierung einer Grundwassergefährdung	39
7.3	Zusammenfassende Beurteilung	41
8.	Schlussbemerkungen.....	42



1 Bauvorhaben und Auftrag

Die **ENERCON GmbH, Aurich**, beabsichtigt die Errichtung und den Betrieb von 17 Windenergieanlagen am Standort des Windparks "Hilchenbach/Kirchhundem" in den Landkreisen Siegen-Wittgenstein und Olpe (NRW). Das Bauvorhaben umfasst die Aufstellung des Anlagensystems:

➤ **ENERCON E-138 EP3-HAT-131-ES-C-02**

Die Anlagen erhalten die Bezeichnungen **WEA 1 bis WEA 17**.

Dem Bericht ist in der **Anlage 1** ein Lageplanausschnitt mit Darstellung der Standorte beigefügt. Gleiche Anlage zeigt Übersichtspläne mit geografischer Einordnung der Standorte.

Anlagenherstellerseitige Spezifikationen und baugrundtechnische Anforderungen zum Anlagentyp sind vorgelegt mit:

- Fundamentdatenblatt E-138 EP3-HT-131-ES-C-02, Herausgezogene Flachgründung mit Aufschüttung, (Dokument-ID: D0667967-2 / DA), Enercon GmbH, vom 01.03.2018

Generell gelten folgende Spezifikationen des Anlagenherstellers u.a.:

- Enercon GmbH, Aurich: Spezifikation: Anforderungskatalog für Baugrundbeurteilungen, Deutschland, 17.07.2015
- Enercon GmbH, Aurich: Spezifikation: Anforderungskatalog für Baugrundbeurteilungen im Festgestein, Deutschland, 13.08.2015
- Enercon GmbH, Aurich: Spezifikation: Anforderungskatalog für die Durchführung von geotechnischen Untersuchungen und die Erstellung eines Geotechnischen Entwurfsberichts für ENERCON Windenergieanlagen, Deutschland, 02.08.2017

(bzw. neuste Fassung).

Zur Prüfung der geotechnischen Rahmenbedingungen und für die Beurteilung einer technisch einwandfreien und sicheren Gründungsausführung wird die Erkundung der anstehenden Boden- und Bodenwasserverhältnisse erforderlich.

In diesem Zusammenhang hat der **Bauherr** die **BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG, Trendelburg**, beauftragt, die im Gründungseinwirkungsbereich der geplanten Standorte vorhandenen Untergrundverhältnisse zu prüfen, auf deren Grundlage eine vorläufige Empfehlung für die Gründung, einschließlich erdbau- und gründungstechnischer Ausführungsvorschläge zu bearbeiten sowie die Zulässigkeitskriterien entsprechend den bislang vorliegenden Erkundungsdaten und den anlagenherstellerseitigen Vorgaben zu bestätigen.

Ergänzend soll ein Hydrogeologisches Vorgutachten mit Beurteilung des Gefährdungspotentials, Durchlässigkeitsbetrachtungen sowie Angaben zu Fließgeschwindigkeiten und -richtungen erarbeitet werden.



Gemäß der vorstehenden Zielsetzung wird das Ergebnis der **orientierenden ingenieur- und hydrogeologischen Voruntersuchung** und der **Baugrundvorbeurteilung** mit nachfolgendem Gutachten dargestellt, ausgewertet und bekannt gegeben.

Das vorliegende Gutachten beschreibt die durchgeführten Erkundungen und Bewertung in Form eines Ingenieur- und hydrogeologischen Vorberichts in Anlehnung an DIN 4020:2003. Zur abschließenden Bewertung des Baugrundes hinsichtlich konkreter Gründungsempfehlungen sowie zur Realisierung der erd- und grundbautechnischen Arbeiten werden ergänzende Untersuchungen notwendig.

Anmerkung: Der örtlich begrenzte Untersuchungsumfang kann Änderungen der außerhalb des Untersuchungsbereiches anstehenden Baugrundverhältnisse, die Einfluss auf die geotechnischen Rahmenbedingungen sowie die erdbau- und gründungstechnischen Arbeiten haben können, naturgemäß nicht ausschließen.

2 Grundlagen und Bearbeitungsunterlagen

Als Grundlage zur Bearbeitung wurden die einschlägigen Normen, Regelwerke und sonstigen Bauvorschriften sowie das zugehörige Fachschrifttum herangezogen, unter anderem:

- **DIN 4020**
"Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke"
- **DIN EN ISO 22 475**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung (ersetzt DIN 4021)"
- **DIN EN ISO 14 688**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden (ersetzt DIN 4 022 und DIN 4 023)"
- **DIN EN ISO 14689-1**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels"
- **DIN 1997 - 1 (Eurocode EC - 7)**
"Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln" und nationales Anwendungsdokument (NAD)
- **DIN 1997 - 2 (Eurocode EC - 7)**
"Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes" und nationales Anwendungsdokument (NAD)
- **VOB**
"Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen"
- **DIN 4124**
"Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau"
- **DIBt - Richtlinie für Windenergieanlagen**
"Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung"
- **Grundbau - Taschenbuch (GBT)**
"fünfte Auflage, Teil 1, Ernst & Sohn"



- **RStO**
"Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen"
- **ZTV E - StB**
"Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau".
- **Floss, Rudolf**
"ZTVE Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau - 3. Auflage, Bonn, 2006"
- **ZTV V - SoB - StB**
"Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"
- **TL SoB - StB**
"Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"

Zum Zeitpunkt der Berichtsverfassung standen dem Unterzeichnerbüro folgende Projektunterlagen für die Bearbeitung zur Verfügung:

- **Koordinatentabelle** "WP Hilchenbach/Kirchhundem", am 15.04.2019 per Mail von der ENERCON GmbH
- **57399 Kirchhundem / 57271 Hilchenbach:** Lageplan mit Einkartierung der 17 Anlagenstandorte, ENERCON GmbH, Maßstab 1 : 10.000, 03.01.2019
- **Übersichtslagepläne der Einzelstandorte (Vorabzug)**, Ingenieurbüro Weitemeier, Dransfeld, Maßstab 1 : 2.500, vom 12.06.2019
- **Übersichtslageplan** mit Kennzeichnung des Tabu-Bereichs Schwarzstorchhorst, Büro für Landschaftsplanung Bertram Mestermann, Warstein, ohne Maßstab und Datum

Zur Bearbeitung wurden weiterhin nachstehende Quellen genutzt:

- **Geoviewer** der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (<https://geoviewer.bgr.de> - letzter Zugriff am 30.07.2019)
- **Ad-hoc-Arbeitsgruppe Hydrogeologie: Geologisches Jahrbuch** - Reihe A - Heft 163 - Regionale Hydrogeologie von Deutschland, BGR, Hannover 2016
- **Fachinformationssystem ELWAS** des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (www.elwasweb.nrw.de - letzter Zugriff am 30.07.2019)

3 Lage und örtliche Situation

Der geplante Windpark liegt im Rothargebirge zwischen den Ortschaften Hilchenbach, Kirchhundem-Heinsberg, Erndtebrück und Hilchenbach-Lützel. Er erstreckt sich in einem Waldgebiet auf einer Länge von ca. 6 km über die Erhebungen "Klarstein", "Buchenhain", "Wollberg", "Dreiherrnstein", "Schmalenberg" und "Riemen". Die Anlagenstandorte werden teils über bestehende Fahr- und Forstwege erreicht, teils müssen neue Zuwegungen hergestellt werden. Der Übersichtsplan in **Anlage 1.1** zeigt einen Ausschnitt aus der topografischen Karte mit Lage der geplanten Anlagenstandorte.

Die Standorte werden mit folgenden Koordinaten (ETRS 89 UTM Zone 32 N) ausgewiesen:

Anlagenbezeichnung	Anlagentyp	X-Koordinate / Ost	Y-Koordinate / Nord
WEA 1	E-138 EP3 mit 131m Nh.	442453.0038	5648285.174
WEA 2	E-138 EP3 mit 111m Nh.	442113.5586	5648907.309
WEA 3	E-138 EP3 mit 131m Nh.	441736.7148	5649383.655
WEA 4	E-138 EP3 mit 131m Nh.	440861.9403	5649974.014
WEA 5	E-138 EP3 mit 131m Nh.	441315.3833	5650011.353
WEA 6	E-138 EP3 mit 131m Nh.	441476.1106	5650545.81
WEA 7	E-138 EP3 mit 131m Nh.	441828.8115	5650837.727
WEA 8	E-138 EP3 mit 131m Nh.	441661.0634	5651407.483
WEA 9	E-138 EP3 mit 131m Nh.	441885.9148	5651736.308
WEA 10	E-138 EP3 mit 131m Nh.	441922.2864	5652152.339
WEA 11	E-138 EP3 mit 131m Nh.	442267.4869	5652524.187
WEA 12	E-138 EP3 mit 131m Nh.	442402.3175	5652847.514
WEA 13	E-138 EP3 mit 131m Nh.	442589.113	5652242.645
WEA 14	E-138 EP3 mit 131m Nh.	443194.2078	5652553.795
WEA 15	E-138 EP3 mit 111m Nh.	443517.0314	5652694.413
WEA 16	E-138 EP3 mit 111m Nh.	443322.969	5653259.805
WEA 17	E-138 EP3 mit 131m Nh.	444659.2697	5652547.055

Tabelle 1: Standortkoordinaten

Die folgenden Fotos geben ein Bild der geplanten Standorte zum Erkundungszeitpunkt.

Abb. 1: Standort WEA 1 mit Blick nach SO



Abb. 2: Standort WEA 2 mit Blick nach S

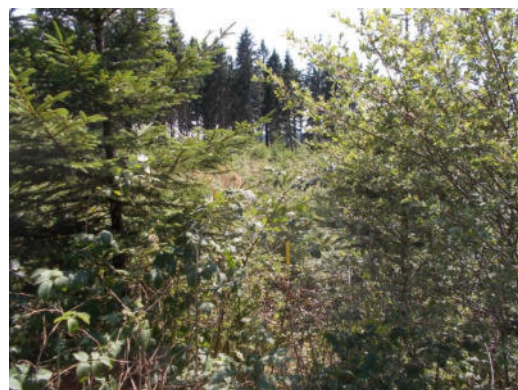


Abb. 3: Standort WEA 3 mit Blick nach W



Abb. 4: Standort WEA 4 mit Blick nach W



Abb. 5: Standort WEA 5 mit Blick nach S



Abb. 6: Standort WEA 6 mit Blick nach SSW



Abb. 7: Standort WEA 7 mit Blick nach NO



Abb. 8: Standort WEA 8 mit Blick nach N



Abb. 9: Standort WEA 9 mit Blick nach W



Abb. 10: Standort WEA 10



Abb. 11: Standort WEA 11



Abb. 12: Standort WEA 12



Abb. 13: Standort WEA 13



Abb. 14: Standort WEA 14



Abb. 15: Standort WEA 15



Abb. 16: Standort WEA 16



Abb. 17: Standort WEA 17



Die Entwässerung der Flächen im Umfeld der Anlagenstandorte erfolgt entsprechend der Topographie an den einzelnen Standorten in unterschiedliche Richtungen. Die Wasserscheide zwischen Weser und Rhein verläuft im Bereich des Windparks mehr oder weniger parallel zur Grenze zwischen den Landkreisen Siegen-Wittgenstein und Olpe. Die nachfolgende Tabelle 2 enthält Angaben zur Hangneigung sowie zum nächstgelegenen Vorfluter.

Standort	Hangneigung	örtlicher Vorfluter	Einzugsgebiet
WEA 1	2° nach S	Wähbach	Weser
WEA 2	3° nach WSW	Wähbach	Weser
WEA 3	4° nach S	Wähbach	Weser
WEA 4	8° nach SW	Beche	Rhein
WEA 5	9° nach O	Elberndorfer Bach	Weser
WEA 6	4,5° nach SW	Elberndorfer Bach	Weser
WEA 7	5° nach SSO	Elberndorfer Bach	Weser
WEA 8	8° nach W	Walmeekersiepen	Rhein
WEA 9	2° nach SW	Walmeekersiepen	Rhein
WEA 10	9,5° nach W	Walmeekersiepen	Rhein
WEA 11	5° nach NNO	Heinsberger Bach	Rhein
WEA 12	7° nach O	Heinsberger Bach	Rhein
WEA 13	4° nach N	Heinsberger Bach	Rhein
WEA 14	6,5° nach ONO	Die Mittel	Rhein
WEA 15	4° nach N	Kurze Dörnbach	Rhein
WEA 16	15° nach SSO	Kurze Dörnbach	Rhein
WEA 17	10° nach N	Lange Dörnbach	Rhein

Tabelle 2: Hangneigung, örtliche Vorfluter, Einzugsgebiet

4 Geologische und hydrogeologische Übersicht

4.1 Geologische Einordnung

Das Untersuchungsgebiet liegt im Rheinischen Schiefergebirge im nördlichen Siegerland bzw. südlichen Sauerland. Die geplanten Anlagenstandorte kommen innerhalb geschieferter und gefalteter Gesteine des **Unterdevons (Obere Siegen-Schichten)** zu liegen. Diese ursprünglich unter marinen Bedingungen entstandenen Sedimentgesteine liegen infolge umfangreicher Deformations- und Metamorphoseprozesse nunmehr als **Tonschiefer** und als metamorph überprägte **Schluff- und Sandsteine** vor.



Die geschieferten Gesteinsschichten streichen im Allgemeinen Südwest - Nordost und besitzen einen Nordwest - vergenteten Faltenbau mit meist nach Südosten einfallenden Überschiebungsbahnen. Das Gebirge wird von quer zur Streichrichtung der Gesteinseinheiten verlaufenden Störungszonen durchzogen, die das gefaltete Gebirge in einzelne Bruchschollen zerlegen. Durch die tektonische Beanspruchung des Gesteins und infolge der Beanspruchung durch die Verwitterung liegt der Tonschiefer vor allem in den oberflächennahen Bodenschichten oft als stark zersetztes Material am Übergang von Fest- zu Lockergestein vor. Die jüngsten Ablagerungen stellen dementsprechend **quartäre Verwitterungs- und Hanglehme** von örtlich bis zu mehreren Metern Mächtigkeit dar.

4.2 Hydrogeologische Einordnung

Das Untersuchungsgebiet ist den in folgender Tabelle genannten hydrogeologischen Räumen zugehörig:

Standort	Hydrogeologischer Großraum	Hydrogeologischer Raum	Hydrogeologischer Teilraum
WP Hilchenbach / Kirchhundem	West- und mittel-deutsches Grundgebirge	Rheinisches Schiefergebirge	Paläozoikum des nördlichen Rheinischen Schiefergebirges

Tabelle 3: Einteilung in hydrogeologische Räume

In der Gesamtbetrachtung ist der Nordostteil des Rheinischen Schiefergebirges auf Grund der geringen Wasserhöffigkeit grundsätzlich ein Grundwassermangelgebiet ohne nennenswerte Grundwasservorkommen.

Die im Untersuchungsgebiet anstehenden Gesteine weisen relativ geringe hydraulische Leitfähigkeiten und ein geringes Speichervermögen auf. Die anstehenden intensiv gefalteten und z.T. verschuppten Schiefer, Schluff- und Sandsteine sind gering bis mäßig durchlässige Kluftgrundwasserleiter, in denen keine einheitliche Grundwasseroberfläche vorhanden ist. Lokal auftretende junge tektonische Auflockerungszonen und Verwitterungsdecken können abweichende hydraulische Eigenschaften haben.

Die Wasserbewegung des Kluftgrundwassers ist überwiegend auf offene Trennfugen beschränkt. Die Wasserwegsamkeiten sind auf Grund der tektonischen Beanspruchung stark richtungsabhängig. Bevorzugte Durchlässigkeiten sind in Streichrichtung der variszischen Falten- und Muldenachsen, d.h. Südwest-Nordost und in Richtung der Nordwest-Südost-Richtung verlaufenden Querstörungen zu beobachten.

Die Grundwasserflurabstände sind im nördlichen Rheinischen Schiefergebirge auf Grund der zumeist tief eingeschnittenen Flüsse besonders im Bereich der Wasserscheiden vergleichsweise groß.

Die Grundwasserfließrichtung ist sowohl von der räumlichen Orientierung der was-serwegsamem Strukturelemente wie Klüfte, Störungen und Falten abhängig. Daher ergibt sich ein verzweigtes Fließsystem mit unterschiedlichen Fließrichtungen und -geschwindigkeiten, das im Detail nur sehr schwierig zu erfassen ist.

Das Schutzpotential der Grundwasserüberdeckung wird für das Areal als „mittel“ an-gegeben (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: <https://geoviewer.bgr.de> am 30.07.2019). Lediglich in Bereichen mit tiefgründiger Verwitterung der anstehenden Schiefer ist die Schutzfunktion relativ hoch.

Der geplante Windpark liegt außerhalb der umliegenden festgesetzten und geplan-ten Wasserschutzgebiete (s. Abb. 18).

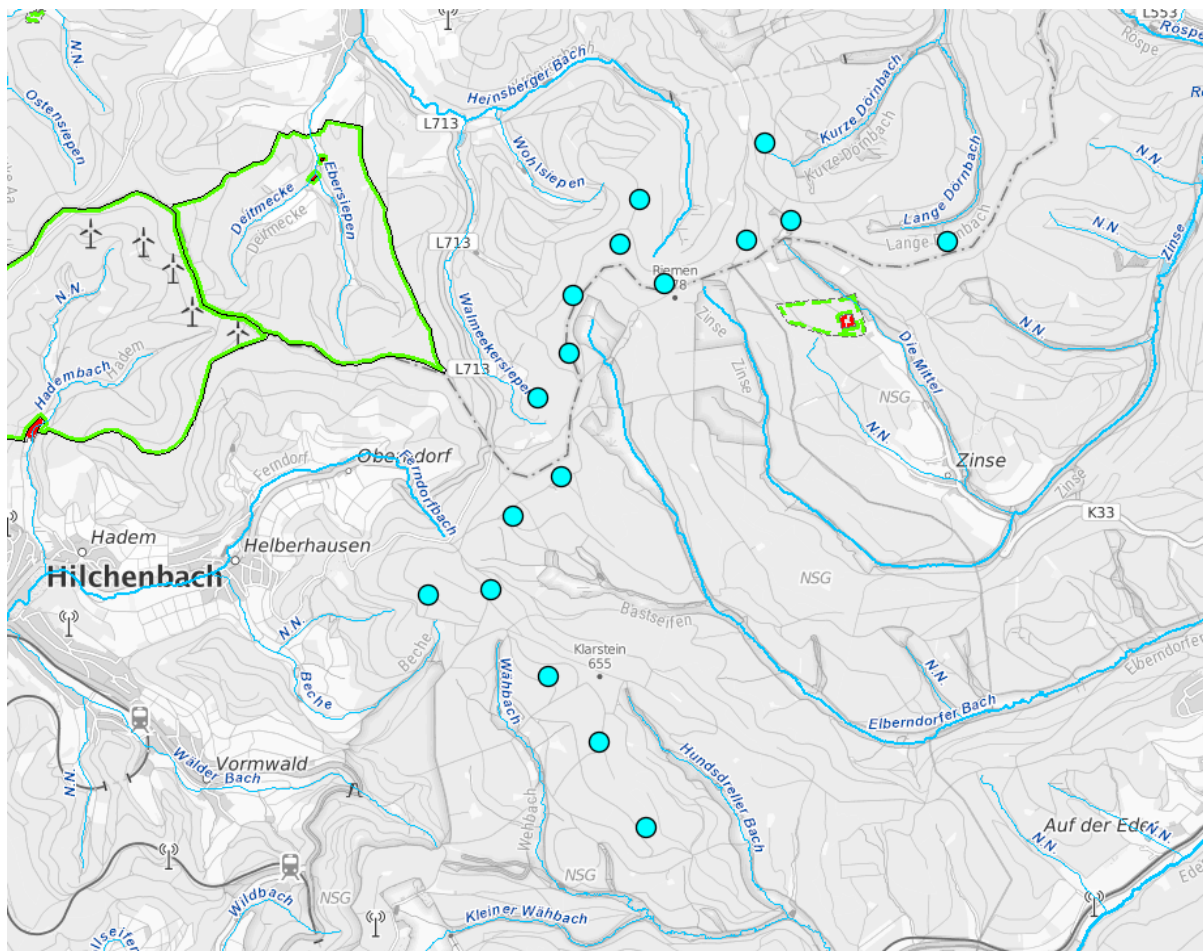


Abbildung 18: Umliegende festgesetzte und geplante WSG „Breitenbachtalsperre“, „Kirchhunden-Wolbecke“ und „Erndtebrück-Zinse“ (Zone I rot, Zone II grün) und geplante Standorte der WEA (türkis)

Auch außerhalb der Wasserschutzgebiete können schützenswerte Quellbereiche vorhanden sein. Während der bisher durchgeführten Geländearbeiten wurden an den Anlagenstandorten keine Quellbereiche festgestellt. Das Schichtwasser und der Bodentyp Hangpseudogley am Standort WEA 14 sind vermutlich auf Zuströme aus Richtung des höhergelegenen Plateaus des „Dreierherrenstein“ zurückzuführen (s. Anlage 2.14 und Fachbeitrag Bodenschutz BkGa218425-2 des Unterzeichnerbüros).



5. Baugrunderkundung

5.1 Erkundungsprogramm

Zur Erzielung eines ersten **orientierenden** Überblickes über die tatsächlichen Baugrundverhältnisse im Lasteinwirkungsbereich der Standorte und als Grundlage für die **Vorbeurteilung** der Anlagengründung wurden im Juli 2019 auftragsgemäß **17 Baggerschürfe** (Kurzbezeichnung: **Schurf WEA 1 bis Schurf WEA 17**) nach DIN 4020 bzw. DIN EN ISO 14688 ausgeführt.

Die Mittelpunkte der geplanten Anlagen wurden vor Beginn der Erkundungsarbeiten durch das Ingenieurbüro Weitemeier, Dransfeld, abgesteckt. In den Erkundungsstellen, die hinsichtlich ihrer Lage in der Lageplänen der Einzelstandorte der **Anlagen 1.2 bis 1.18** einkartiert sind, wurden Bodenschichten beschrieben sowie Schichtgrenzen und die Grundwasser- / Bodenfeuchtesituation eingemessen.

5.2 Erkundeter Bodenaufbau

Der während der Erkundung angetroffene Bodenaufbau wurde ingenieurgeologisch detailliert aufgenommen. In der nachfolgenden Zusammenfassung wird ein **Überblick** über die Untergrundsituation gegeben.

GOK = Geländeoberkante

Schurf WEA 1

bis 0.10 m u. GOK
bis 0.80 m u. GOK
bis 1.70 m u. GOK

Feinsand, stark schluffig, organisch, locker gelagert (Oberboden)
Kies, stark feinsandig, mittel schluffig, mitteldicht gelagert - dicht gelagert
Schiefer, verwittert, steinig zerfallend, mittel feinsandig, schwach schluffig, dicht gelagert (Unterdevon)

bis 2.00 m u. GOK
Erkundungsendtiefe

Schiefer, steinig zerfallend, sehr dicht gelagert (Unterdevon)

Schurf WEA 2

bis 0.05 m u. GOK
bis 0.48 m u. GOK

Feinsand, stark schluffig, mittel kiesig, organisch, locker gelagert (Oberboden)
Steine, stark kiesig, stark feinsandig, mittel schluffig, (Kies: Schiefer), mitteldicht gelagert

bis 1.10 m u. GOK

Steine, stark kiesig, schwach feinsandig, schwach schluffig, (Schiefer, steinig zerfallend, kein fester Gesteinsverband), dicht gelagert (Unterdevon)

bis 2.20 m u. GOK
Erkundungsendtiefe

Schiefer, steinig lösbar, sehr dicht gelagert (Unterdevon)

Schurf WEA 3

bis 0.07 m u. GOK
bis 0.19 m u. GOK
bis 0.50 m u. GOK
bis 1.40 m u. GOK
bis 2.20 m u. GOK

Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig, organisch, weich (Oberboden)

Schluff, stark feinsandig, mittel kiesig, weich – steif

Schluff, stark kiesig, mittel feinsandig, steif

Kies, mittel schluffig, schwach tonig, mitteldicht - dicht gelagert (Unterdevon)

Schluff, stark tonig, stark kiesig, (Kies: stark verwitterte Tonschieferplättchen), steif - halbfest (Unterdevon)

bis 2.60 m u. GOK
Erkundungsendtiefe

Tonschiefer, verwittert, entfestigt, mürbe (Unterdevon)



Schurf WEA 4

bis 0.06 m u. GOK
bis 0.20 m u. GOK
bis 0.45 m u. GOK
bis 0.80 m u. GOK

bis 1.80 m u. GOK
Erkundungsendtiefe

Schluff, sehr stark feinsandig, schwach kiesig, organisch, weich

Schluff, stark feinsandig, mittel kiesig, steif

Kies, mittel schluffig, schwach tonig, mittel feinsandig, dicht gelagert

Tonschiefer, feinplattig-blättrig, stark verwittert, tonig-schluffig zerfallend, plattig-kiesig lösbar, dicht gelagert (Unterdevon)

Tonschiefer, blättrig-plattig lösbar (Unterdevon)

Schurf WEA 5

bis 0.07 m u. GOK
bis 0.13 m u. GOK
bis 0.42 m u. GOK
bis 1.00 m u. GOK
bis 1.60 m u. GOK

bis 2.30 m u. GOK
bis 2.35 m u. GOK
Erkundungsendtiefe

Schluff, stark feinsandig, mittel kiesig, organisch, weich

Schluff, stark feinsandig, mittel kiesig, weich - steif

Schluff, stark kiesig, mittel feinsandig, steif

Kies, mittel schluffig, schwach tonig, dicht gelagert, (Unterdevon)

Kies, stark schluffig, mittel tonig, (verwitterter Tonschiefer), mitteldicht gelagert (Unterdevon)

Tonschiefer, blättrig-plattig, mürbe, dicht gelagert (Unterdevon)

Tonschiefer, plattig, hart (Unterdevon)

Schurf WEA 6

bis 0.04 m u. GOK
bis 0.14 m u. GOK
bis 0.34 m u. GOK
bis 1.10 m u. GOK

bis 1.80 m u. GOK
Erkundungsendtiefe

Schluff, schwach feinsandig, sehr schwach kiesig, organisch, weich

Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig, steif

Schluff, stark feinsandig, mittel kiesig, steif - halbfest

Kies, stark steinig, mittel schluffig, schwach feinsandig, (sandiger Schiefer, steinig-stückig zerfallend), dicht gelagert (Unterdevon)

Schiefer, sandig, steinig lösbar, schwach sandig, dicht gelagert - sehr dicht gelagert (Unterdevon)

Schurf WEA 7

bis 0.10 m u. GOK
bis 0.35 m u. GOK
bis 1.40 m u. GOK

bis 1.90 m u. GOK

bis 2.00 m u. GOK

Erkundungsendtiefe

Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig, organisch, weich - steif

Schluff, stark feinsandig, stark kiesig, steif - halbfest

Steine, stark kiesig, schwach feinsandig, schwach schluffig, schwach tonig, dicht gelagert (Unterdevon)

Tonschiefer, verwittert, zerfallen, blättrig-plattig, teils lehmverschmierte Schieferflächen, dicht gelagert (Unterdevon)

Tonschiefer, blättrig-plattig teils lehmverschmierte Schieferflächen, sehr dicht gelagert (Unterdevon)

Schurf WEA 8

bis 0.05 m u. GOK
bis 0.14 m u. GOK
bis 0.60 m u. GOK
bis 1.20 m u. GOK
bis 2.00 m u. GOK

Erkundungsendtiefe

Schluff, mittel feinsandig, schwach feinkiesig, organisch, weich

Schluff, schwach feinsandig, schwach kiesig, weich - steif

Schluff, stark kiesig, schwach sandig, steif

Kies, mittel schluffig, schwach sandig, dicht gelagert (Unterdevon)

Schiefer, in Stein- und Blockgröße lösbar, mittel kiesig, schwach sandig, schwach schluffig (Unterdevon)

Schurf WEA 9

bis 0.05 m u. GOK
bis 0.10 m u. GOK
bis 0.35 m u. GOK

Sand, schwach schluffig, organisch, locker gelagert

Sand, mittel schluffig, mittel kiesig, locker gelagert - mitteldicht gelagert

Kies, stark schluffig, schwach sandig, mitteldicht gelagert

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



bis 0.90 m u. GOK
bis 2.10 m u. GOK

Steine, Kies, mittel schluffig, schwach sandig, dicht gelagert (Unterdevon)
Schiefer, in Stein- und Kiesgröße lösbar, schwach sandig, schwach schluffig (Unterdevon)

Erkundungsendtiefe

Schurf WEA 10

bis 0.08 m u. GOK
bis 0.28 m u. GOK
bis 0.40 m u. GOK

Schluff, stark feinsandig, schwach mittelkiesig, organisch, weich
Schluff, mittel feinsandig, mittel kiesig, schwach tonig, steif
Kies, sehr stark schluffig, mittel feinsandig, schwach tonig, mitteldicht bis dicht gelagert

bis 1.00 m u. GOK
bis 1.90 m u. GOK

Schiefer, plattig - kiesig zerfallend, dicht gelagert (Unterdevon)
Schiefer, in Stein- und Blockgröße lösbar, teils verlehnte Schieferflächen, schwach sandig, schwach schluffig (Unterdevon)

Erkundungsendtiefe

Schurf WEA 11

bis 0.03 m u. GOK
bis 0.11 m u. GOK
bis 0.40 m u. GOK
bis 1.10 m u. GOK

Feinsand, stark schluffig, schwach kiesig, organisch, locker gelagert
Feinsand, stark schluffig, schwach kiesig, locker bis mitteldicht gelagert
Kies, stark feinsandig, mittel schluffig, dicht gelagert
Tonschiefer, plattig zerfallend, verlehnte Schieferflächen, dicht gelagert (Unterdevon)

bis 1.50 m u. GOK

Tonschiefer, plattig zerfallend, verlehnte Schieferflächen, dicht gelagert (Unterdevon)

bis 1.90 m u. GOK
Erkundungsendtiefe

Tonschiefer, in Stein- und Blockgröße lösbar (Unterdevon)

Schurf WEA 12

bis 0.03 m u. GOK
bis 0.05 m u. GOK
bis 0.25 m u. GOK

Feinsand, stark schluffig, schwach kiesig, organisch, locker gelagert
Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig, weich
Feinsand, stark fein- bis mittelkiesig, mittel schluffig, mitteldicht bis dicht gelagert

bis 0.45 m u. GOK

Kies, stark fein- bis mittelkiesig, stark schluffig, mittel feinsandig, mitteldicht bis dicht gelagert

bis 0.85 m u. GOK
bis 1.60 m u. GOK

Kies, stark feinsandig, mittel schluffig, dicht gelagert
Tonschiefer, plattig-kiesig zerfallend, verlehnte Schieferflächen, dicht gelagert (Unterdevon)

bis 2.00 m u. GOK

Tonschiefer, in Stein- und Blockgröße lösbar, bereichsweise blättrig und entfestigt (Unterdevon)

Erkundungsendtiefe

Schurf WEA 13

bis 0.07 m u. GOK
bis 0.12 m u. GOK
bis 0.22 m u. GOK
bis 0.42 m u. GOK
bis 1.25 m u. GOK

Feinsand, mittel schluffig, schwach kiesig, organisch, mitteldicht gelagert
Feinsand, mittel schluffig, sehr schwach organisch, mitteldicht - dicht gelagert
Feinsand mittel schluffig, schwach kiesig, mitteldicht bis dicht gelagert
Kies, stark feinsandig, schwach schluffig, dicht gelagert
Schiefer, steinig-kiesig zerfallend, mittel schluffig, schwach tonig, dicht gelagert (Unterdevon)

bis 2.00 m u. GOK
Erkundungsendtiefe

Schiefer, in Stein- und Blockgröße lösbar (Unterdevon)

Schurf WEA 14

bis 0.04 m u. GOK
bis 0.14 m u. GOK
bis 0.20 m u. GOK

Schluff, stark feinsandig, sehr schwach kiesig, organisch, weich
Schluff, mittel feinsandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig, weich - steif
Schluff, mittel feinsandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig, weich



bis 0.36 m u. GOK	Schluff , mittel feinsandig, schwach tonig, schwach kiesig weich - steif
bis 0.56 m u. GOK	Schluff , stark feinsandig, mittel kiesig, schwach tonig, steif
bis 0.86 m u. GOK	Schluff , stark tonig, mittel kiesig, schwachfeinsandig, steif - halbfest
bis 1.40 m u. GOK	Kies , stark tonig, mittel schluffig, dicht gelagert
bis 2.40 m u. GOK	Kies , stark schluffig, mittel tonig, dicht gelagert, (Unterdevon)
bis 3.00 m u. GOK	Tonschiefer , verwittert, mürbe, verlehnte Schieferflächen (Unterdevon)

Erkundungsendtiefe

Schurf WEA 15

bis 0.03 m u. GOK	Schluff , stark feinsandig, organisch, weich
bis 0.20 m u. GOK	Schluff , mittel feinsandig, sehr schwach kiesig, sehr schwach tonig, steif
bis 0.37 m u. GOK	Schluff , mittel feinsandig, schwach kiesig, sehr schwach tonig, steif
bis 1.20 m u. GOK	Kies , stark schluffig, mittel feinsandig, schwach steinig, mitteldicht bis dicht gelagert
bis 1.60 m u. GOK	Kies , schwach schluffig, schwach tonig, schwach steinig, dicht gelagert
bis 1.90 m u. GOK	Kies , stark schluffig, schwach tonig, mitteldicht gelagert (Unterdevon)
bis 2.80 m u. GOK	Tonschiefer , plattig, verwittert, mürbe, dicht gelagert (Unterdevon)

Erkundungsendtiefe

Schurf WEA 16

bis 0.05 m u. GOK	Feinsand , mittel schluffig, sehr schwach kiesig, organisch, locker gelagert
bis 0.20 m u. GOK	Feinsand , mittel schluffig, schwach feinkiesig, mitteldicht gelagert
bis 0.35 m u. GOK	Feinsand , mittel schluffig, schwach kiesig, mitteldicht bis dicht gelagert
bis 1.50 m u. GOK	Kies , stark feinsandig, schwach schluffig, dicht gelagert (Unterdevon)
bis 2.00 m u. GOK	Kies, Steine , (Tonschiefer, teils in Blockgröße), mittel feinsandig, schwach schluffig, dicht gelagert (Unterdevon)
bis 2.20 m u. GOK	Schiefer , steinig-kiesig lösbar, Schieferflächen verlehmt (Unterdevon)

Erkundungsendtiefe

Schurf WEA 17

bis 0.03 m u. GOK	Feinsand , stark schluffig, organisch, locker gelagert
bis 0.06m u. GOK	Feinsand , stark schluffig, schwach organisch, locker gelagert
bis 0.53 m u. GOK	Schluff , stark feinsandig, schwach kiesig, weich - steif
bis 0.90 m u. GOK	Kies , mittel sandig, mittel schluffig, mitteldicht bis dicht gelagert (Unterdevon)
bis 1.50 m u. GOK	Schiefer , steinig-kiesig, teils blockig lösbar (Unterdevon)
bis 2.10 m u. GOK	Schiefer , Schieferflächen verlehmt (Unterdevon)

Erkundungsendtiefe

In der Gesamtbetrachtung ist festzustellen, dass an den Standorten vergleichbare Bodenverhältnisse zu erwarten sind. Danach folgen unterhalb einer dünnen Oberbodenbedeckung zumeist wenige Dezimeter umfassende Schichthorizonte aus meist kiesigen Schluffen oder Feinsanden, die anschließend und geländenah in kiesige bis steinige Verwitterungsbildungen und schließlich in Schiefergesteine des Unterdevons übergehen.

Die umfassende Bodenbeschreibung und Darstellung der Schichtbegrenzungen kann den **Anlagen 2.1 bis 2.17** entnommen werden.

Organoleptisch auffällige Schichten wurden im Zuge der Erkundung bis in max. Erkundungstiefe nicht festgestellt.



5.3 Bodenwasserverhältnisse

Innerhalb des geländenahen und bauwerksrelevanten Untergrundes wurde kein zusammenhängender Grundwasserspiegel festgestellt. Der Grundwasserspiegel wird erst in größeren Tiefen von vermutlich mehreren 10er Metern erwartet. In der Erkundungsstelle Schurf WEA 14 wurde auf eine lokale Wasserführung getroffen. Derartige Hang- bzw. Sickerwässer treten in Abhängigkeit des jahreszeitigen Klimaverlaufes innerhalb stärker verwitterter Partien auf und können oberhalb von bindigeren Verwitterungsprodukten sowie Festgesteinen Stauwässer bilden.

Insgesamt neigen die gering bis sehr gering durchlässigen Schiefer sowie Sand- und Schluffsteine eher dazu, Oberflächen- und Sickerwasser aufzustauen und an einer raschen Versickerung in größere Tiefen zu hindern.

Hinweise auf die vorherrschenden Bodenwasserbedingungen lassen sich auch von der örtlichen Vegetation ableiten. So treten innerhalb des Windparkareals stellenweise für feuchte bis sumpfige Standorte typische Pflanzengesellschaften auf (z.B. Binsengras, Pfeifengras, Torfmoos). Nicht auszuschließen sind darüber hinaus sumpfige Quellbereiche, in denen versickertes Niederschlags-/Hangwasser wieder zu Tage tritt.

Die generelle Wasserwegsamkeit im Untersuchungsgebiet hängt in erster Linie von der Ausbildung der Klüfte - zu nennen sind die Parameter Länge, Weite und Dichte -, sowie ggf. von der Füllung der Klüfte mit wasserundurchlässigem Material sowie von der tektonischen Beanspruchung und dem Verwitterungsgrad ab. Hinweise auf offene Klüfte oder wasserwegsame Störungszonen wurden während der Erkundung nicht festgestellt. Insbesondere in der oberflächennahen Verwitterungszone ist mit lehmverschmierten Kluft- und Schieferflächen zu rechnen. Mit zunehmender Tiefe und abnehmendem Verwitterungsgrad werden die Trennflächen tendenziell engständiger. Daher können nach den örtlichen Erkundungen die erwartete geringe hydraulische Leitfähigkeit und das geringe Speichervermögen für das Windparkareal bestätigt werden.

Generell gilt es zu beachten, dass es sich um eine aktuelle Feststellung zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten handelt. Der Bodenwasserhaushalt ist niederschlagsabhängig und jahreszeitlich bedingten Veränderungen unterworfen. Im Verlauf niederschlagsreicher Jahreszeiten können in Schichtabschnitten sowohl überhöhte Bodenfeuchte als auch lokale Schichtwasserleiter bzw. -ansammlungen auftreten.

5.4 Charakteristische Bodenkennwerte

Bis zur maximalen Tiefe der Erkundungsstellen werden die angetroffenen Bodenschichten hinsichtlich ihrer wahrscheinlichen Kennwerte abgeleitet und sind **Mittelwerte**. Die Kennwerte der Tabelle gelten für den natürlichen, d.h. ungestörten Zustand.

Bodenschicht	Wichte γ / γ' kN / m ³	Reibungswinkel ϕ' Grad	Steifemodul E_s kN / m ²	Kohäsion c'/c_u kN / m ²
Feinsand, organisch (Oberboden)	17,0 / 7,0	25,0	kein Lastboden	0,0 / 2,0
Schluff, organisch (Oberboden)	17,5 / 7,5	17,5	kein Lastboden	0,0 / 15,0
Schluff, feinsandig	19,5 / 9,5	25,0	5.000	2,0 / 15,0
Schluff, tonig, kiesig	20,5 / 10,5	22,5	8.000	5,0 / 40,0
Feinsand, schluffig, kiesig	18,5 / 8,5	32,5	20.000	0,0 / 0,0
Kies, tonig/schluffig/sandig	19,0 / 9,0	27,5	15.000	2,0 / 5,0
Kies, Steine	19,0 / 9,0	35,0	30.000	0,0 / 0,0
Tonschiefer, Schiefer (Verwitterungszone, Unterdevon) *	21,0 / 11,0	35,0	100.000	0,0 / 0,0
Tonschiefer, Schiefer (Unterdevon)	22,0 / 12,0	37,5	200.000	0,0 / 0,0

Tabelle 4: Bodenkennwerte

* je nach Verwitterungsgrad unterschiedliche Kennwerte

5.5 Bautechnische Einteilung

Nach den örtlichen Feststellungen ist der angrenzende Untergrund bis zur maximalen Erkundungstiefe für bautechnische Zwecke wie folgt einzuordnen:

Bodenschicht	Boden- gruppe DIN 18196	Klassifikation DIN 18196	Boden- klasse DIN 18300	Homogen- bereich *)	Frost- empfindlichkeit ZTVE-StB 09
Schluff/Feinsand, organisch (Oberboden)	OH, OU	organogene Böden / bindige, feinkörnige Böden	1	A	F 3
Schluff, feinsandig	UL	bindige, feinkörnige und bindige, gemischtkörnige Böden	4	B	F 3
Schluff, tonig, kiesig	TL, TM UL	bindige, feinkörnige und bindige, gemischtkörnige Böden	4	B	F 3
Feinsand, schluffig, kiesig	SU, SW, SU*	schwach bindige und bindige, gemischtkörnige sowie nicht bindige, grobkörnige Böden	3 + 4	B	F 1 - F 3
Kies, tonig / schluffig / sandig	GW, GU*, GU, GT*	schwach bindige und bindige, gemischtkörnige sowie nicht bindige, grobkörnige Böden	3	C	F 1 - F 3
Kies, Steine	GW	nicht bindige, grobkörnige Böden	3	C	F 1
Tonschiefer, Schiefer (Verwitterungszone, Unterdevon)	teilweise lockergesteinsähnlich zersetzt zu GW	-----	6	D	F 3 / F 1
Tonschiefer, Schiefer (Unterdevon)	-----	-----	6 + 7	D	F 3

Tabelle 5: Bautechnische Einteilung

*) Vorschlag - ohne VOB - rechtswirksamen Charakter

Erläuterungen zu den Einteilungen

➤ Bodengruppen (DIN 18196)

- **GE:** enggestufte Kiese **GW** weitgestufte Kies - Sand - Gemische **GI:** intermittierend gestufte Kies - Sand - Gemische
- **SE:** enggestufte Sande **SW** weitgestufte Sand - Kies - Gemische **SI:** intermittierend gestufte Sand - Kies - Gemische
- **GU bzw. GU*:** Kies - Schluff - Gemische **GT bzw. GT*:** Kies - Ton - Gemische
- **SU bzw. SU*:** Sand - Schluff - Gemische **ST bzw. ST*:** Sand - Ton - Gemische
- **UL:** leicht plastische Schluffe **UM:** mittelplastische Schluffe **UA:** ausgeprägt plastische Schluffe
- **TL:** leicht plastische Tone **TM:** mittelplastische Tone **TA:** ausgeprägt plastische Tone
- **OU:** Schluffe mit organischen Beimengungen **OT:** Tone mit organischen Beimengungen
- **OH:** grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art **HN:** nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
- **HZ:** zersetzte Torfe **A:** Auffüllungen



➤ **Bodenklassen (DIN 18300 und VOB "Erdarbeiten"):**

- **Bodenklasse 1:** Oberboden (Mutterboden) - oberste Bodenschicht, die neben anorganischen Stoffen auch Humus und Bodenlebewesen enthält.
- **Bodenklasse 2:** Fließende Bodenarten - von flüssiger bis zähflüssiger Beschaffenheit, die das Wasser schwer abgeben.
- **Bodenklasse 3:** Leicht lösbare Bodenarten - nicht bindige bis schwach bindige Sande, Kiese, und Sand - Kies - Gemische mit bis zu 15 Gewichtsprozent Beimengungen an Schluff und Ton und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen über 63 mm Korngröße und bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Organische Bodenarten mit besserer als breijiger Konsistenz sowie Torfe.
- **Bodenklasse 4:** Mittelschwer lösbare Bodenarten - Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-%, sowie bindige von leichter bis mittlerer Plastizität und höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.
- **Bodenklasse 5:** Schwer lösbare Bodenarten - Bodenarten nach den Bodenklassen 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Ebenso nicht bindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis fest sind.
- **Bodenklasse 6:** Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare verfestigte bindige und nicht bindige Bodenarten, wie sie z.B. durch Austrocknen, Gefrieren oder chemischen Bindungen hervorgerufen werden; nicht bindige und bindige Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.
- **Bodenklasse 7:** Schwer lösbarer Fels - Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügesteifigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind. Felsgelagerter, unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, Schlackenhalde der Hüttenwerke sowie dergleichen.

➤ **Homogenbereiche (DIN 18300 (2015) und VOB / C "Erdarbeiten"):**

- **Definition:** Gemäß ATV DIN 18304 (2012) sind Boden und Fels in Homogenbereiche (Schichteneinteilung) einzuteilen. Ein Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997, T. 2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.
- Die DIN 18300 (2012) wurde zurückgezogen - die Einteilung in Bodenklassen (bisher 1 - 7) entfällt.

➤ **Frostempfindlichkeit (ZTVE - StB 09):**

- **Frostempfindlichkeitsklasse F1:** nicht frostempfindlich
- **Frostempfindlichkeitsklasse F2:** gering bis mittel frostempfindlich
- **Frostempfindlichkeitsklasse F3:** sehr frostempfindlich

5.6 Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit

Zur Beurteilung der hydraulischen Leitfähigkeit (= Wasserdurchlässigkeit) des Untergrundes ist es notwendig, den k_f - Wert (so genannter "Durchlässigkeitsbeiwert") zu bestimmen. Für die Bodenschichten bis in maximale Tiefe des Erkundungsaufschlusses werden die Durchlässigkeiten nach Erfahrung wie folgt angegeben:

Bodenschicht	k_f - Wert m / s	Durchlässigkeit nach DIN 18130
Schluff / Feinsand, organisch (Oberboden)	$10^{-6} - 10^{-8}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Schluff, feinsandig	$10^{-6} - 10^{-8}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Schluff, tonig, kiesig	$10^{-6} - 10^{-8}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Feinsand, schluffig, kiesig	$10^{-5} - 10^{-6}$	durchlässig bis schwach durchlässig
Kies, tonig / schluffig / sandig	$10^{-5} - 10^{-7}$	durchlässig bis schwach durchlässig
Kies, Steine	$10^{-5} - 10^{-6}$	durchlässig bis schwach durchlässig
Tonschiefer, Schiefer (Verwitterungszone, Unterdevon)	$10^{-7} - 10^{-8}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
Tonschiefer, Schiefer (Unterdevon)	$< 10^{-8}$	sehr schwach durchlässig

Tabelle 6: Abschätzung Durchlässigkeit



6.2 Geotechnische Rahmenbedingungen (Zusammenfassung)

Die geotechnischen Rahmenbedingungen wurden an den Standorten mit Baggerschürfen orientierend geprüft. In den vorhergehenden Abschnitten wurden die Ergebnisse der örtlichen Feststellungen beschrieben. Im Folgenden werden die geotechnischen Rahmenbedingungen zusammenfassend wiedergegeben:

Standort WEA 1

Geländesituation: Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Süden (ca. 2°).

Baggerschürfgrube: Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Kies-Feinsand-Schluff-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht bis sehr dicht gelagerten steinig zerfallenden, teils sandigem und schluffigem Schiefer an. Mit zunehmender Tiefe folgt ein Übergang in weitgehend unverwitterte Schiefergesteine.

Bei 2,00 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da auf felsig - harte Gesteinsstrukturen des Unterdevons getroffen wurde.

Grundwasser: Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 2

Geländesituation: Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung West-südwesten (ca. 3°).

Baggerschürfgrube: Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Feinsand-Schluff-Kies-Steine-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht bis sehr dicht gelagerten steinig-kiesig zerfallenden, teils sandigem und schluffigem Schiefer an. Mit zunehmender Tiefe folgt ein Übergang in weitgehend unverwitterte Schiefergesteine.

Bei 2,20 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da auf felsig - harte Gesteinsstrukturen des Unterdevons getroffen wurde.

Grundwasser: Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.



Standort WEA 3

Geländesituation: Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Süden (ca. 4°).

Baggerschürfgrube: Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Schluff-Feinsand-Kies-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht gelagerten schluffigen Kiesen an. Darunter folgt zu kiesigem und tonigem Schluff zersetzter Tonschiefer, der ab ca. 2,20m u. GOK in einen entfestigten und mürben Tonschiefer übergeht.

Bei 2,60 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da ab dieser Tiefe der Verwitterungsgrad abnimmt und allmählich mit Festgestein zu rechnen ist.

Grundwasser: Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 4

Geländesituation: Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Südwesten (ca. 8°).

Baggerschürfgrube: Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Schluff-Feinsand-Kies-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von zersetztem Tonschiefer an, dessen Verwitterungsgrad mit zunehmender Tiefe abnimmt. Ab der Endtiefe von ca. 1,80m u. GOK ist mit einem Übergang in das Festgestein zu rechnen.

Grundwasser: Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 5

Geländesituation: Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Osten (ca. 9°).

Baggerschürfgrube: Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Schluff-Feinsand-Kies-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von mitteldicht bis dicht gelagerten schluffigen Kiesen an. Darunter folgt plattiger und mürber Ton-

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



schiefer, der ab ca. 2,30m u. GOK in einen plattigen und harten Tonschiefer übergeht.

Bei 2,35 m u. GOK wurde die Schürfung aufgrund der harten Gesteinsstrukturen beendet.

Grundwasser:

Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 6

Geländesituation:

Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Südwesten (ca. 4,5°).

Baggerschürfgrube:

Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Schluff-Feinsand-Kies-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht gelagertem steinig-schluffigem Kies an. In einer Tiefe von ca. 1,10m u. GOK geht dieser in dicht bis sehr dicht gelagerten Schiefer über.

Bei 1,80 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da ab dieser Tiefe der Verwitterungsgrad abnimmt und allmählich mit Festgestein zu rechnen ist.

Grundwasser:

Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 7

Geländesituation:

Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Südsüdosten (ca. 5°).

Baggerschürfgrube:

Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Schluff-Feinsand-Kies-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht gelagerten kiesigen Steinen an. Darunter folgt verwitterter und zerfallener Tonschiefer, der ab ca. 1,90m u. GOK in einen plattigen Tonschiefer mit verlehmtten Schieferflächen übergeht.

Bei 2,00 m u. GOK wurde die Schürfung aufgrund der kompakten Gesteinsstrukturen beendet.

Grundwasser:

Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.



Standort WEA 8

Geländesituation: Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Westen (ca. 8°).

Baggerschürfgrube: Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Schluff-Feinsand-Kies-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht gelagertem schluffigen Kies an. In einer Tiefe von ca. 1,20m u. GOK geht dieser in Schiefer über, der durch den Baggereinsatz in Stein- und Blockgröße lösbar ist.

Bei 2,00 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da ab dieser Tiefe der Verwitterungsgrad abnimmt und allmählich mit Festgestein zu rechnen ist.

Grundwasser: Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 9

Geländesituation: Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Südwesten (ca. 2°).

Baggerschürfgrube: Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Sand-Schluff-Kies-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht gelagerten schluffigen Steinen / Kies an. In einer Tiefe von ca. 0,90m u. GOK gehen diese in Schiefer über, der durch den Baggereinsatz in Stein- und Kiesgröße lösbar ist.

Bei 2,10 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da ab dieser Tiefe der Verwitterungsgrad abnimmt und allmählich mit Festgestein zu rechnen ist.

Grundwasser: Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 10

Geländesituation: Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Westen (ca. 9,5°).

Baggerschürfgrube: Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Schluff-Feinsand-Kies-Gemischen schließt sich



die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht gelagertem, plattig-kiesig zerfallenden Schiefer an. In einer Tiefe von ca. 1,00m u. GOK geht dieser in kompakteren Schiefer über, der durch den Baggereinsatz in Stein- und Blockgröße lösbar ist.

Bei 1,90 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da ab dieser Tiefe der Verwitterungsgrad abnimmt und allmählich mit Festgestein zu rechnen ist.

Grundwasser:

Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 11

Geländesituation:

Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Nord-nordosten (ca. 5°).

Baggerschürfgrube:

Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Feinsand-Schluff-Kies-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht gelagertem, plattig zerfallendem und lehmigem Tonschiefer an. In einer Tiefe von ca. 1,50m u. GOK geht dieser in kompakteren Tonschiefer über, der durch den Baggereinsatz in Stein- und Blockgröße lösbar ist.

Bei 1,90 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da ab dieser Tiefe der Verwitterungsgrad abnimmt und allmählich mit Festgestein zu rechnen ist.

Grundwasser:

Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 12

Geländesituation:

Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Osten (ca. 7°).

Baggerschürfgrube:

Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Feinsand-Schluff-Kies-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht gelagertem, plattig-kiesig zerfallendem und lehmigem Tonschiefer an. In einer Tiefe von ca. 1,60m u. GOK geht dieser in kompakteren Tonschiefer über, der durch den Baggereinsatz in

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



Stein- und Blockgröße lösbar ist, bereichsweise jedoch stärker verwittert und entfestigt ist.

Bei 2,00 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da ab dieser Tiefe der Verwitterungsgrad abnimmt und allmählich mit Festgestein zu rechnen ist.

Grundwasser:

Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 13

Geländesituation:

Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Norden (ca. 4°).

Baggerschürfgrube:

Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Feinsand-Schluff-Kies-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht gelagertem, steinig-kiesig zerfallendem Schiefer an. In einer Tiefe von ca. 1,25m u. GOK geht dieser in kompakteren Schiefer über, der durch den Baggereinsatz in Stein- und Blockgröße lösbar ist.

Bei 2,00 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da ab dieser Tiefe der Verwitterungsgrad abnimmt und allmählich mit Festgestein zu rechnen ist.

Grundwasser:

Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 14

Geländesituation:

Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Ostnordosten (ca. 6,5°).

Baggerschürfgrube:

Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Schluff-Feinsand- und Schluff-Ton-Gemischen schließen sich dicht gelagerte, tonige und schluffige Kiese an. In einer Tiefe von ca. 2,40m u. GOK folgt verwitterter und mürber Tonschiefer mit verlehnten Schieferflächen.

Bei 3,00 m u. GOK wurde die Schürfung beendet. Profiltiefer wird mit einer Abnahme des Verwitterungsgrades und dem Übergang in das Festgestein gerechnet.



Grundwasser: Ab einer Tiefe von ca. 1,30m u. GOK wurden Schichtwasserzuläufe beobachtet.

Standort WEA 15

Geländesituation: Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Norden (ca. 4°).

Baggerschürfgrube: Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Schluff-Feinsand-Gemischen schließen sich mitteldicht bis dicht gelagerte schluffige Kiesen an. Ab einer Tiefe von ca. 1,90m u. GOK folgt dicht gelagerter, plattiger, verwitterter und mürber Ton-schiefer.

Bei 2,80 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da ab dieser Tiefe der Verwitterungsgrad abnimmt und allmählich mit Festgestein zu rechnen ist.

Grundwasser: Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 16

Geländesituation: Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Süd-südosten (ca. 15°).

Baggerschürfgrube: Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Feinsand-Schluff-Gemischen schließen sich dicht gelagerte sandige Kiese und Kies-Steine-Gemische an. Ab einer Tiefe von ca. 2,00m u. GOK folgt steinig-kiesig lösbarer Schiefer mit verlehnten Schieferflächen.

Bei 2,20 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da ab dieser Tiefe der Verwitterungsgrad abnimmt und allmählich mit Festgestein zu rechnen ist.

Grundwasser: Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Standort WEA 17

Geländesituation: Einfallen der Geländeoberfläche in Richtung Norden (ca. 10°).



Baggerschürfgrube:

Unter geländeanliegendem Ober- und Unterboden aus Feinsand-Schluff-Gemischen schließt sich die Verwitterungszone des Unterdevons in Form von dicht gelagertem, schluffigem und sandigem Kies an. Ab einer Tiefe von ca. 0,90m u. GOK folgt steinig-kiesig lösbarer Schiefer, der ab ca. 1,50m u. GOK in Schiefer mit verlehnten Schieferflächen übergeht.

Bei 2,10 m u. GOK wurde die Schürfung beendet, da ab dieser Tiefe der Verwitterungsgrad abnimmt und allmählich mit Festgestein zu rechnen ist.

Grundwasser:

Bis in Tiefe des Erkundungsaufschlusses wird kein freies Grundwasser beschrieben.

Die geotechnischen Rahmenbedingungen beschreiben an den Standorten eine mehr oder weniger ausgeprägte Hangneigung. Die Untergrundverhältnisse stellen sich insgesamt vergleichbar, im Detail jedoch uneinheitlich dar. Aufgrund der vorgegebenen effektiven Fundamenteinbindung auf Höhe der GOK ist wegen unterschiedlicher Hangneigungen und unterschiedlicher Tiefenlage des Festgesteins mit sehr unterschiedlichen Verhältnissen im Bereich der jeweiligen Fundamentunterkante zu rechnen. Talseits liegen die Fundamentunterkanten teils weit oberhalb der GOK, so dass ein Gründungsaufleger zunächst geschaffen werden muss.

6.3 Gründungsvorschlag

Eine ausreichende Tragfähigkeit des Untergrundes zur Aufnahme der einwirkenden Lasten ist in den unterdevonischen Schiefergesteinen gegeben. Mit der Lasteinleitung in die Festgesteine kann sichergestellt werden, dass die Lasten im Hinblick auf die zu berücksichtigenden (möglichen) Lastwechsel und der hiermit einhergehenden erhöhten Eck- und Kantenpressung schadlos aufgenommen werden.

An den Standorten liegen gemäß dem Erkundungsbefund jedoch teilweise tiefgründige Verwitterungsbildungen in Form von lockergesteinsartigen Gemischen aus unterschiedlichen Korngrößen und teils noch gar kein Gründungsaufleger bis unterhalb der effektiven Fundamenteinbindung vor.

In Tiefe der Erkundungsaufschlüsse treten Bodenhorizonte in horizontaler und vertikaler Heterogenität aus Schiefer, Steinen, Kies sowie Sand und Schluff mit örtlich hohen Tongehalten in Erscheinung. Insbesondere beim Antreffen von plastisch reagierenden Schluffen und Tonen oder auch schluffig-tonigen Verwitterungsprodukten sind gegenüber den übrigen Bodenformationen deutlich höhere Verformungen zu erwarten.



Somit sind die Baugrundbedingungen von ungleichen Steifigkeitsverhältnissen beeinflusst, die sich im ungünstigsten Fall in Setzungsdifferenzen auswirken können. Sie stellen somit im Hinblick auf die Lasteinwirkungen ein Baugrundrisiko dar.

Auf Grund der unterschiedlichen Topographie und der unterschiedlichen Tiefenlage der tragfähigen Schiefergesteine unterhalb der effektiven Fundamenteinbindetiefe ist ein gründungstechnischer Interventionsbedarf signifikant zu erkennen. An allen Standorten kommen Mehrgründungstiefen zum Tragen, die durch geeignete Überbrückungen auszugleichen sind. Die konkreten Überbrückungshöhen lassen sich erst nach genauer Einmessung der Anlagenmittelpunkte und weiterführenden Erkundungsarbeiten sowie eines Höhennivellements der Erkundungspunkte in Bezug zum Anlagenmittelpunkt festlegen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand wäre zur Überbrückung der Differenzhöhen zwischen der standardisierten Fundamenteinbindung und dem tragfähigen Gründungsaufbaulager der Einbau einer **mineralischen und bewehrten Erdbauschicht** aus gleichmäßig kornabgestuftem und raumbeständigem Brechkornmisch denkbar.

6.4 Auftriebssicherheit

Der Untergrund ist nach dem Ergebnis der bodenkundlichen Feststellungen nicht zuverlässig geeignet, mögliche temporäre Wasserführungen rasch in die tieferen Untergrundregionen abzuführen. Das engstehende Trennflächengefüge (Schicht-, Schiefer- und Kluffflächen) der Schiefergesteine und das Auftreten von feinkörnigen, bindigen Verwitterungsprodukten mit oftmals lehmgefüllten Klüften verhindern ein rasches Versickern von Bodenwässern. In diesem Zusammenhang sollte beachtet werden, dass die Verhältnisse an den einzelnen Standorten unterschiedlich ausfallen können.

Zudem sind bei Niederschlagsereignissen und seitlich zulaufenden Schichtwässern entsprechende Zutritte in die Arbeitsraumverfüllung möglich, die insbesondere im Kontakt zwischen dem Fundamentrand und der Arbeitsraumverfüllung eine unmittelbare Beanspruchung auslösen können.

Gemäß der Planung soll ein auftriebssicheres Fundament ausgeführt werden.

6.5 Geotechnische Nachweise

Die Aufstellung und der Betrieb der Anlagen erfordert die Einhaltung bestimmter Anforderungskriterien. Diese werden durch den Anlagenhersteller in der Veröffentlichung standardisierter Fundamentdatenblätter für geotechnische Nachweise vorgegeben. Die hierfür festgelegten Kriterien sind in den nachstehenden tabellarischen Auflistungen aufgeführt.

Flachgründung mit Auftrieb	E-138 EP3-HT-160-ES-C-PA
Erforderlicher Sohldruck:	$\sigma_{k,vorh} = 340 \text{ kN / m}^2$
Mindestwert Steifemodul (in Abhängigkeit von Fundamentgeometrie und Querdehnzahl):	$E_{oed,dyn} = k_{\phi} \cdot \frac{3}{4} \cdot 1/r^3 \cdot ((1 + \nu) \cdot (1 - \nu)^2 / (1 - \nu - 2 \cdot \nu^2)) \text{ [MN / m}^2\text{]}$
Mindestdrehfedersteifigkeit zwischen Fundament und Baugrund: Ersatzradius:	$k_{\phi,dyn} = 100.000 \text{ MNm / rad}$ $k_{\phi,stat} = 10.000 \text{ MNm / rad}$ $r = 9,47 \text{ m}$
Aufschüttung und Erdauflast:	Eine Aufschüttung ist Bestandteil der Anlage. Die Erdauflast muss ein Eigengewicht von $16,0 \text{ kN / m}^3$ (im Trockenzustand) erreichen.
Fundamentgeometrie:	Kreisringfundament $\varnothing a + i = 19,15 \text{ m / } 9,00 \text{ m}$ Einbindetiefe $h_e = -0,10 \text{ m}$ (ohne Sauberkeitsbeton)
Lasten an der Fundamentunterkante:	mit / ohne Auftrieb NTM DLC D.3: $F_{xy} = 850 \text{ kN}$ $F_z = -28.032 \text{ kN / } -29.148 \text{ kN}$ $M_{xy} = 81.083 \text{ kNm}$ N/A/T: $F_{xy} = 1.420 \text{ kN}$ $F_z = -28.032 \text{ kN / } -29.178 \text{ kN}$ $M_{xy} = 129.979 \text{ kNm}$ alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwert ($\gamma_F = 1,0$)
Zulässige Schiefstellung (max. infolge Baugrundsetzung in 25 Jahren, bezogen auf Fundamentdurchmesser)	$\Delta s \leq 40 \text{ mm}$

Tabelle 7: Flachgründung - Anforderungskriterien

Die geotechnischen Nachweise können erst nach der vollständigen und detaillierten Erkundung der Baugrundverhältnisse und nach der endgültigen Festlegung des Gründungskonzepts geführt werden.

6.6 Erdarbeiten, Baugrubenabnahme

Sofern die angedachte Gründung über einen mineralischen und bewehrten Bodenaustausch für die Standorte bestätigt werden kann, orientieren sich die Abgrabungen an den örtlichen Gegebenheiten, die an den Standorten infolge der hangigen Geländeaussprägung unterschiedlich ausfallen. Die Tiefe ergibt sich durch die Tiefenlage des ausreichend tragfähigen Baugrundes. Die Schichtdicke des Bodenaustauschs variiert auch innerhalb der einzelnen Baugruben, so dass jeweils ein keilförmiger Aufbaukörper entsteht.

An den Standorten ist der tragfähige Schieferfels flächenhaft über den gesamten Baugrubenquerschnitt freizulegen. Die Oberfläche ist treppenartig zu terrassieren, um jeweils ein möglichst horizontales Auflager für das Bodenaustauschmaterial zu schaffen. Um gleichartige und homogene Bedingungen auf Höhe der Gründungsebene zu erhalten, muss das Bodenaustauschmaterial vollflächig eingebracht wer-



den und auch im hangseitigen Einschnittsbereich eine Mindestmächtigkeit von 0,30m erreichen.

Auf die Beachtung der DIN 4124 - *Baugruben und -gräben* - sowie der einschlägigen Unfallschutzvorschriften wird nachdrücklich hingewiesen. In diesem Zusammenhang ist der Abschnitt 4.2.8 der genannten Norm zu berücksichtigen, wonach die Standsicherheit von Böschungen nach DIN EN 1997 - 1, DIN 1054 bzw. DIN 4084 nachzuweisen ist, wenn diese höher als 5 m ist. Ggf. sind Zwischenbermen anzulegen, um Steinschlag und herausbrechende größervolumige Gesteine zu vermeiden.

Sollten Labilisierungen der Böschungswandungen beobachtet werden, sind diese unverzüglich durch abflachende Nachprofilierungen oder andere geeignete Stützmaßnahmen zu sichern. Für alle erdbautechnischen Arbeiten ist zu beachten, dass die Möglichkeit der freien Bodenabschachtung nur unter Einhaltung einer dem anstehenden Boden angepassten Abflachungsneigung erfolgen kann. Für die Anlegung der jeweiligen Baugrubenböschung wird folgende Profilierung vorgeschlagen (ohne Grundwassereinfluss):

$\beta = 45^\circ$ bei Einschnitten innerhalb von Sanden und Kiesen

$\beta = 60^\circ$ bei Einschnitten innerhalb von Schluffen, Tonen und Fels

Die Abgrabungen zur Profilierung der Baugruben sind zweckmäßigerweise durch leistungsfähiges Tieflöffelbaggergerät und Arbeitsstand in OK Gelände vorzunehmen (schwere Ausführung). Eine "Reißzähnebestückung" wird erforderlich. Darüber hinaus können an einigen Standorten entweder aufgrund unmittelbarer Einbindung in Schieferfels oder auch in Schichtzonen kompakte Felsbänke oder Quarzitblöcke angetroffen werden, die den Einsatz eines Meisels erforderlich machen.

Nach der Profilierung der Baugrube ist das Erdplanum intensiv "kreuzweise" mit schwerer Vibrationswalze zu verdichten und anschließend vom Baugrundsachverständigen abzunehmen. Nach Durchführung der erforderlichen Bodenaustausch- bzw. -verbesserungsmaßnahmen erfolgt unverzüglich das Aufbringen der Betonsauberkeitsschicht zur Versiegelung der Fundamentaufstandsfläche.

Entlang der oberen Baugrubenränder wird die Einhaltung eines lastfreien Schutzstreifens von $\geq 1,50$ m empfohlen.

6.7 Wasserhaltung

Nach den Erkundungsergebnissen ist lediglich am Standort WEA 14 lokales Schichtwasser angetroffen worden. An den übrigen Standorten ist bis zur maximalen Erkundungstiefe kein freies Grundwasser angetroffen worden.

Bei ungünstigen Witterungsverhältnissen (z.B. lang andauernde Niederschläge oder Starkregenereignisse) können vermehrt bzw. intensiver auftretende Schicht-, Hang-, Sicker- und Tagwasser nicht ausgeschlossen werden. Hierdurch kann eine Behinderung der erd- und gründungstechnischen Arbeiten eintreten.



Wasserhaltungsmaßnahmen sind grundsätzlich an die örtlichen Verhältnisse anzupassen. Zur Auffangung und Ableitung von Wasserzuläufen wird zweckmäßigerweise der Einsatz von leistungsfähigen, schwimmergeschalteten Schmutzwasserpumpen vorgeschlagen, die randlich und außerhalb des Fundamentgrundrisses in vertiefte Gruben (als Pumpensumpf) eingestellt werden. Die Anzahl richtet sich nach der Intensität des Zulaufes, welche im jahreszeitigen Klimaverlauf unterschiedlich ausfallen kann. So wird in den Sommermonaten mit geringeren und in den Winter- und Frühjahrsmonaten mit deutlich vermehrten Bodenwasseraufkommen zu rechnen sein.

Erforderlichenfalls ist entlang des hangseitigen Baugrubenrandes ein Drainagegraben außerhalb des Fundamentlasteinflussbereichs (45° ab äußerem Fundamentrand) mit einem pumpen- (vorflut-)seitigen Gefälle anzulegen.

6.8 Bodenaustausch

An den Standorten kommt aufgrund der geringen Einbindetiefe, der Hanglage und der örtlich tief reichenden Verwitterungsstrukturen voraussichtlich jeweils ein Bodenaustausch zur Herstellung.

Eine Gründung der WEA auf Materialien unterschiedlicher Steifigkeiten wie z.B. Festgestein / Schotter ist zwingend zu vermeiden. Für Anlagenstandorte mit teilflächigem Bodenaustausch ist daher über die gesamte Fundamentfläche ein Gründungspolster aus Brechkorngemisch der Stärke $d \geq 0,30$ m vorzusehen (Pufferschicht). Hinzu kommt der teilflächig erforderliche Bodenaustausch entsprechend den baugrundbedingten Erfordernissen.

Für Bodenaustauschmaßnahmen werden aufgrund der Anforderungen ausschließlich mineralische und raumbeständige Brechkorngemische in gleichmäßiger Kornabstufung zur Verwendung zugelassen (z.B. Körnung 0 - 32, 0 - 45 oder 0 - 56 mm). Der Einbau erfolgt dabei in Lagen von höchstens $d = 0,30$ m und Verdichtung je Lage. Auswahl, Einbau und Verdichtung der Erdbaustoffe erfolgen zweckmäßigerweise in Anlehnung an die

- **ZTV V - SoB - StB 04**
"Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"
- **TL SoB - StB 04**
"Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"

Es sollten vorzugsweise ortstypische Baumaterialien zur Verwendung vorgesehen werden. Recycling - Material ist nur zuzulassen, wenn es den o.s. Richtlinien entspricht und umweltverträglich ist (ausschließlich Z 0 - Material).

Zur Gewährleistung der ausreichenden Verdichtung am Fundamentrand ist zusätzlich eine Verbreiterung der mineralischen Schicht auf mindestens $b = 0,50$ m zu



empfehlen. Der Lastausbreitungswinkel von 45° ist zu beachten. Die Verdichtung ist je Einzeleinbaulage intensiv und "kreuzweise" durchzuführen. Der Erfolg der Baugrundverbesserung ist durch Fremdprüfung nachzuweisen. Als Verdichtungsziel sollte eingehalten werden:

$$D_{pr} \geq 100\% \quad \text{Proctor}$$

oder ersatzweise

$$E_{v2} \geq 100 \text{ MN / m}^2 \quad \text{Verformungsmodul}$$

$$E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3 \quad \text{Verdichtungsverhältnis}$$

In halber und ganzer Aufbauhöhe der Bodenaustausch - Erdbaustoffe sind mindestens jeweils zwei Lastplattendruck - Versuche nach DIN 18134 zur Bestätigung der Verdichtung und der E-Module auszuführen. Auf OK Bodenaustausch sind zum Nachweis der Mindestdrehfedersteifigkeiten seismische Profile zu messen. Einbau, Verdichtung und Kontrolle erfolgen grundsätzlich mit dem Baugrundsachverständigen in enger Abstimmung.

6.9 Arbeitsraumverfüllung; Fundamentüberschüttung

Vom Grundsatz her ist der umlaufende Arbeitsraum durch den Einbau von verdichtungsfähigen Erdbaustoffen zu verfüllen. Die Baustoffe sind lagenweise einzubauen und zu verdichten ($D_{pr} \geq 100\%$). Gleiches gilt für die talseitig erforderliche Anschüttung.

Die Baugrube zwischen dem Fundament und der Kranstellfläche unterliegt einer besonderen Beanspruchung, da hier eine Lastbeanspruchung aus Richtung der Kranstellfläche stattfindet. Der Anlagenhersteller gibt hierfür ein nachzuweisendes Verdichtungskriterium entsprechend der vorgenannten Proctordichte und ein Verdichtungsverhältnis von $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$ vor (ermittelt durch Lastplattendruckversuche nach DIN 18134). Aufgrund der Anforderungen können voraussichtlich in den relevanten Bereichen nur qualifizierte Erdbaustoffe gemäß ZTV SoB-StB 04 / TL SoB-StB 04 zur Verwendung zugelassen werden. Die erreichte Verdichtung ist nachzuweisen und die Zulässigkeit mit dem Baugrundgutachter abzustimmen.

Die Verwendung der beim Aushub gewonnenen Böden zum Zweck der Arbeitsraumverfüllung in den Bereichen außerhalb des Lasteinflusses kann in Aussicht gestellt werden. Hierbei sollte allerdings beachtet werden, dass Tone als schwer verdichtbar gelten. Eine Verwendung von überhöht feuchtigkeitsangereicherten bzw. aufgeweichten Böden ist nicht zulässig. Ggf. ist eine Vergütung bzw. Verfestigung in Abstimmung mit dem Anlagenhersteller zu prüfen. Für derartige Maßnahmen eignet sich das Einarbeiten von Kalk / Zement (ggf. als Mischbinder). Zugabemengen können allerdings erst nach vorherigen labortechnischen Untersuchungen angegeben werden, da diese von den im jahreszeitigen Verlauf veränderlichen natürlichen Wassergehalten abhängen.



Im Bauablauf muss darauf geachtet werden, dass die zwischengelagerten Böden nicht austrocknen oder durch Niederschlag Feuchte aufnehmen können.

Bei den verwitterten kiesig - steinigen und teilweise blockigen Tonschiefern ist beim Lösen mit dem Entstehen von inhomogenen Strukturen zu rechnen. Bei Forderung nach einer homogenen Arbeitsraumverfüllung können diese Bodenmassen auf Grund der Gefahr von Hohlraumbildungen nicht ohne weiteres verwendet werden. Um gleichmäßig kornabgestufte und somit verwendungsfähige Erdbaustoffe zu erhalten werden prinzipiell mechanische Aufbereitungen (Einsatz einer Brecheranlage) erforderlich. Empfohlen wird ein Korngrößengemisch von 0 - 32 oder 0 - 45 mm.

Um für die Fundamentüberschüttung die geforderte Mindestwichte von $16 \text{ kN} / \text{m}^3$ zu erreichen, wird ebenfalls ein lagenweiser Einbau der Schüttböden (Eignungskontrolle analog der Arbeitsraumverfüllung) und eine Verdichtung jeder Einzeleinbaulage mittels statischem Verdichtungsgerät (Walzen - mindestens 4 kontrollierte Übergänge je Einbaulage) angeraten.

Zur Andeckung des oberen Überschüttbereichs eignen sich eher Lehme, die zur raschen Abführung von Oberflächenwässern geglättet und mit Gefälle vom Anlagenmittelpunkt weg profiliert werden sollten. Als Schichtdicke der Einzeleinbaulage wird $d < 0,25 \text{ m}$ vorgeschlagen. Eine Prüfung und Bestätigung der anlagerherstellerseitigen Mindestwichte ist erforderlich.

6.10 Zuwegung

Die verkehrstechnische Anbindung der Standorte erfolgt über Forstwege, die für den zu erwartenden Schwerlastverkehr ausgebaut und ertüchtigt werden müssen. Dies betrifft u.a. Maßnahmen zur Verbreiterung sowie Aufweitungen der Fahrwege in Kurvenbereichen.

Für die Fahrwege ist zu beachten, dass diese während der Bauphase durch häufig wiederkehrenden Schwerlastverkehr beansprucht werden. Bei entsprechenden Belastungen können erhebliche Einsenkungen und Rinnenbildungen auftreten. Insbesondere im Verlauf niederschlagsreicher Zeiten stellen sich entlang der Fahrflächen ggf. tiefgründige Aufweichungen ein, die dann nicht mehr befahrbar bzw. ungehindert nutzbar sind. Es wird daher der Aufbau einer durchgehenden, dauerhaft nutzbaren und frostsicheren Oberflächenbefestigung benötigt. Die Tragfähigkeit und Befahrbarkeit müssen auch im Falle von starken Regenfällen gegeben sein. Anlagenherstellerseitige Anforderungen umfassen folgende Tragfähigkeitsbedingungen:

Gewachsener Untergrund	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN} / \text{m}^2$
Oberbau, Tragschicht	$E_{v2} \geq 80 \text{ MN} / \text{m}^2$ / $D_{pr} \geq 100 \%$
Oberbau, Deckschicht	$E_{v2} \geq 100 \text{ MN} / \text{m}^2$ / $D_{pr} \geq 100 \%$
Verhältniswert E_{v2} / E_{v1}	$\leq 2,3$

Die Prüfung erfolgt mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134, wobei anlagenherstellerseitig 1 Versuch pro 100 m Zuwegung empfohlen wird.



Die Deckschicht soll möglichst gleichmäßig mit einer Überhöhung von mindestens 10 cm zum anliegenden Gelände eingebaut werden. Dazu sollte eine Mindestschichtstärke von 25 cm eingehalten werden.

Eine Erkundung der bestehenden Zuwegungen war nicht beauftragt. Auf der Grundlage der unmittelbar an dem Aufstellungsort durchgeführten Baugrunderkundung sind die Untergrundverhältnisse gemäß den Beschreibungen im Abschnitt 5.2 - "Erkundeter Bodenaufbau" zu erwarten.

Folgerungen

Der Oberboden ist hoch verformungsempfindlich und daher ungenügend tragfähig. Er muss entsprechend seiner ausgebildeten Schichtdicke vollständig ausgeräumt werden.

Bei dem unterhalb des Oberbodens anstehenden Untergrund handelt es sich nach den punktuellen Prüfstellen an den Aufstellungsorten der Anlagen um Böden unterschiedlicher Bodengruppen. Nach ZTVE - StB 09 sind die Böden den Frostempfindlichkeitsklassen F 1 → nicht frostempfindlich, F 2 → gering bis mittel frostempfindlich und F 3 → sehr frostempfindlich zuzuordnen. Nach sensibler Einschätzung liegt lockere bis dichte Lagerung bzw. weich bis steife, steife oder steife bis halbfeste Konsistenz vor.

Für die Gründung der Verkehrsflächen wird ein Mindestverformungsmodul für das Planum von $E_{v2} = 45 \text{ MN} / \text{m}^2$ vorgegeben. Dies entspricht im Übrigen auch den Richtlinien der ZTVE - StB 09, Abschn. 4.5. Das Leistungsmerkmal wird durch den Lastplattendruckversuch nach DIN 18134 ermittelt. Hiervon ausgehend wird auf dem Planum im Bauzustand ein ausreichend tragfähiger Untergrund abgeleitet.

Eine erfahrungsgemäß getroffene Abschätzung, ob der geforderte Wert in den anstehenden Böden mit Sicherheit erreicht werden kann, ist im Vorfeld nicht zweckmäßig und sollte daher grundsätzlich einer Prüfung vorbehalten werden.

Vorschlag

Zunächst wird das Erdplanum mit einer Breite von $b = 4 \text{ m}$ (bzw. nach Angaben des Anlagenherstellers) angelegt und zur raschen Abführung von Niederschlagswässern mit einem einseitigen Gefälle (ggf. Dachgefälle) von wenigstens 2 - 3 % zum Wegrand hin glättend profiliert sowie intensiv statisch verdichtet (Glattmantelwalze 4 bis 6 überlappende Übergänge). Der Verdichtung sollten mindestens 3 Tage niederschlagsfreies Wetter vorausgegangen sein.

Zur Vermeidung von Vernässungen am seitlichen Rand sollte erwogen werden, eine Entwässerungseinrichtung in Form eines Grabenprofils und Ausbildung eines vorflutseitigen Gefälles herzurichten. Hierdurch soll vermieden werden, dass das anfallende Niederschlagswasser zu einer Aufweichung des Planums führen kann. Dies gilt auch für den Endzustand.

Werden entlang der neu zu bauenden Bautrassen aufgeweichte Böden im Planum vorgefunden, müssen diese vollständig entfernt und in Erdbauweise ersetzt werden.



Auf dem Planum erfolgt eine Prüfung durch Lastplattendruckversuche nach DIN 18134. Bei planungsgemäßer Verdichtung in den Bereichen mit anstehenden Sanden und Kiesen dürfte mit einem Erreichen der Anforderung gerechnet werden.

Die Aufbaustärke der frostsicheren Tragschicht sollte bei der erwarteten Belastungsklasse B_{k3,2} (gem. RStO - *Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen*) mit $d = 0,55$ m bei F 2 - Untergrund veranschlagt werden. Bei einem Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 ist aufgrund der frostsicheren Eigenschaften voraussichtlich der Aufbau mit Ausgleich der Schichtdicke des Oberbodens, zuzüglich der Überhöhung gegenüber dem angrenzenden Gelände ausreichend.

Erforderliche Tragschichten sollten aus gleichmäßig kornabgestuften, raumbeständigen, frostsicheren und -beständigen Brechkornmisch bestehen (z.B. Korngröße 0 - 32, 0 - 45 oder 0 - 56 mm). Sofern eine umweltrelevante Unbedenklichkeit und sonstige Eignung für den vorgesehenen Zweck vorliegt, kann auch Recycling - Material verwendet werden (besondere Freigabe erforderlich!). Bindemittelfreie oder -arme Sande, Kiese und Sandsteinmaterial der Überschussmassen aus den Gewinnungsbereichen der Baugruben können ebenfalls verwendet werden, sofern sie einer entsprechenden Qualifizierung unterzogen werden (Aufbereitung).

Es wird angeraten, die baubegleitenden Kontrollprüfungen entlang der Trassen durch das Büro des Baugrundsachverständigen oder einem anderen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen durchführen zu lassen. Der Einbau und die Verdichtung müssen den anlagenherstellerseitigen Vorgaben entsprechen, mittels Lastplattendruckversuchen geprüft und freigegeben werden.

Weitere Regelungen sind in der einschlägigen Spezifikation des Anlagenherstellers dargelegt.

6.11 Kranstell- und Vormontageflächen

Die Kranstell- und Vormontageflächen unterliegen einer besonderen Beanspruchung. Insbesondere die Kranstellflächen werden im Hinblick auf die eingesetzten Hebefahrzeuge durch hohe Sohl drücke beansprucht.

Der Untergrund muss gewährleisten, dass infolge der Beanspruchungen keine unzulässigen Schiefstellungen auftreten können. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Lastbeanspruchung in die angrenzende Arbeitsraumverfüllung des Fundamentes hineinreicht. Zudem gelten die Anforderungen analog zu den Zuwegungen sinngemäß. Dies betrifft vor allem die Dauerhaftigkeit der Eigenschaften und Beschaffenheit sowie die Frostsicherheit.

Anlagenherstellerseitige Anforderungen umfassen folgende Tragfähigkeitsbedingungen:



Kranstellfläche

Oberbau, Tragschicht	$E_{v2} \geq 80 \text{ MN / m}^2$ / $D_{pr} \geq 100 \%$
Oberbau, Deckschicht	$E_{v2} \geq 120 \text{ MN / m}^2$ / $D_{pr} \geq 103 \%$
Verhältnisswert E_{v2} / E_{v1}	$\leq 2,3$

Vormontagefläche

Oberbau, Tragschicht	$E_{v2} \geq 80 \text{ MN / m}^2$ / $D_{pr} \geq 100 \%$
Oberbau, Deckschicht	$E_{v2} \geq 120 \text{ MN / m}^2$ / $D_{pr} \geq 103 \%$
Verhältnisswert E_{v2} / E_{v1}	$\leq 2,3$

Die Prüfung erfolgt mittels Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134 und / oder Rammsondierungen nach DIN 4094.

Die Anforderungen des Anlagenherstellers sieht eine grobkörnige ebene Oberfläche mit einer Deckschicht aus gebrochenem Schüttgut, wie z.B. Schotter oder sonstiger gebrochener Naturstein mit einer Körnungsstärke von 0 - 32 bis 0 - 56 mm vor. Die Kranstellfläche sollte vom Höhenniveau analog wie die Zuwegung über Geländeoberkante liegen, damit der Ablauf von Oberflächenwasser gewährleistet wird.

Auf der Grundlage der unmittelbar an den Aufstellungsorten durchgeführten Baugrunderkundung sind die Untergrundverhältnisse gemäß den Beschreibungen im Abschnitt 5.2 - "Erkundeter Bodenaufbau" zu erwarten.

Folgerungen

Der Oberboden ist hoch verformungsempfindlich und daher ungenügend tragfähig. Er muss entsprechend seiner ausgebildeten Schichtdicke vollständig ausgeräumt werden.

Bei dem unterhalb des Oberbodens anstehenden Untergrund handelt es sich nach den punktuellen Prüfstellen an den Aufstellungsorten der Anlagen um Böden unterschiedlicher Bodengruppen. Nach ZTVE - StB 09 sind die Böden den Frostempfindlichkeitsklassen F 1 → nicht frostempfindlich, F 2 → gering bis mittel frostempfindlich und F 3 → sehr frostempfindlich zuzuordnen. Nach sensibler Einschätzung liegt lockere bis dichte Lagerung bzw. weich bis steife, steife oder steife bis halbfeste Konsistenz vor.

Im Hinblick auf die hangige Ausprägung der Geländeoberflächen im Umfeld der Anlagenstandorte wird erwartet, dass zur Schaffung einer +/- ebenen Arbeitsfläche entsprechende Abgrabungen auf der Hangseite und -aufträge auf der Talseite vorgenommen werden. Zusätzlich zu den o.g. Böden können entlang der hangseitigen Geländeeinschnitte felsige Gesteinsstrukturen angetroffen werden.

Auffüllungen entlang der Talseite sollten lagenweise vorgenommen werden (d = 0,30 m) und je Einbaulage verdichtet werden. Ein wahlloser Einbau von Bodenmassen aus den hangseitigen Gewinnungsbereich ist unbedingt zu vermeiden. Genaue Einbau- und Verdichtungskriterien sind zweckmäßigerweise gemeinsam mit dem Baugrundsachverständigen vor Ort festzulegen.



Für die Gründung der Flächen wird ein Mindestverformungsmodul für das Planum von $E_{v2} = 45 \text{ MN} / \text{m}^2$ vorgegeben. Dies entspricht im Übrigen auch den Richtlinien der ZTVE - StB 09, Abschn. 4.5. Das Leistungsmerkmal wird durch den Lastplatten-druckversuch nach DIN 18134 ermittelt. Hiervon ausgehend wird auf dem Planum im Bauzustand ein ausreichend tragfähiger Untergrund abgeleitet.

Im Hinblick auf die erhöhten Flächenbelastungen sind anstehende Schluffe /Tone sowie stark bindige Sande und Kiese auszutauschen. Der Einbau des Bodenaustausches erfolgt aus gleichmäßig kornabgestuften und raumbeständigen Brechkorn-gemischen sowie prinzipiell in Einzeleinbaulagen von höchstens $d = 0,30 \text{ m}$ und Verdichtung je Lage. Für die Materialgüte, Beschaffenheit, Einbau sowie Verdichtung sollte in Anlehnung an die Regelwerke der ZTV V - SoB - StB 04 bzw. der TL SoB - StB 04 verfahren werden (analog Tragschicht Zuwegung).

Voraussetzung für das Erreichen des Verformungsmoduls von $E_{v2} = 100 \text{ MN} / \text{m}^2$ in Oberkante Deckschicht ist ein bestimmungsgemäß hergestelltes, geprüftes und freigegebenes Planum sowie eine entsprechend dimensionierte Tragschicht aus geeigneten mineralischen Gesteinen. Material und Zusammensetzung sollte denen der o.s. Anforderungen entsprechen. Der Einbau ist durchlaufend vorzunehmen, wobei die Einbaufertigdicke in Anpassung an die örtlichen Bedingungen zu wählen ist. Aufgrund umfangreicher Erfahrungen wird zur Prüfung und Optimierung der Aufbauten jeweils das Anlegen von Testfeldern zwingend erforderlich.

Das Erdplanum und die eingebauten bzw. geogenen Schichten (OK. Planum / OK. Tragschicht / OK. Deckschicht) ist durch Lastplattendruckversuche abzunehmen. Die dauerhafte Standsicherheit der abgenommenen Flächen ist für die Bau- und Betriebszeit sicherzustellen. Der vorab empfohlene Aufbau der Flächen ist nach Bekanntgabe der tatsächlich zum Einsatz kommenden Kräne / Kranlasten (auch Abmessungen der Aufstellflächen) durch Grundbruch- / Setzungsnachweise zu prüfen. Weitere Regelungen sind in der einschlägigen Spezifikation des Anlagenherstellers dargelegt.

7 Hydrogeologische Beurteilung

7.1 Gefährdungspotentiale

Eine Beeinträchtigung oder Gefährdung des Grundwassers und möglicherweise vorhandener Quellen kann theoretisch durch verschiedenste Einwirkungen auftreten. Für eine Abschätzung der potentiellen Gefährdung müssen sowohl die notwendigen Arbeiten während der Bau- als auch die Arbeiten während der Betriebsphase berücksichtigt werden.

Bauphase:

- Anlieferungs- und Baustellenverkehr: Eine Gefährdung könnte durch nicht auszuschließende Havarien, Unfälle oder Beschädigungen an Fahrzeugen oder Gerätschaften mit Freisetzung von Kraft- oder Schmierstoffen auftreten.



- Betankung der Baufahrzeuge: Bei unsachgemäßer oder unsorgfältig ausgeführter Betankung ist ein Austritt von Kraftstoffen zu befürchten.
- Baustoffe für den Wegebau und die Montage- und Stellflächen: Bei Verwendung auslaug-/auswaschbarer oder belasteter Baustoffe ist ein Stoffeintrag in das Grundwasser denkbar.
- Bodeneingriffe: Bodeneingriffe und Öffnungen der Grundwasserüberdeckung finden durch den Fundamentbau, die Öffnung von Leitungsgräben, die Herstellung der Zuwegungen sowie der Kranstell- und Montageflächen statt. Bei geringmächtiger Ausbildung der Lockergesteinsdecke und Anstehen von oberflächennahem Fels und insbesondere beim Tiefeneingriff im Zuge des Baugrubenaushubs zur Gründung der Anlage wäre ggf. über offene Klüfte im Festgestein und geringen Grundwasserflurabstand eine unmittelbare Gefährdung des Grundwassers durch den Eintrag von Schadstoffen mit dem Niederschlags- bzw. Sickerwasser gegeben.

Betriebsphase:

- Anlagentyp und Betriebsstoffe: Das Gefährdungspotential ist von der Wahl des Anlagentyps ab, da Menge und Art der Betriebsstoffe jeweils unterschiedlich sind. Bei getriebelosen Anlagen kann von einem geringeren Gefährdungspotential ausgegangen werden. Eine mögliche Gefährdung ist infolge Havarien, z.B. im Brandfall, denkbar.
- Wartung und Instandhaltung: Zur Sicherstellung des dauerhaft sicheren und optimalen Betriebs der WEA muss diese in regelmäßigen Abständen gewartet werden.
- Abwässer: Abwässer fallen laut Herstellerangaben beim Betrieb der WEA nicht an. Durch konstruktive Maßnahmen zur Abdichtung des Maschinenhauses wird sichergestellt, dass abfließendes Niederschlagswasser nicht mit Schadstoffen verunreinigt ist.

7.2 Beurteilung und Maßnahmen zum Ausschluss oder zur Minimierung einer Grundwassergefährdung

Bei der Beurteilung möglicher Einflüsse der baulichen Maßnahmen und des Betriebs des Windparks auf das Grundwasser ist die Fragestellung zu berücksichtigen, inwieweit die genannten Gefährdungspotentiale ihre volle Wirkung entfalten können und inwiefern der potentiellen Gefährdung entgegengewirkt werden kann. Hierbei sind insbesondere präventive Maßnahmen zum Grundwasserschutz zu berücksichtigen. Nachfolgend werden Hinweise und Empfehlungen dargelegt, die zum Ausschluss oder zur Minimierung einer Grundwassergefährdung beitragen können.



Bauphase:

- **Anlieferungs- und Baustellenverkehr:**
Verkehrsregelnde Maßnahmen können die Unfallgefahr und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Gewässer verringern. Zu solchen verkehrsregelnden Maßnahmen gehören z.B. Geschwindigkeitsbegrenzungen, Überholverbot, Einbahnstraßenregelung / Vermeidung von Begegnungsverkehr, Verbot für Fahrzeuge mit wassergefährdender Ladung.
- **Betankung der Baufahrzeuge:**
Im Rahmen der Bauarbeiten kann über baubetriebliche Regelungen festgelegt werden, dass notwendige Betankungen der Baufahrzeuge nur auf Betankungsflächen mit medienresistenten Auffangwannen erfolgen dürfen. Der Bauherr sollte dafür Sorge tragen, dass vertragliche Vereinbarungen mit der ausführenden Baufirma getroffen werden und eine Dokumentation über Betankungsvorgänge auf hierfür vorgesehenen und präparierten Flächen erfolgt.
- **Baustoffe für den Wegebau und die Montage- und Stellflächen:**
Für die Herstellung von Trag- und Deckschichten wird der Einsatz von unbelasteten, nicht auswasch- oder auslaugbaren Stoffen und Baumaterialien empfohlen, von denen auf Grund ihrer Eigenschaften und ihres Einsatzes nachweislich keine Boden- oder Grundwasserverunreinigung ausgeht. Als zusätzliche Maßnahme wird der Einbau von Geogittern/Geovliesen empfohlen. Diese haben zum Einen eine trennende Funktion (Vlies) und zum Anderen bedingen sie ein Vergleichmäßigung der Lastabtragung und haben somit setzungsausgleichende Eigenschaften.
- **Bodeneingriffe:**
Bei Aushubarbeiten ist eine unmittelbare Gefährdung des Grundwassers nur gegeben, wenn in den betreffenden Bereichen offene Klüfte vorhanden sind und wenn ein geringer Grundwasserflurabstand vorliegt. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist während der Bauarbeiten nicht mit dem Antreffen von zusammenhängendem oder schwebendem Grundwasser zu rechnen. Bei Abschachtungen bis auf das Gründungsniveau der Anlagen können die gering durchlässigen Schiefer eingetragenes Oberflächenwasser und Sickerwasser aus den Verwitterungsbildungen aufstauen.

Zur Trockenhaltung der Baugrube ist je nach Erfordernis eine temporäre Wasserhaltung in Form einer offenen Wasserhaltung über einen Pumpensumpf auskömmlich. Damit keine Veränderung des Wasserhaushaltes erfolgt, ist eine geländenahe Einleitung des abgepumpten Wassers in Richtung der vorherrschenden Geländeneigung vorzusehen.

Im Fundamentbereich liegen nur temporär Verminderungen der Deckschichten vor, da anschließend das Fundament selbst als undurchlässiger Körper vorhanden ist. Für die Arbeitsraumverfüllung wird jeweils der Einbau einer mineralischen Dichtung in Annäherung an den ursprünglich vorhandenen natür-



lichen Bodenaufbau, wenn möglich direkt mit geeigneten Aushubböden des Fundamentbereichs, empfohlen.

Betriebsphase:

- **Anlantentyp und Betriebsstoffe:**
Bei dem geplanten Anlantentyp (Enercon E-138 mit 111m/131m Nabenhöhe) handelt es sich um eine direktgetriebene, d.h. getriebelose Anlage, wobei Rotor-nabe und Rotor des Ringgenerators als feste Einheit miteinander verbunden sind. Dies verbessert die Leistungsfähigkeit und erhöht die Lebensdauer der Komponenten. In der getriebelosen Konstruktion befinden sich weniger Gefahrstoffe in der Gondel.
- Die plangemäÙe Einbringung einer 0,10 m mächtigen Magerbeton-Sauberkeitsschicht ermöglicht eine quasikontinuierliche Versiegelung der Fundamentaufstandsfläche, so dass die vertikale Durchflusswirksamkeit von Sickerwasser behindert ist.
- Bestandteil der Typenprüfung ist des Weiteren ein Schüttkegel. Dieser wird auf die Fundamentfläche (-sockel) aufgebracht und soll eine Wichte von mindestens 16 kN/m³ aufweisen. Präventiv wird vorgeschlagen, den Schüttkegel in das Konzept zur Vermeidung eines Eintrags wassergefährdender Stoffe in den Untergrund mit einzubeziehen. Der Schüttkegel ist demzufolge aus bindigen Erdbaustoffen herzustellen und hat eine nach außen abfallende Oberflächenneigung (flacher Kegel). Dessen Oberfläche muss mit einer d = 30 cm mächtigen belebten Bodenzone hergestellt werden, damit im Havariefall mineralöhlhaltige Substanzen aufgenommen und gegebenenfalls mikrobiologisch abgebaut werden können.
- **Wartung und Instandhaltung:**
Durch die verringerte mechanische Belastung und den geringeren Verschleiß der Bauteile bei getriebelosen Anlagen reduziert sich der Wartungsaufwand. SinngemäÙ gelten auch für die Wartung die Hinweise zum Anlieferungs- und Baustellenverkehr.

7.3 Zusammenfassende Beurteilung

Zusammenfassend sind aus gutachterlicher Sicht bei Berücksichtigung der zum Grundwasserschutz erforderlichen Maßnahmen und Empfehlungen keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser im Umfeld der geplanten WEA zu erwarten, da

- der vertikale Grundwasserflurabstand mit großer Wahrscheinlichkeit mehrere 10er Meter beträgt
- die vertikale Durchflusswirksamkeit des anstehenden Gebirges lediglich an hydraulisch offenen Störungen des Gebirgsverbandes erheblich ist

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



- Stauhorizonte vorhanden sind und Kluft- und Schieferflächen im Bereich der Verwitterungszone oft lehmverschmiert sind
- über baubetriebliche Regelungen eine Vermeidung/Minimierung des Austretens von Schadstoffen erfolgen kann.

Aufgrund des grundsätzlich als gering einzuschätzenden Gefährdungspotentials für das Grundwasser durch den Anlagenbau und -betrieb ist die Wahrscheinlichkeit für Schadstoffeinträge bis ins Grundwasser als gering zu bewerten.

8. Schlussbemerkungen

Sollten während der Arbeiten Abweichungen von den punktuell gewonnenen Erkundungsfeststellungen angetroffen werden, bitten wir rechtzeitig um Benachrichtigung. Dies gilt auch für Planungsänderungen gegenüber den zur Verfügung gestellten Bearbeitungsgrundlagen und Planunterlagen.

Das Gutachten gilt nur vollständig und nach Vervollständigung der Erkundung, Überarbeitung der Gründungsempfehlung und Führung der geotechnischen Nachweise. Wir bitten um Verständnis, dass darüber hinaus nur nach örtlicher Prüfung während der bautechnischen Arbeiten Gewähr für die Richtigkeit des Gutachtens sowie der umgesetzten Baugrundbeurteilungen übernommen werden kann.

Für weitere Gründungsberatungen stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung.

Aufgestellt: Trendelburg, den 10.06.2020

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
Vertriebszentrum für den Bau- und Anlagenbau
Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik

Dr. Claus Schubert
Öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger der IHK KS für das Bestellungsgebiet
2450, Baugrund- Erkundung, -untersuchung & -bewertung
www.bbu-schubert.de

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
Vertriebszentrum für den Bau- und Anlagenbau

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik

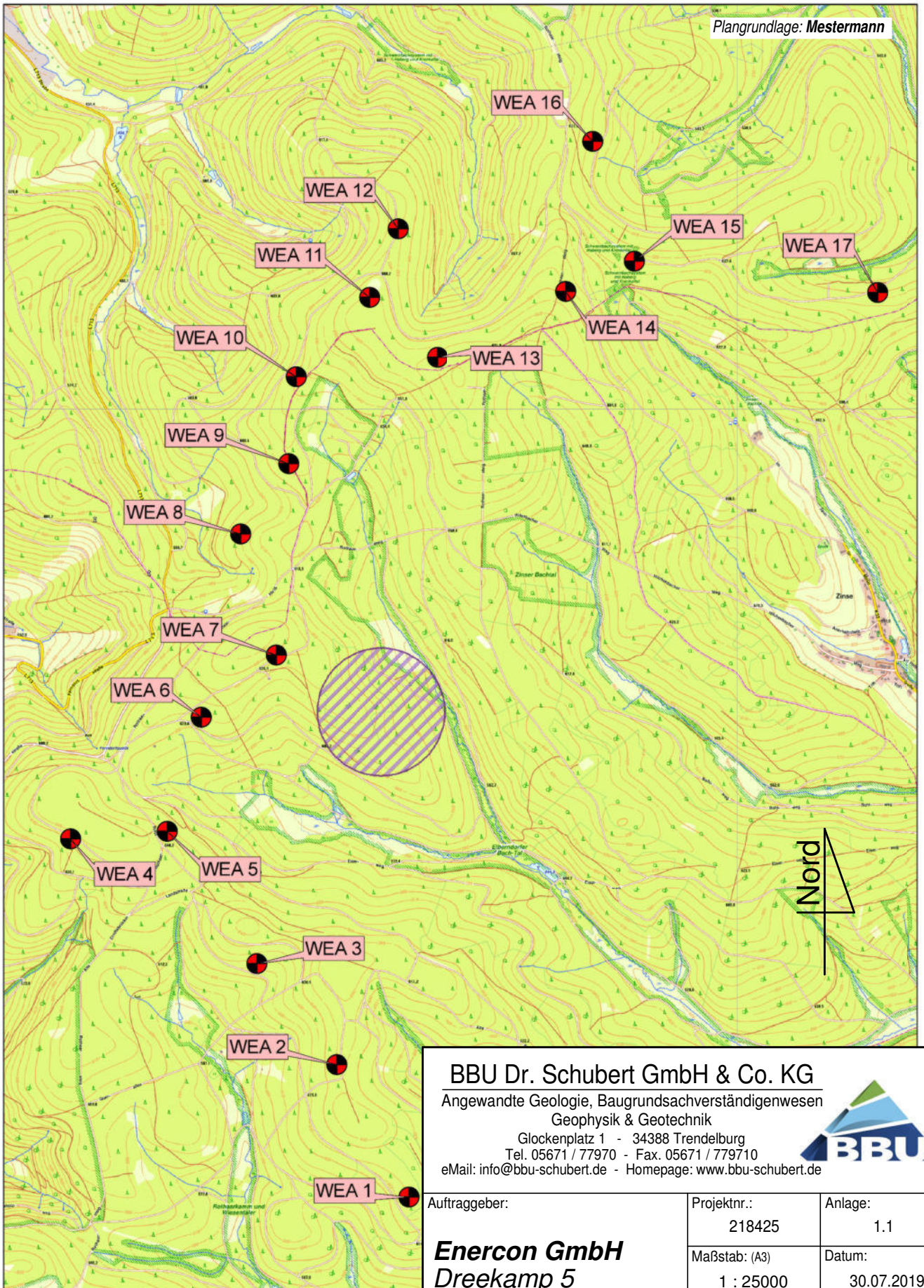
Geopapp
Tel. 03671 779710 Fax 03671 779710
www.bbu-schubert.de

Dipl.-Geow. Gesine Grapp
Beratungsbüro für Boden und Umwelt C. Schubert GmbH

-
- | | | |
|----------------------------|---|--|
| Anlage 1.1 bis 1.18 | - | Lageplanausschnitte mit Einkartierung der Erkundungsstellen und Übersichtsplan |
| Anlage 2.1 bis 2.17 | - | Profilbalkendarstellung der Baggerschürfgruben |
-

Wir bitten Sie freundlichst um Beachtung folgenden Hinweises:
Das Kopieren und Weiterleiten des Gutachtens an Dritte ist weder vollständig noch auszugsweise **ohne ausdrückliche schriftliche Zustimmung des Entwurfsverfassers** zulässig. Dies gilt insbesondere auch für die elektronische Verbreitung digitaler Dateien über Datenträger oder Internet.

Plangrundlage: **Mestermann**



Legende



WEA-Standorte



Tabu-Bereich Schwarzstorchhorst

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik

Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg

Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710

eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de



Auftraggeber:

Enercon GmbH

**Dreekamp 5
26605 Aurich**

Projektnr.:

218425

Anlage:

1.1

Maßstab: (A3)

1 : 25000

Datum:

30.07.2019

Gezeichnet:

MH

Geprüft:

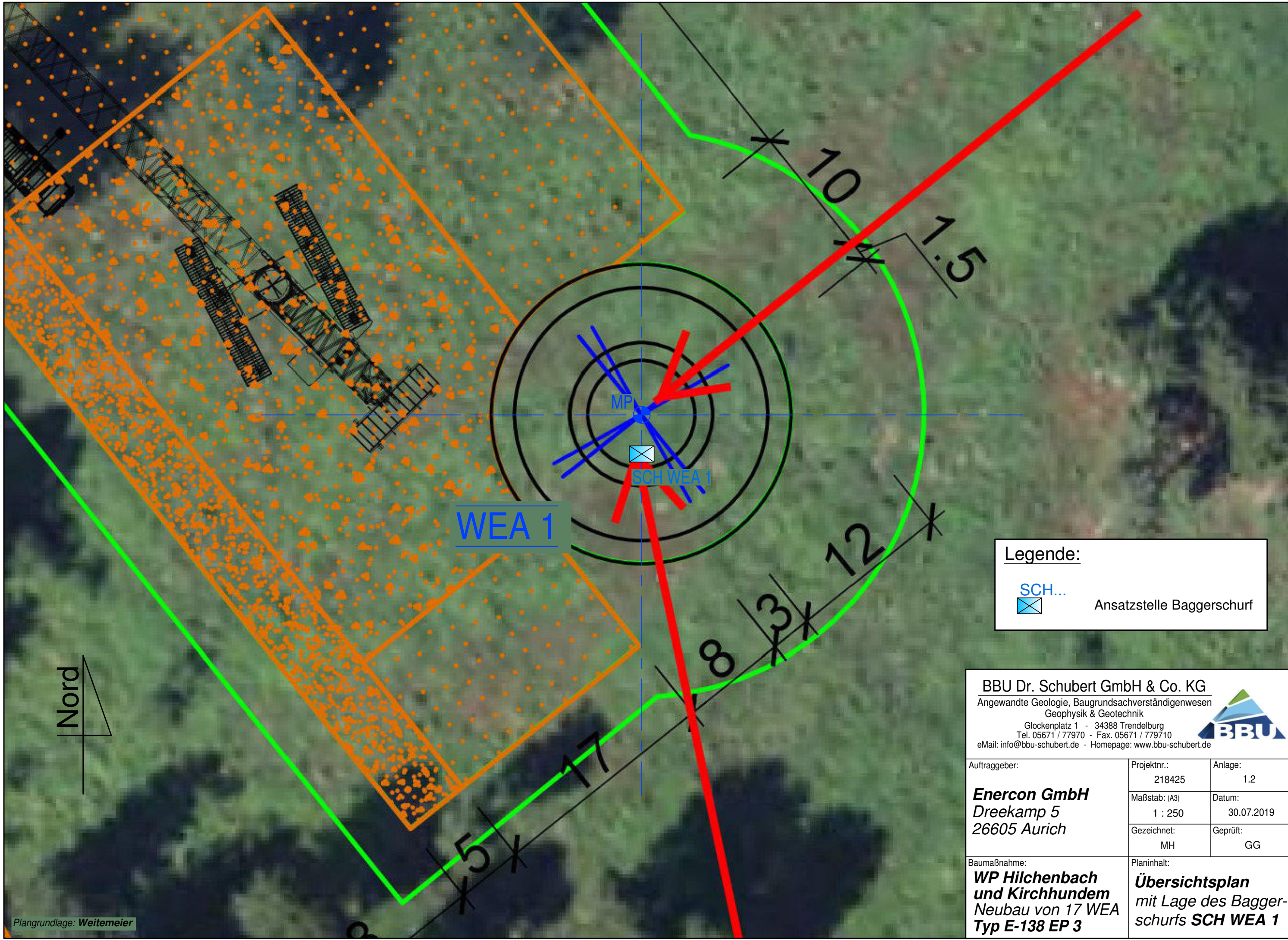
GG

Baumaßnahme:

**WP Hilchenbach
und Kirchhundem
Neubau von 17 WEA
Typ E-138 EP 3**


Planinhalt:

**Übersichtsplan
mit Lage der
17 WEA-Standorte**

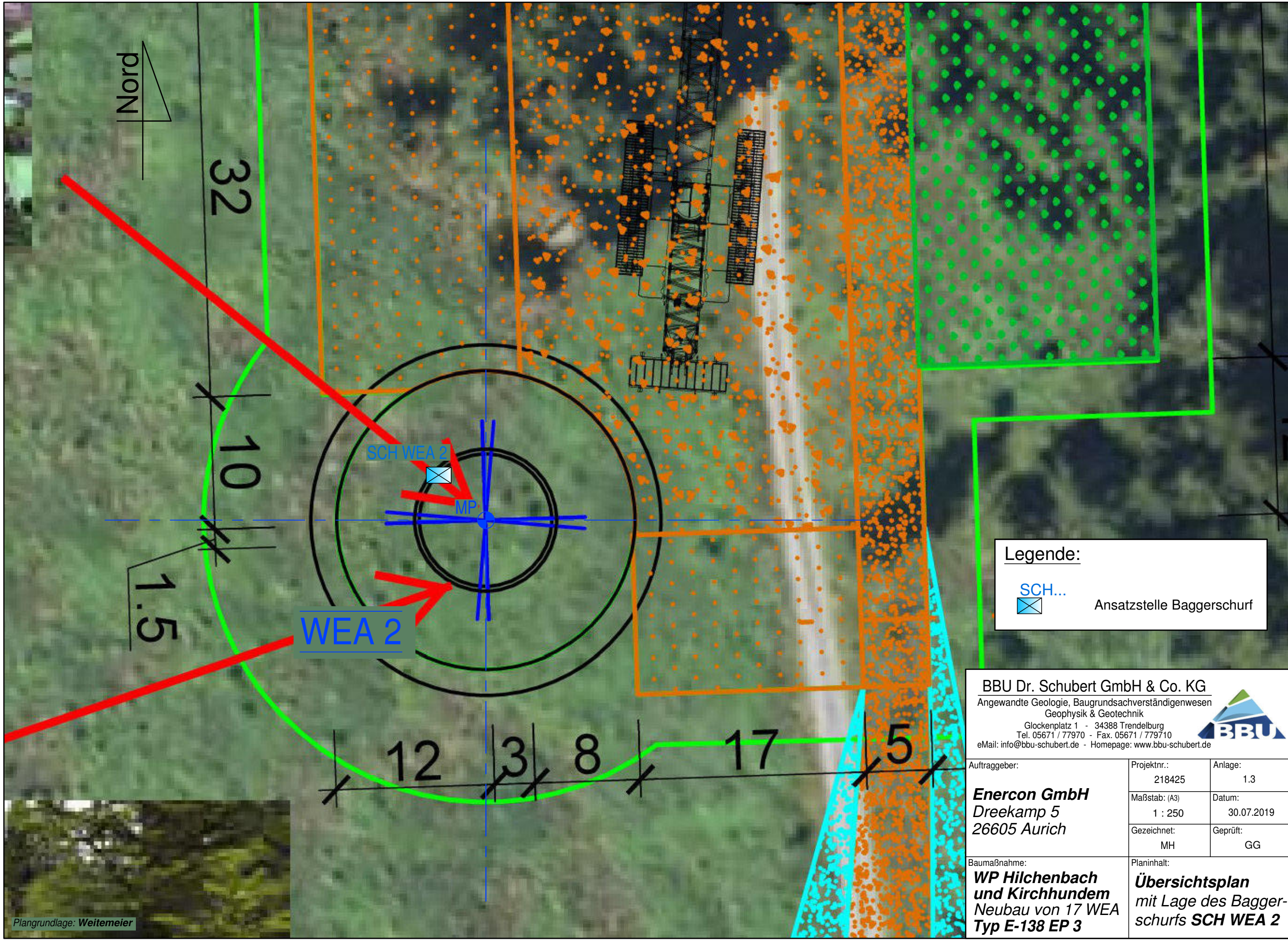


Legende:

 SCH... Ansatzstelle Baggerschurf

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen Geophysik & Geotechnik Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de				
Auftraggeber: Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	Projektnr.: 218425	Anlage: 1.2		
	Maßstab: (A3) 1 : 250	Datum: 30.07.2019		
	Gezeichnet: MH	Geprüft: GG		
Baumaßnahme: WP Hilchenbach und Kirchhudem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3		Planinhalt: Übersichtsplan mit Lage des Baggerschurfs SCH WEA 1		

Plangrundlage: **Weitemeier**



Nord

32

10

1.5

WEA 2

SCH WEA 2

MP

12

3

8

17

5

Legende:



Ansatzstelle Baggersturf

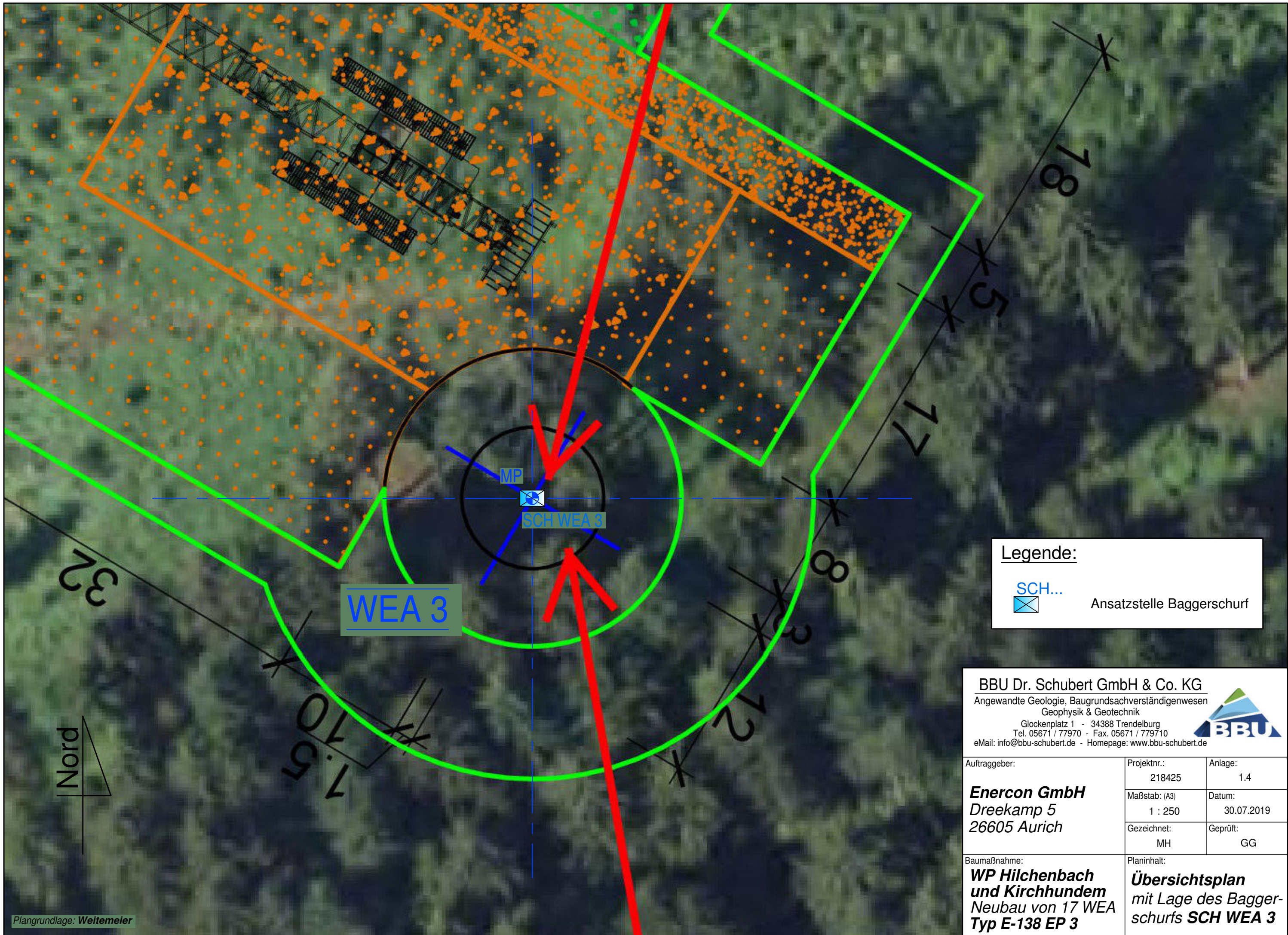
BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik

Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg
Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710
eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de




Auftraggeber: Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	Projektnr.: 218425	Anlage: 1.3
	Maßstab: (A3) 1 : 250	Datum: 30.07.2019
Baumaßnahme: WP Hilchenbach und Kirchhundem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Gezeichnet: MH	Geprüft: GG
Planinhalt: Übersichtsplan mit Lage des Bagger- sturfs SCH WEA 2		



Legende:

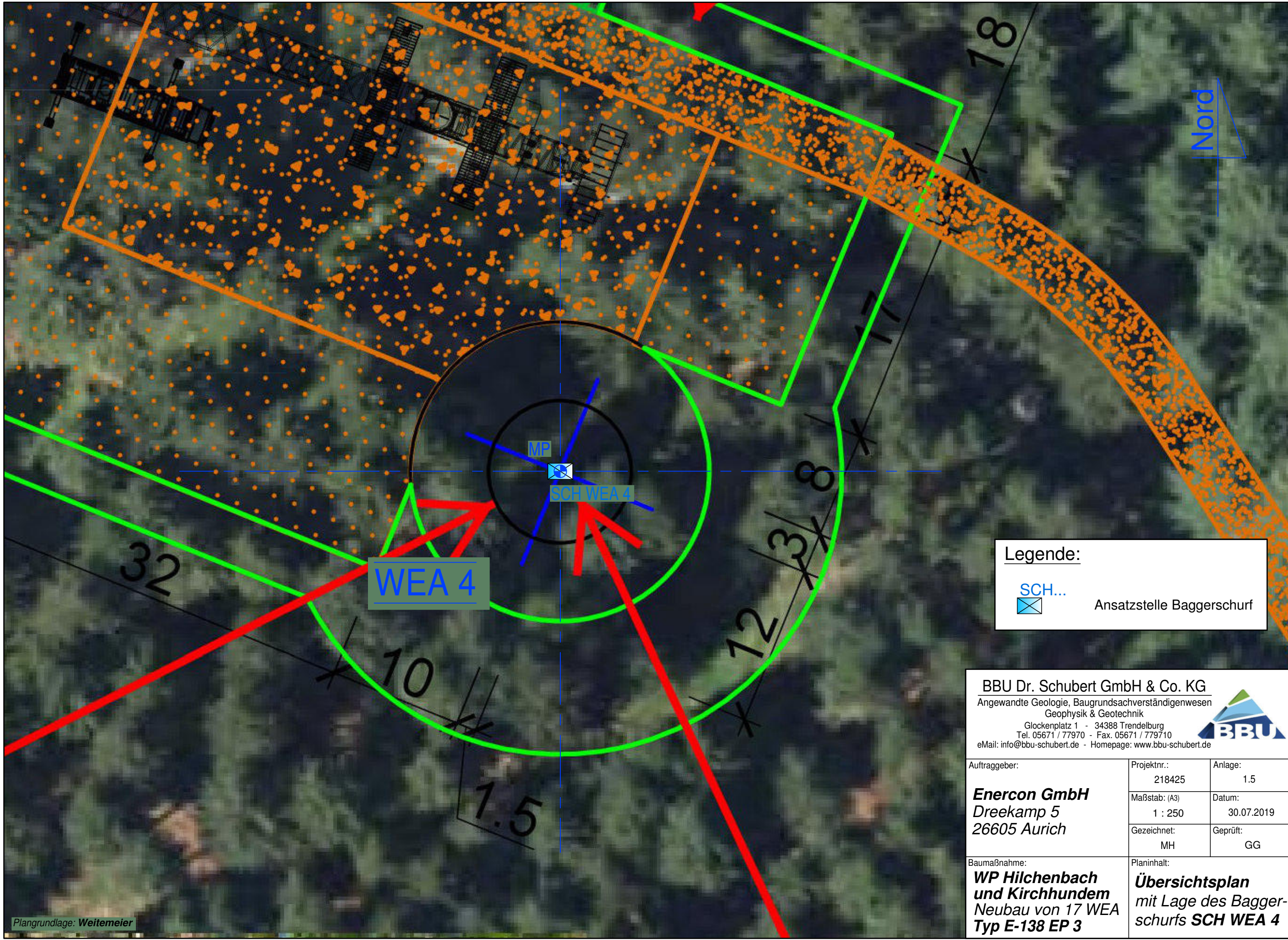
 SCH... Ansatzstelle Bagger-schurf

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710
 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de



Auftraggeber:	Projektnr.:	Anlage:
Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	218425	1.4
	Maßstab: (A3)	Datum:
	1 : 250	30.07.2019
	Gezeichnet:	Geprüft:
	MH	GG
Baumaßnahme:	Planinhalt:	
WP Hilchenbach und Kirchhundem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Übersichtsplan mit Lage des Bagger-schurfs SCH WEA 3	

Plangrundlage: Weitemeier

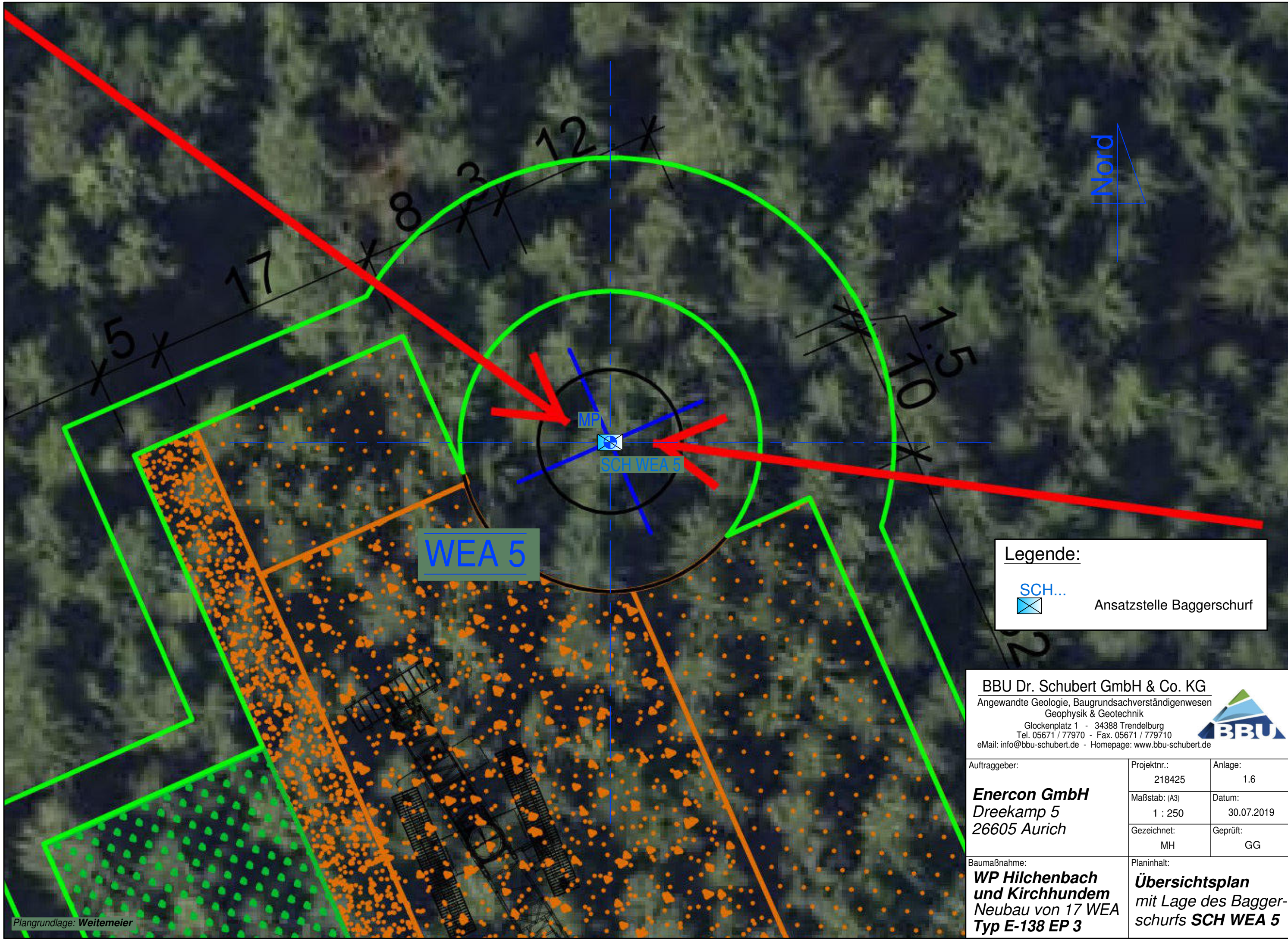


Nord

Legende:


 SCH... Ansatzstelle Bagger schurf

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen Geophysik & Geotechnik Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de				
Auftraggeber: Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	Projektnr.: 218425	Anlage: 1.5		
	Maßstab: (A3) 1 : 250	Datum: 30.07.2019		
	Gezeichnet: MH	Geprüft: GG		
Baumaßnahme: WP Hilchenbach und Kirchhudem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3		Planinhalt: Übersichtsplan mit Lage des Bagger- schurfs SCH WEA 4		

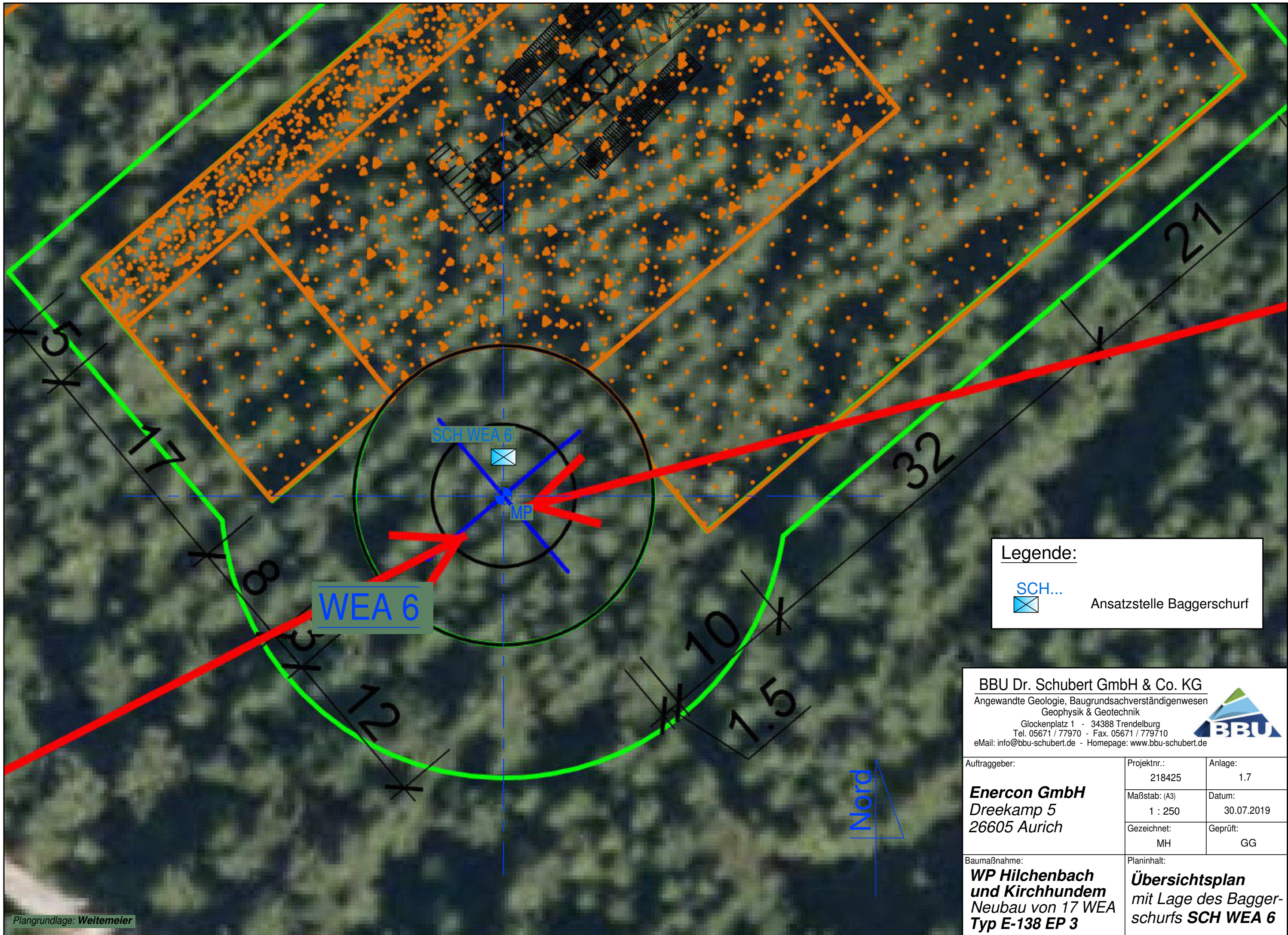


Legende:

 SCH... Ansatzstelle Baggerschurf

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen Geophysik & Geotechnik Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de			
Auftraggeber:	Projektnr.:	Anlage:	
Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	218425	1.6	
	Maßstab: (A3)	Datum:	
	1 : 250	30.07.2019	
	Gezeichnet:	Geprüft:	
	MH	GG	
Baumaßnahme:	Planinhalt:		
WP Hilchenbach und Kirchhudem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Übersichtsplan mit Lage des Baggerschurfs SCH WEA 5		


Plangrundlage: Weitemeier



Legende:

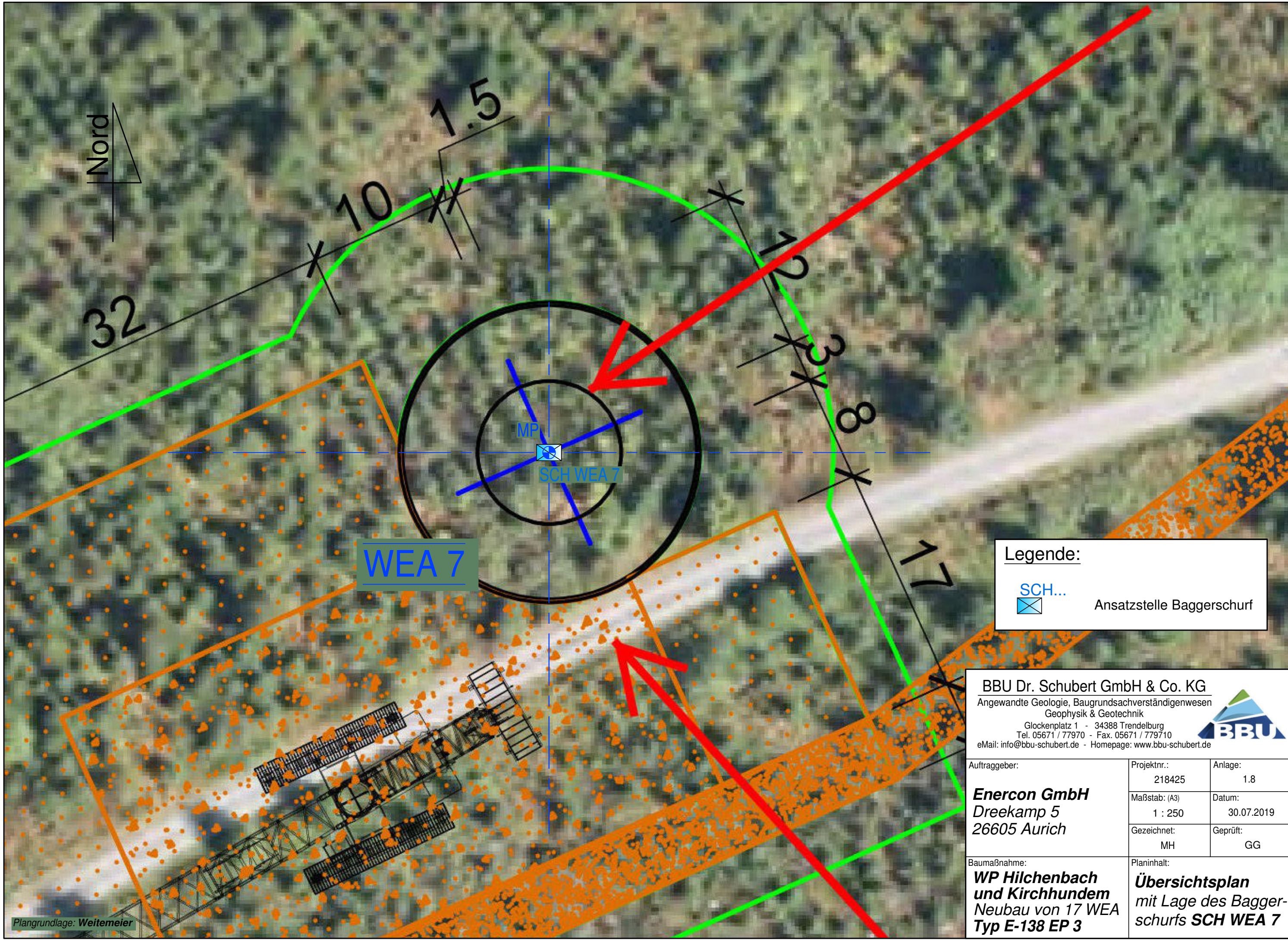
 SCH... Ansatzstelle Baggerschurf

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710
 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de



Auftraggeber:	Projektnr.:	Anlage:
Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	218425	1.7
	Maßstab: (A3)	Datum:
	1 : 250	30.07.2019
Gezeichnet:	Geprüft:	
MH	GG	
Baumaßnahme:	Planinhalt:	
WP Hilchenbach und Kirchhudem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Übersichtsplan mit Lage des Baggerschurfs SCH WEA 6	

Plangrundlage: **Weitemeier**



WEA 7

SCH WEA 7

MP

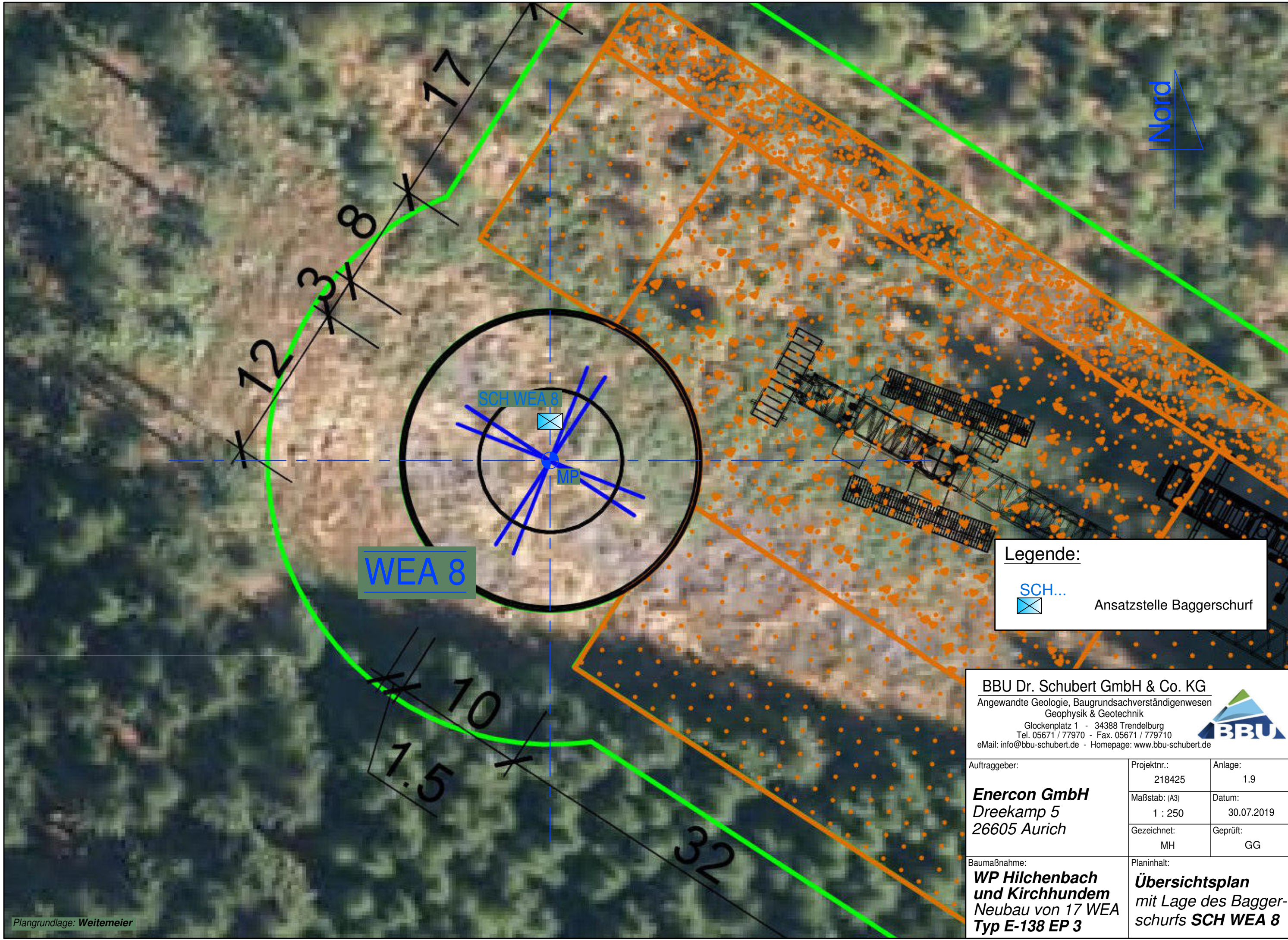
Legende:

 SCH... Ansatzstelle Baggerschurf

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710
 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de



Auftraggeber:	Projektnr.:	Anlage:
Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	218425	1.8
Baumaßnahme:	Maßstab: (A3)	Datum:
WP Hilchenbach und Kirchhudem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	1 : 250	30.07.2019
	Gezeichnet:	Geprüft:
	MH	GG
	Planinhalt:	
	Übersichtsplan mit Lage des Baggerschurfs SCH WEA 7	




WEA 8


SCH WEA 8

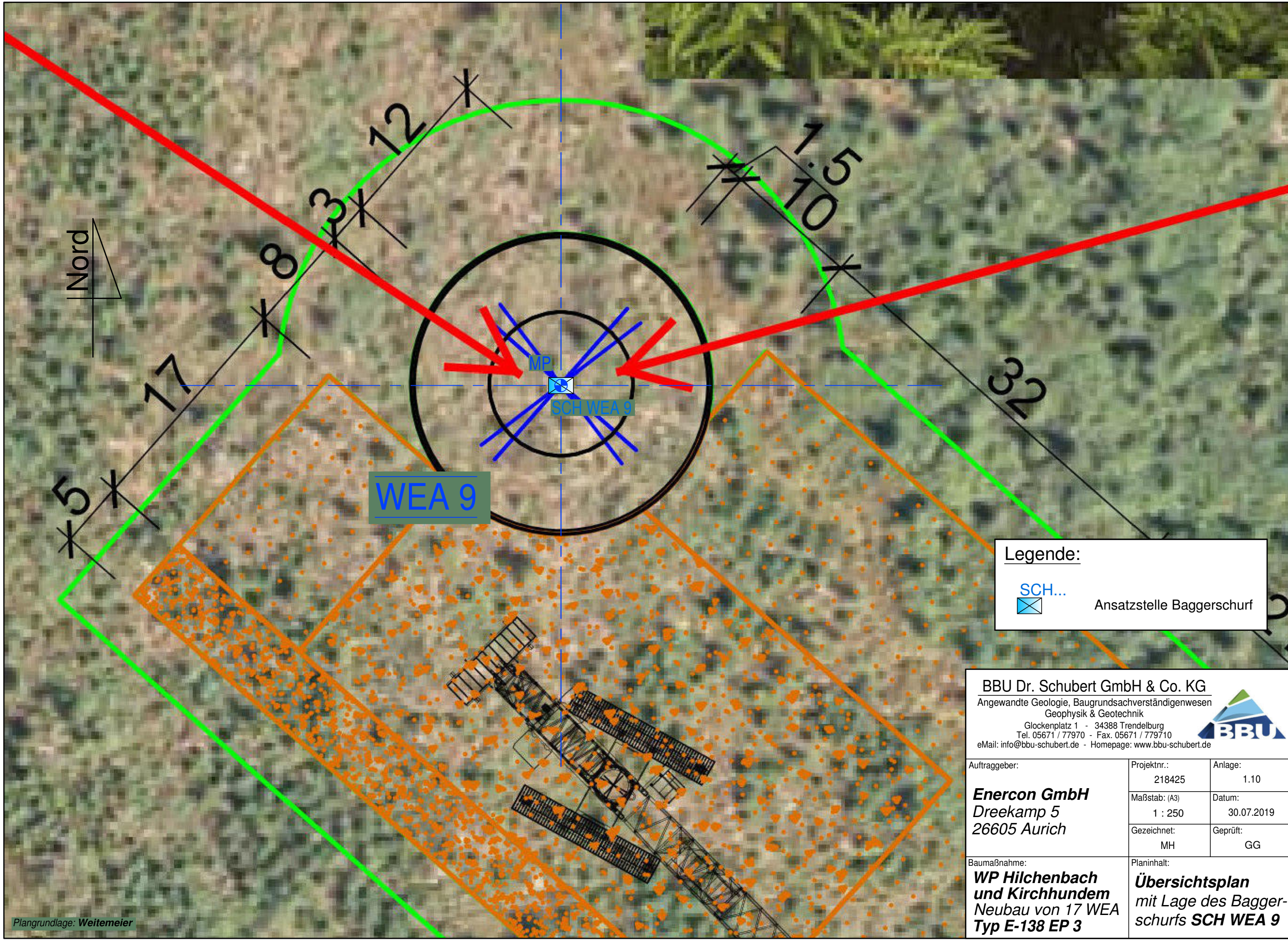


MP

Legende:

 SCH... Ansatzstelle Baggersturf


BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen Geophysik & Geotechnik Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de				
Auftraggeber: Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	Projektnr.: 218425	Anlage: 1.9		
	Maßstab: (A3) 1 : 250	Datum: 30.07.2019		
	Gezeichnet: MH	Geprüft: GG		
Baumaßnahme: WP Hilchenbach und Kirchhudem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Planinhalt: Übersichtsplan mit Lage des Bagger- sturfs SCH WEA 8			



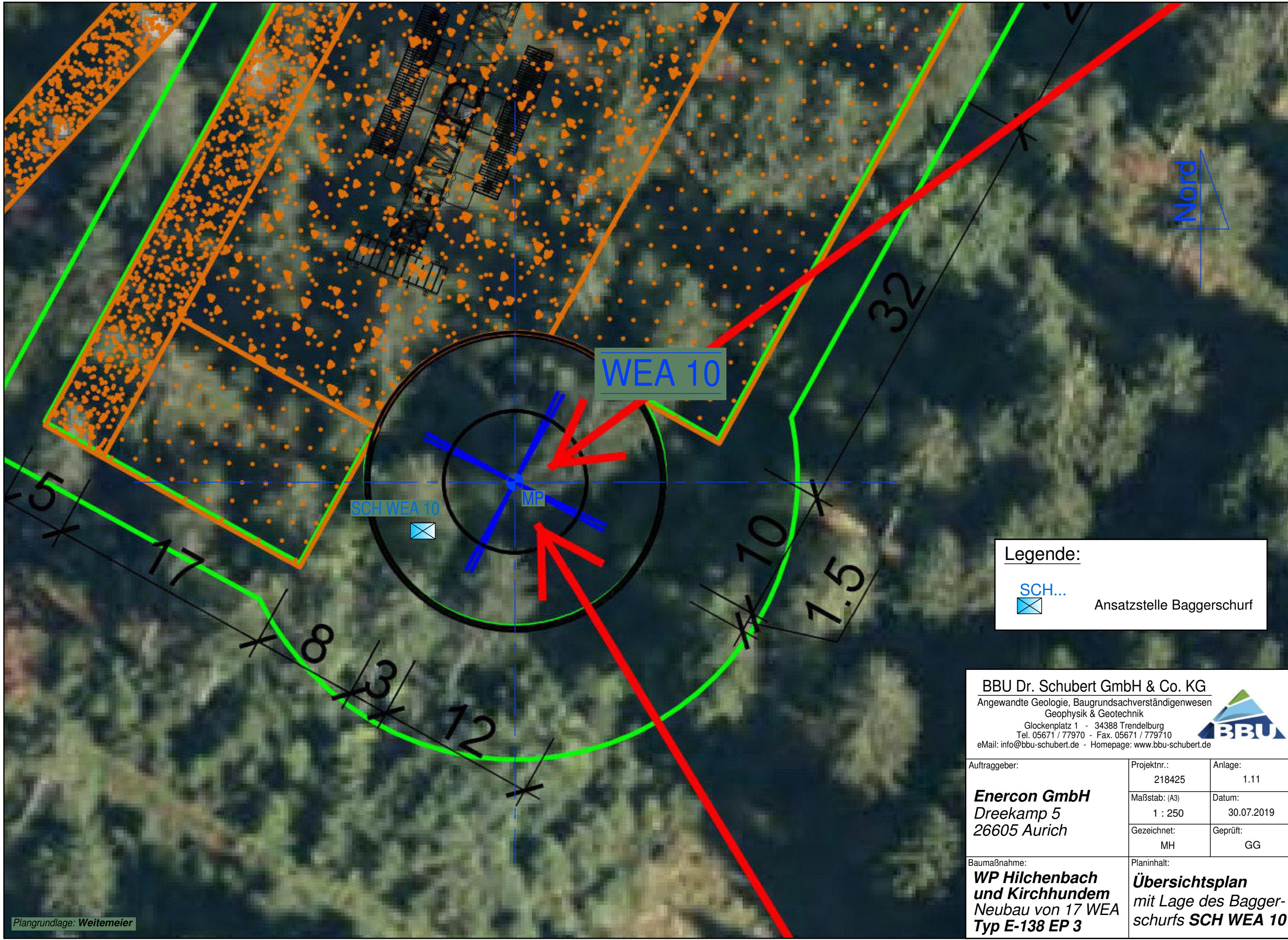
Legende:

 SCH... Ansatzstelle Baggerschurf


BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710
 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de




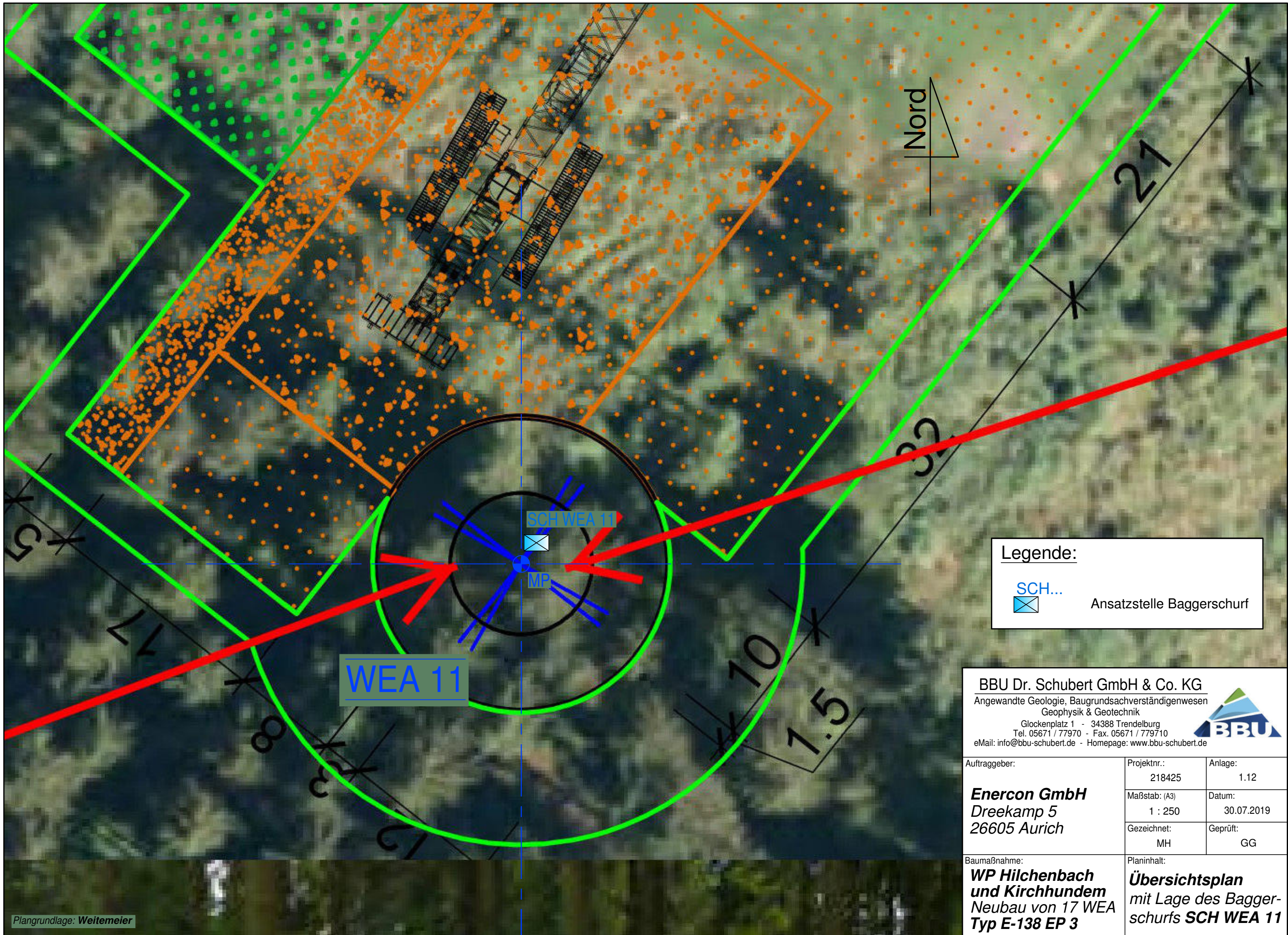
Auftraggeber:	Projektnr.:	Anlage:
Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	218425	1.10
	Maßstab: (A3)	Datum:
	1 : 250	30.07.2019
Gezeichnet:	Geprüft:	
MH	GG	
Baumaßnahme:	Planinhalt:	
WP Hilchenbach und Kirchhundem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Übersichtsplan mit Lage des Baggerschurfs SCH WEA 9	



Legende:

 SCH... Ansatzstelle Baggersturf

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen Geophysik & Geotechnik Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de			
Auftraggeber: Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	Projektnr.: 218425	Anlage: 1.11	
	Maßstab: (A3) 1 : 250	Datum: 30.07.2019	
	Gezeichnet: MH	Geprüft: GG	
Baumaßnahme: WP Hilchenbach und Kirchhundem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3		Planinhalt: Übersichtsplan mit Lage des Baggersturfs SCH WEA 10	

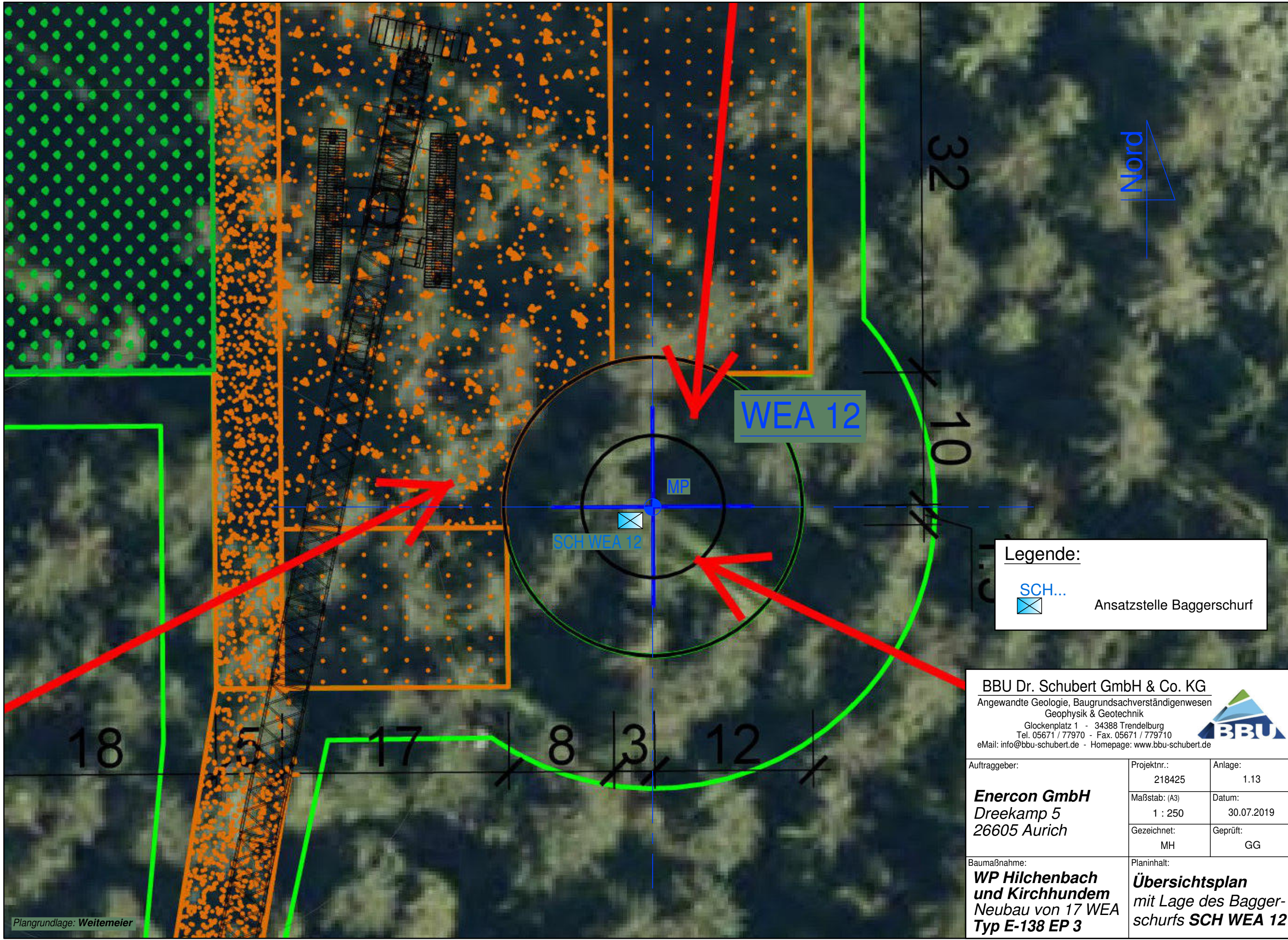


Legende:


 SCH... Ansatzstelle Baggersturf


BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710
 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de

Auftraggeber: Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	Projektnr.: 218425	Anlage: 1.12
	Maßstab: (A3) 1 : 250	Datum: 30.07.2019
	Gezeichnet: MH	Geprüft: GG
Baumaßnahme: WP Hilchenbach und Kirchhundem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3		Planinhalt: Übersichtsplan mit Lage des Baggersturfs SCH WEA 11

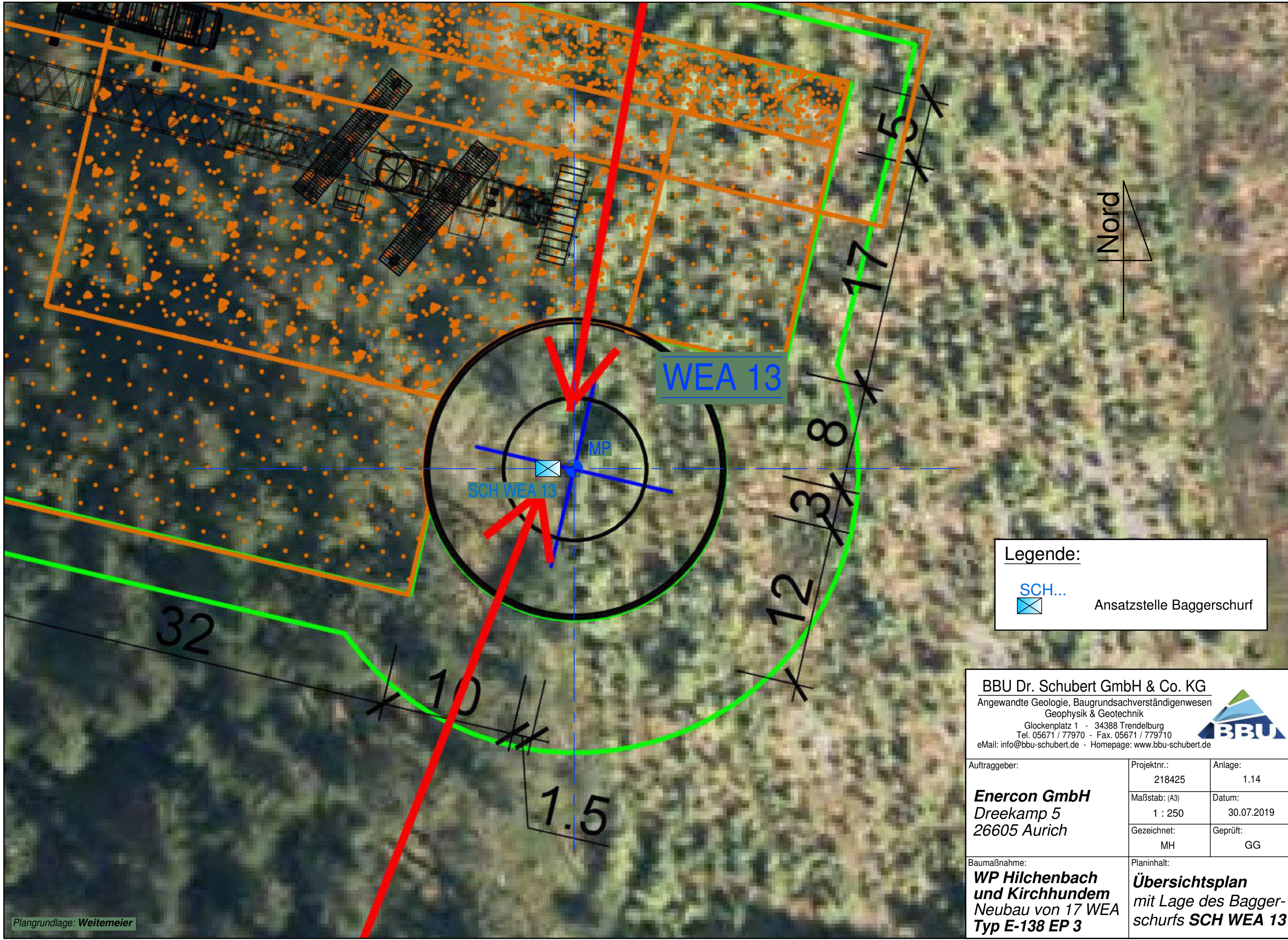


Legende:

 SCH... Ansatzstelle Baggersturf


BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG Angewandte Geologie, Baugrundwissenschaften Geophysik & Geotechnik Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de			
Auftraggeber:	Projektnr.:	Anlage:	
Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	218425	1.13	
	Maßstab: (A3)	Datum:	
	1 : 250	30.07.2019	
	Gezeichnet:	Geprüft:	
	MH	GG	
Baumaßnahme:	Planinhalt:		
WP Hilchenbach und Kirchhudem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Übersichtsplan mit Lage des Baggersturfs SCH WEA 12		

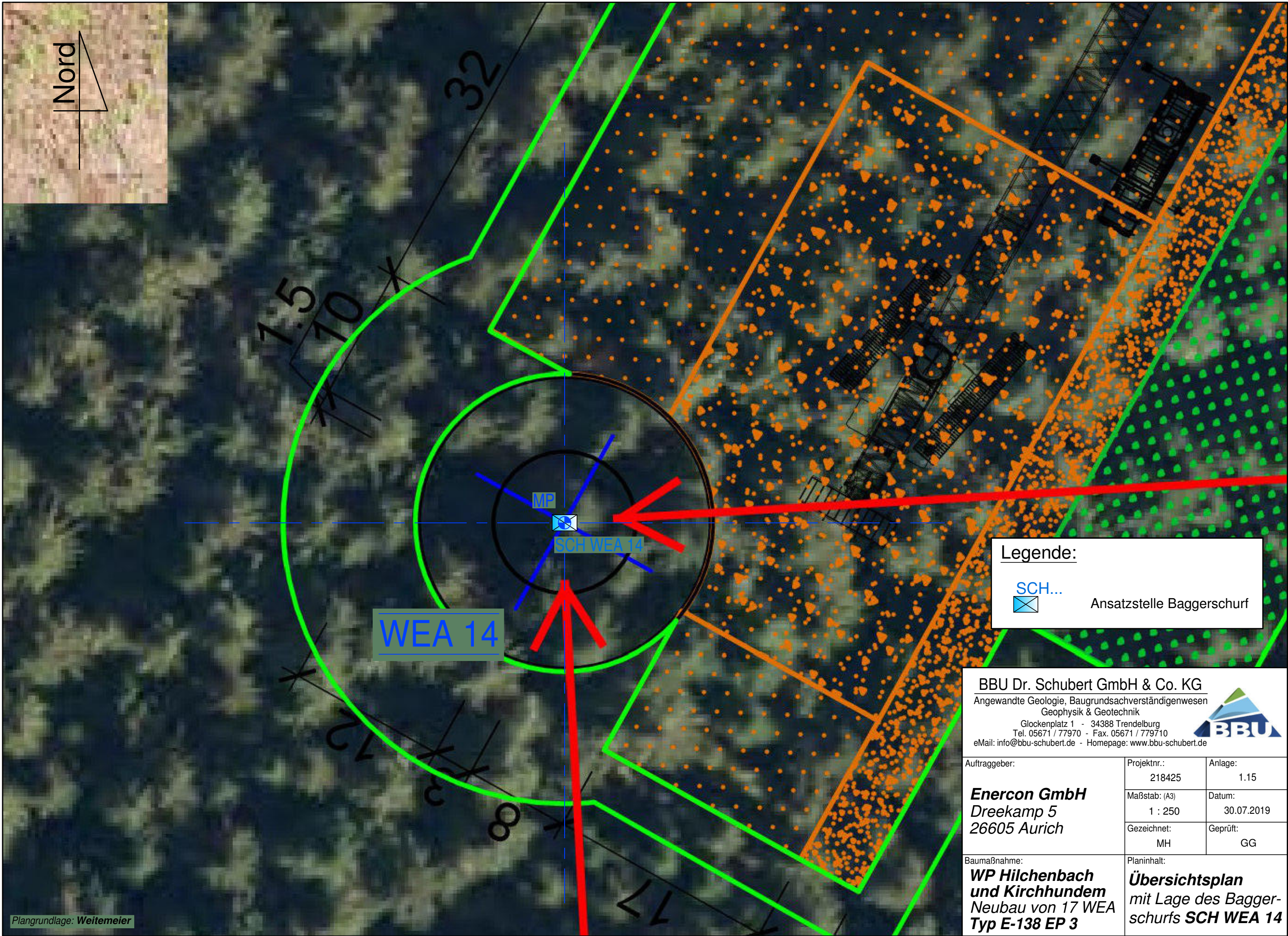
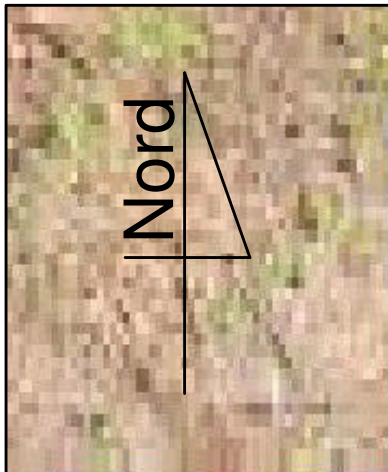
Plangrundlage: Weitemeier



Legende:

 SCH... Ansatzstelle Baggersturf


BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen Geophysik & Geotechnik Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de			
Auftraggeber: Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	Projektnr.: 218425	Anlage: 1.14	
	Maßstab: (A3) 1 : 250	Datum: 30.07.2019	
	Gezeichnet: MH	Geprüft: GG	
Baumaßnahme: WP Hilchenbach und Kirchhudem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Planinhalt: Übersichtsplan mit Lage des Baggersturfs SCH WEA 13		



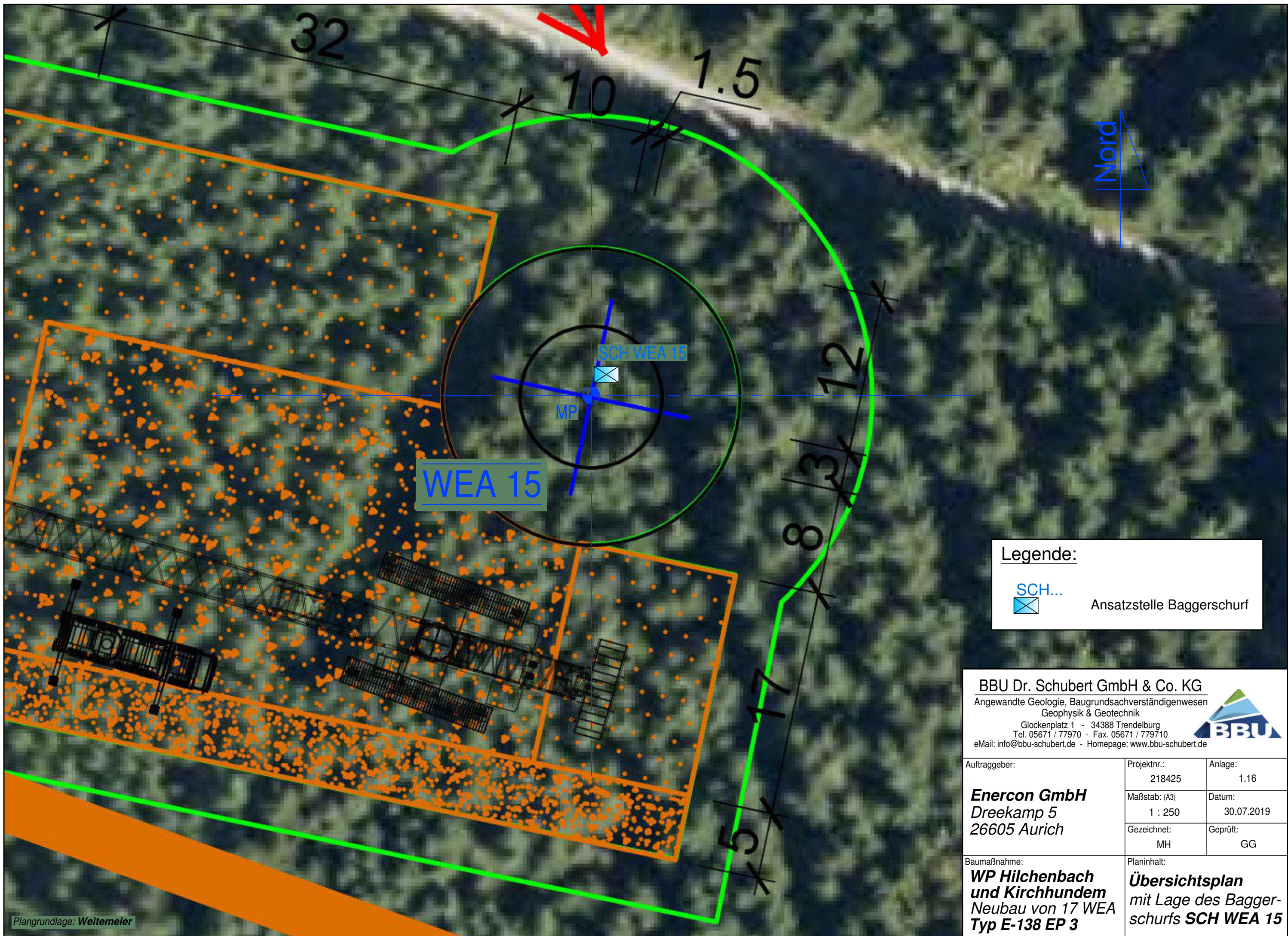
Legende:

 **SCH...** Ansatzstelle Baggerschurf

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundwissenschaften
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710
 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de



Auftraggeber:	Projektnr.:	Anlage:
Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	218425	1.15
	Maßstab: (A3)	Datum:
	1 : 250	30.07.2019
	Gezeichnet:	Geprüft:
	MH	GG
Baumaßnahme:	Planinhalt:	
WP Hilchenbach und Kirchhudem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Übersichtsplan mit Lage des Baggerschurfs SCH WEA 14	




Plangrundlage: Weitemeier

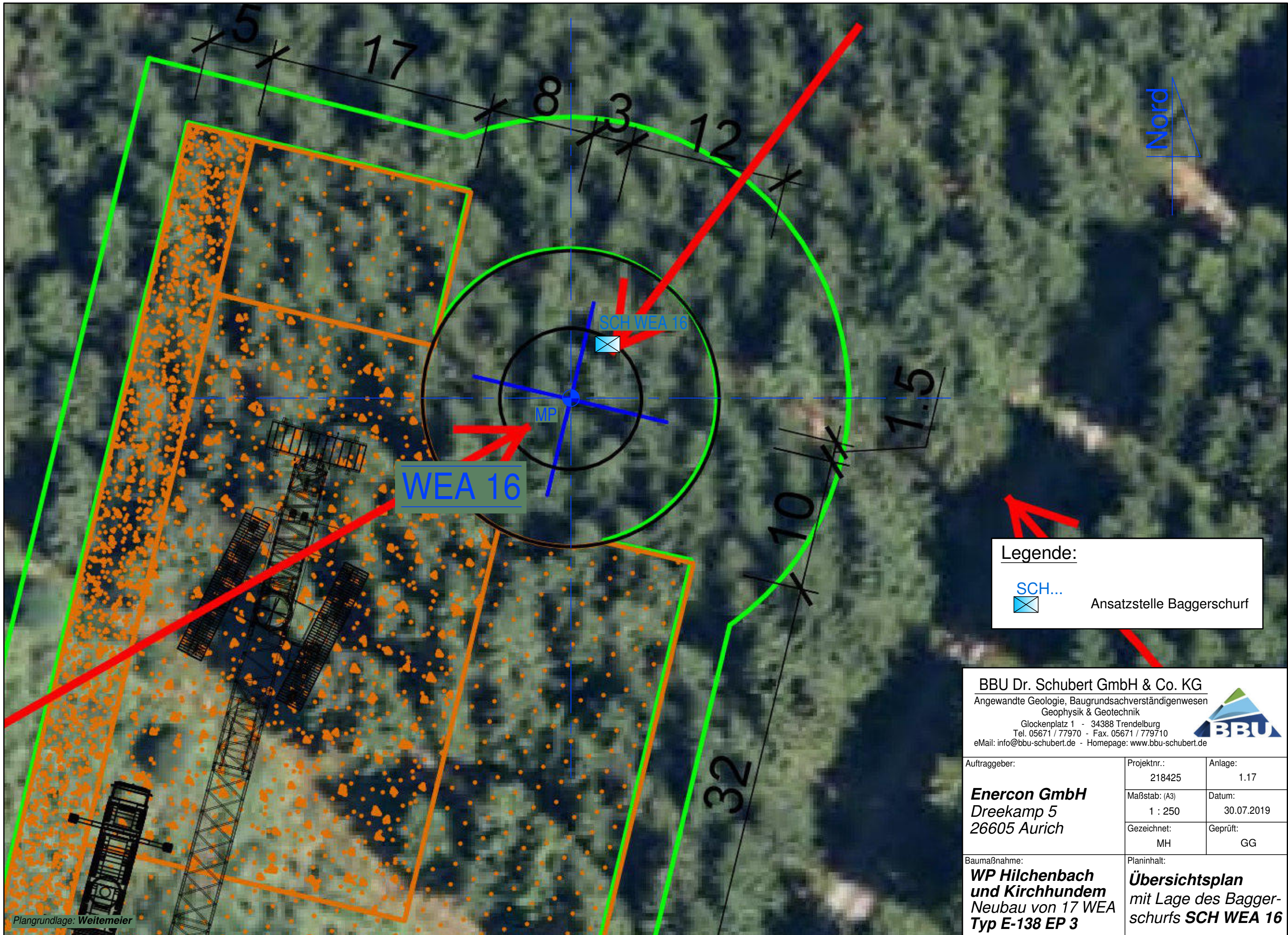
Legende:

 SCH... Ansatzstelle Baggerschurf


BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710
 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de



Auftraggeber:	Projektnr.: 218425	Anlage: 1.16
Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	Maßstab: (A3) 1 : 250	Datum: 30.07.2019
	Gezeichnet: MH	Geprüft: GG
Baumaßnahme: WP Hilchenbach und Kirchhundem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Planinhalt: Übersichtsplan mit Lage des Baggerschurfs SCH WEA 15	



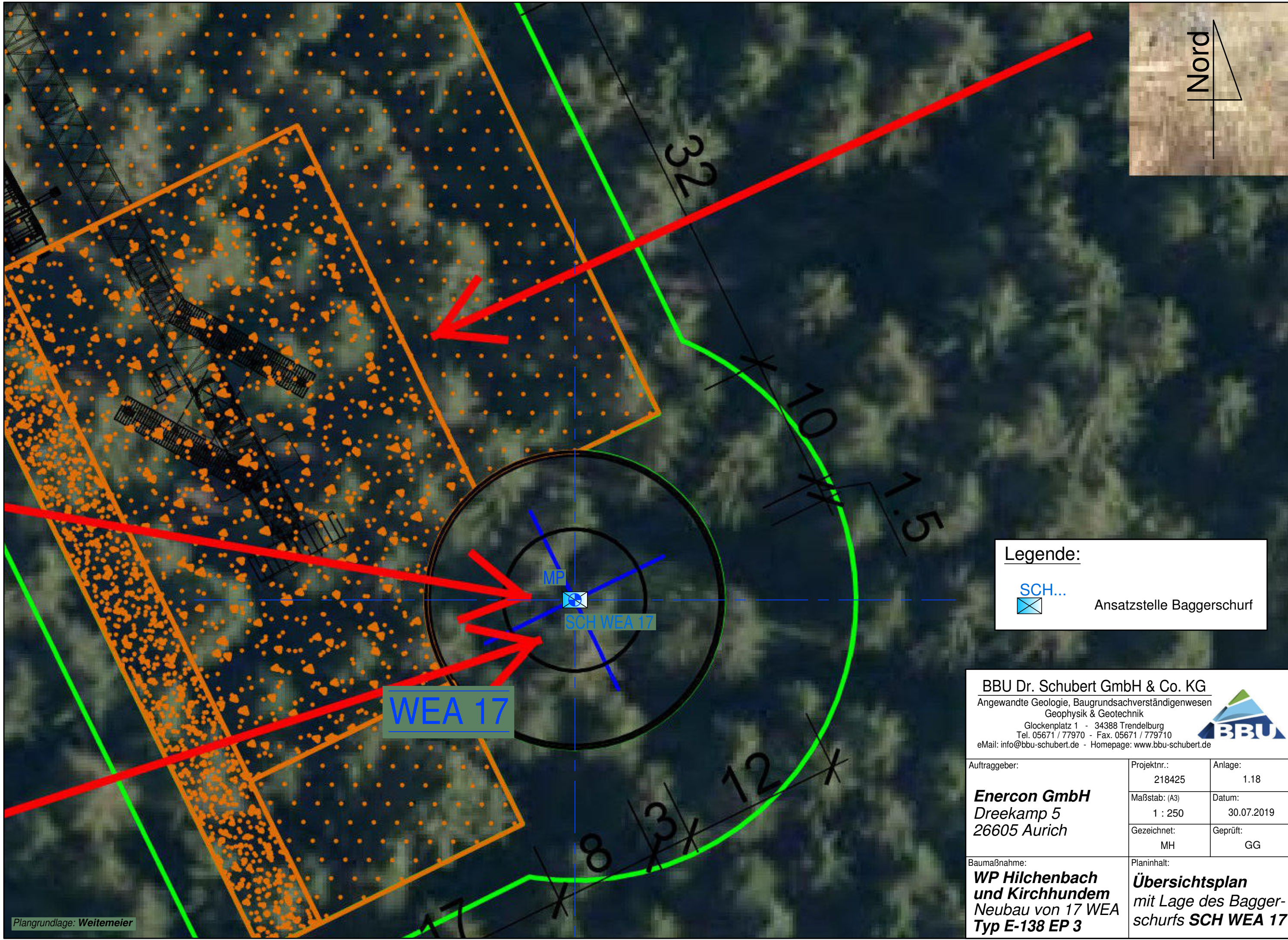
Legende:

 SCH... Ansatzstelle Baggerschurf

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
 Geophysik & Geotechnik
 Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg
 Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710
 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de


Auftraggeber:	Projektnr.:	Anlage:
Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	218425	1.17
	Maßstab: (A3)	Datum:
	1 : 250	30.07.2019
	Gezeichnet:	Geprüft:
	MH	GG
Baumaßnahme:	Planinhalt:	
WP Hilchenbach und Kirchhundem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Übersichtsplan mit Lage des Baggerschurfs SCH WEA 16	

Plangrundlage: Weitemeier



Legende:

 SCH... Ansatzstelle Baggerschurf

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen Geophysik & Geotechnik Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710 eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de				
Auftraggeber: Enercon GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich	Projektnr.: 218425	Anlage: 1.18		
	Maßstab: (A3) 1 : 250	Datum: 30.07.2019		
	Gezeichnet: MH	Geprüft: GG		
Baumaßnahme: WP Hilchenbach und Kirchhudem Neubau von 17 WEA Typ E-138 EP 3	Planinhalt: Übersichtsplan mit Lage des Baggerschurfs SCH WEA 17			

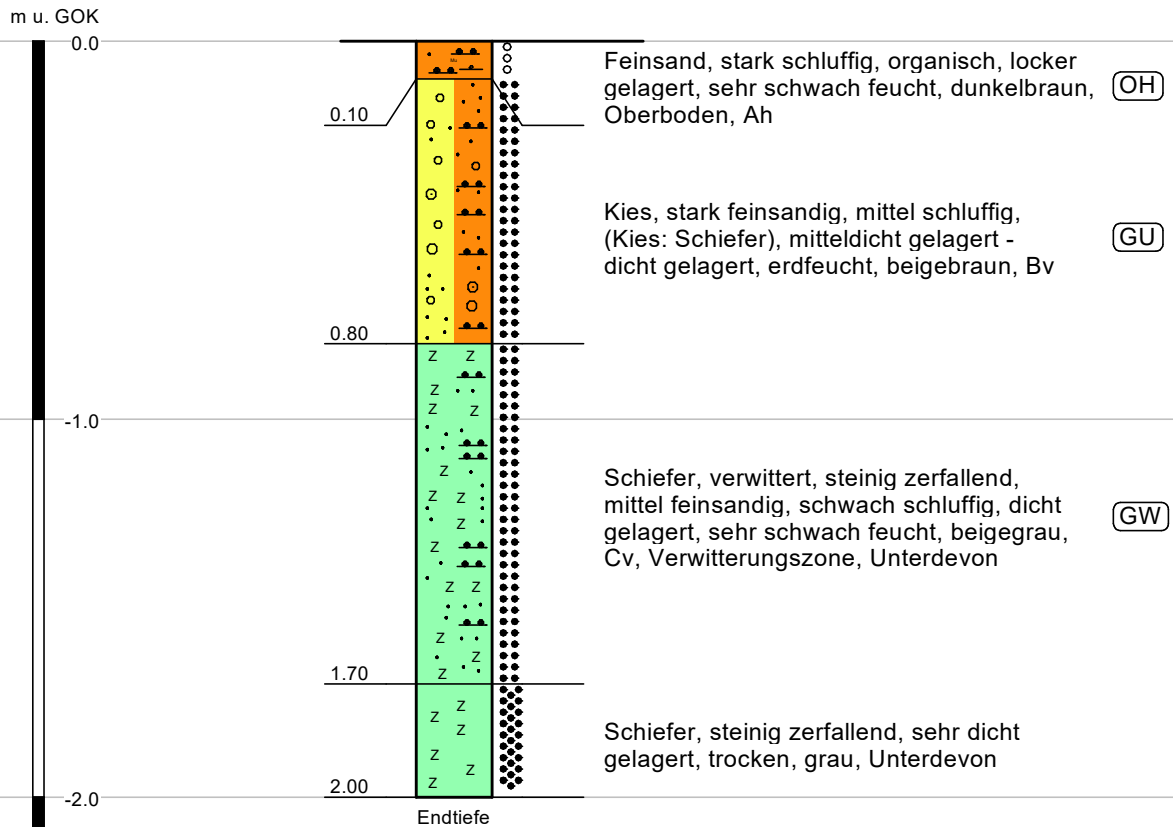
WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 1 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.1

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30







Schurf WEA 1

00,00 m = GOK



Hinweise:
 ca. 3m südl. der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (01.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	locker		Feinsand
	dicht		Kies
	sehr dicht		Schiefer

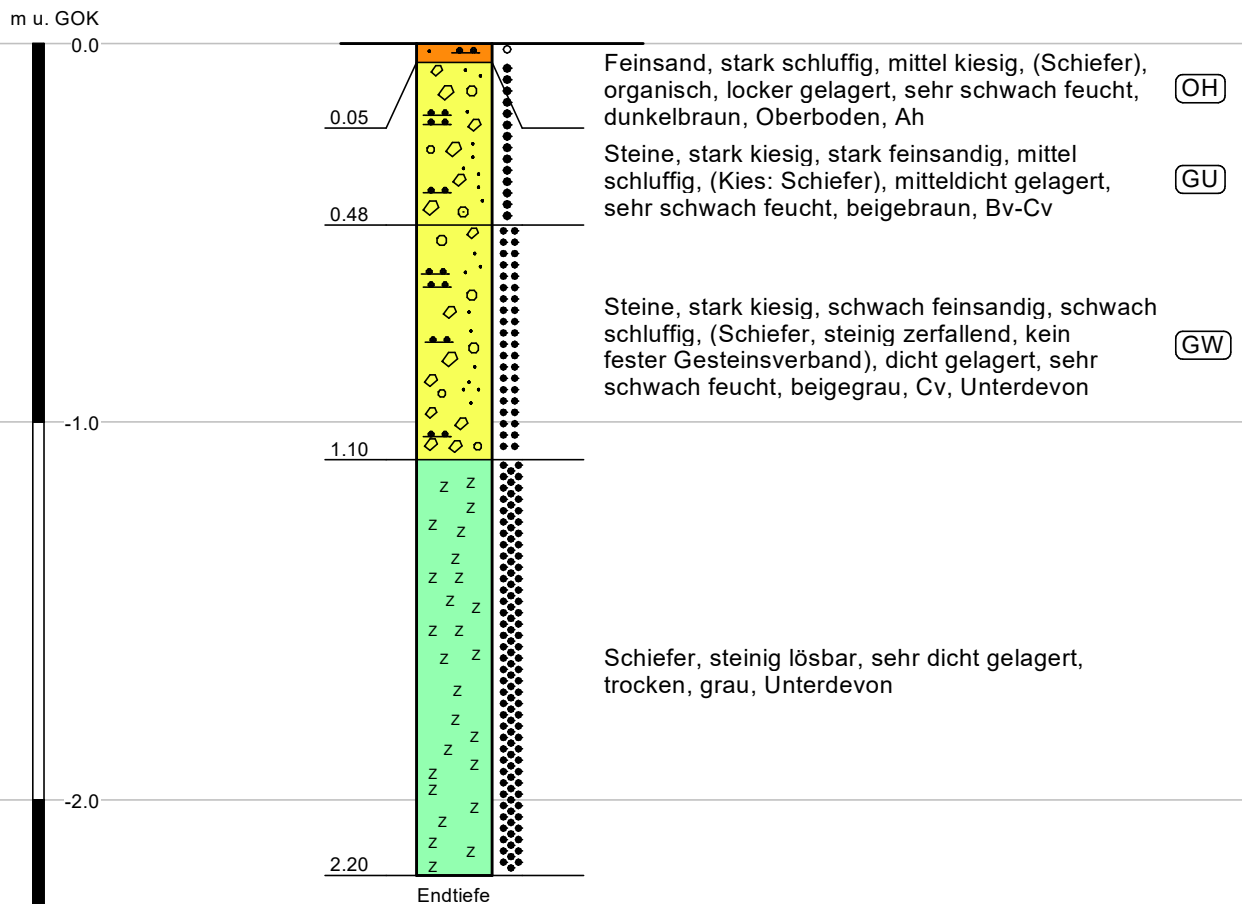
WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 2 (ENERCON E-138 mit 111m Nh.)

Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.2

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30









Schurf WEA 2

00,00 m = GOK



Hinweise:
 ca. 5m nordwestl. der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (01.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	locker		Feinsand
	mitteldicht		Kies
	dicht		Steine
	sehr dicht		Schiefer

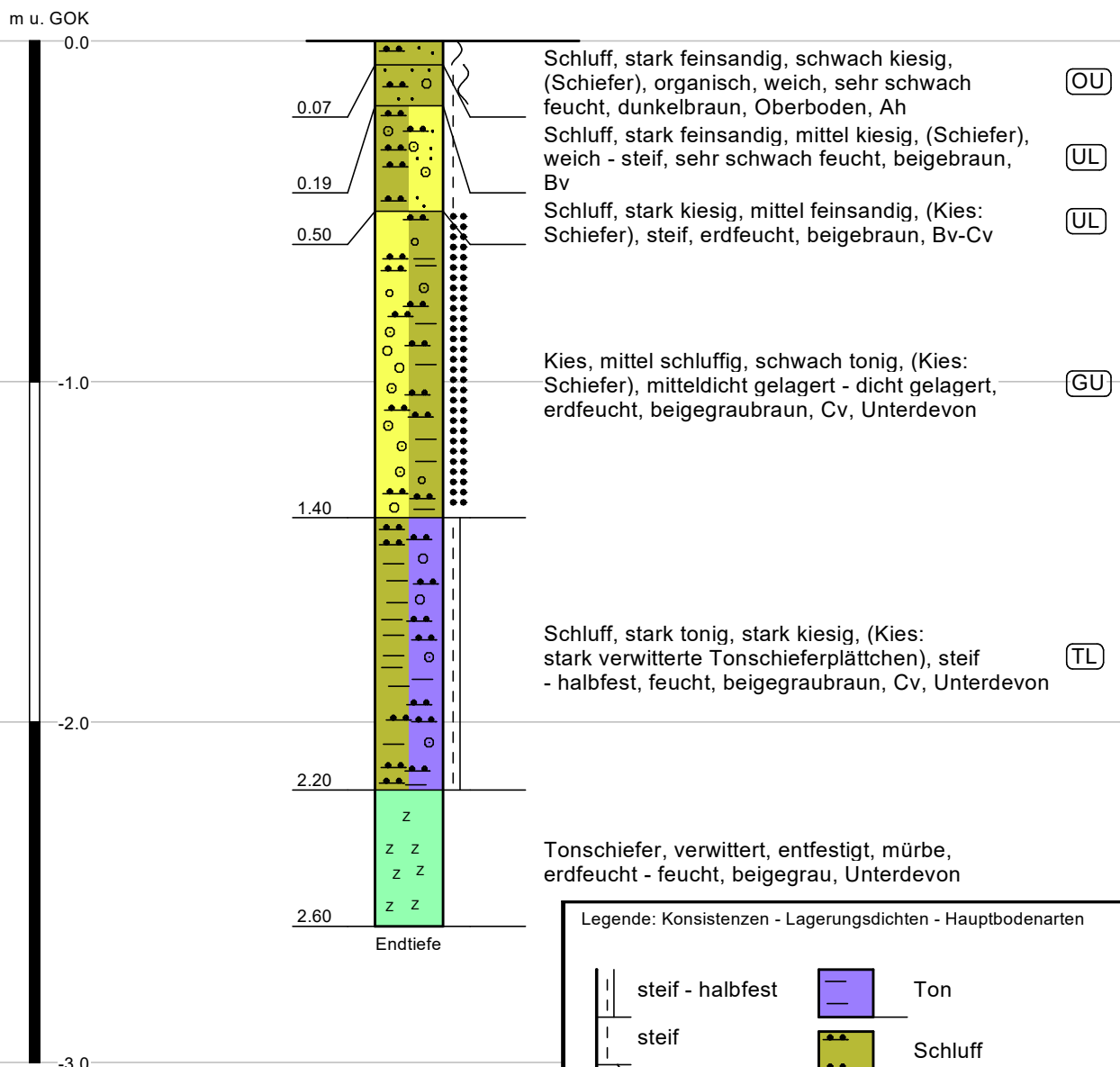
WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 3 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.3

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

Schurf WEA 3

00,00 m = GOK



Hinweise:
 an der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (02.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif - halbfest		Ton
	steif		Schluff
	weich - steif		Kies
	weich		Tonschiefer
	dicht		

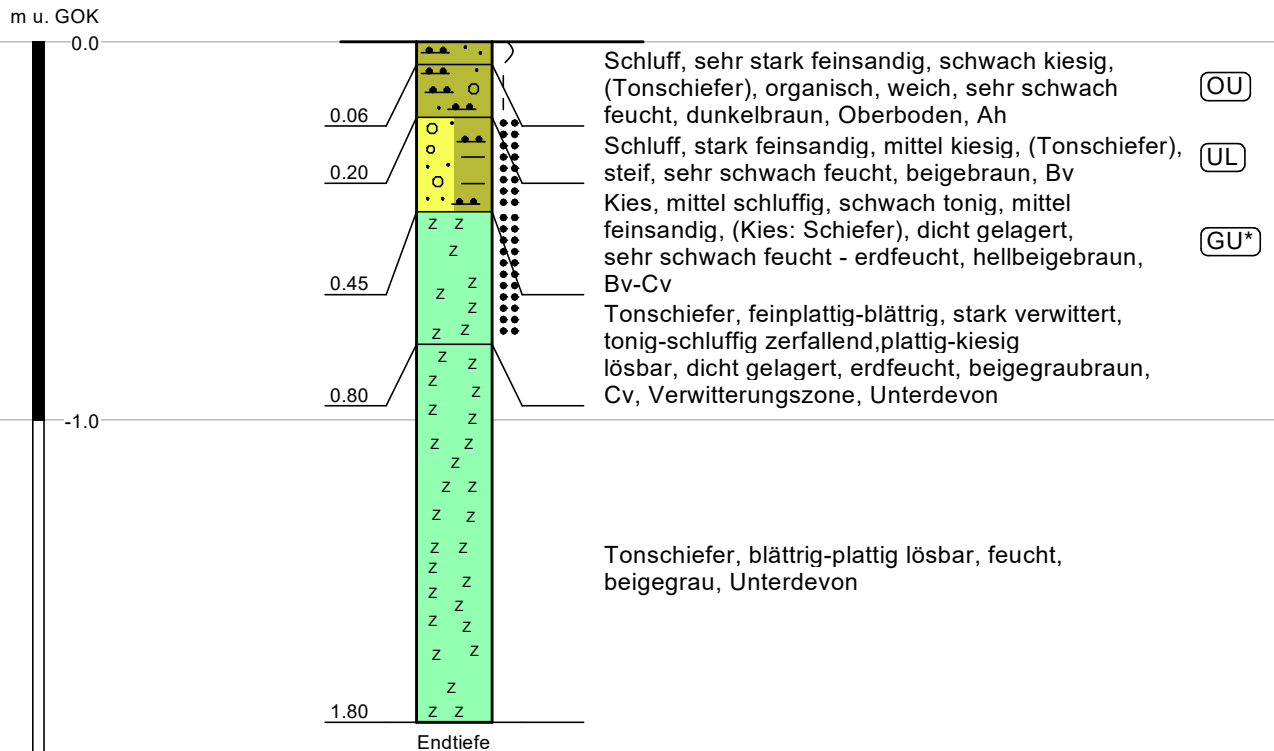
WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 4 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.4

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30




Schurf WEA 4

00,00 m = GOK



Hinweise:
 an der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (02.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

steif		Schluff
weich		Kies
dicht		Tonschiefer

WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 5 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.5

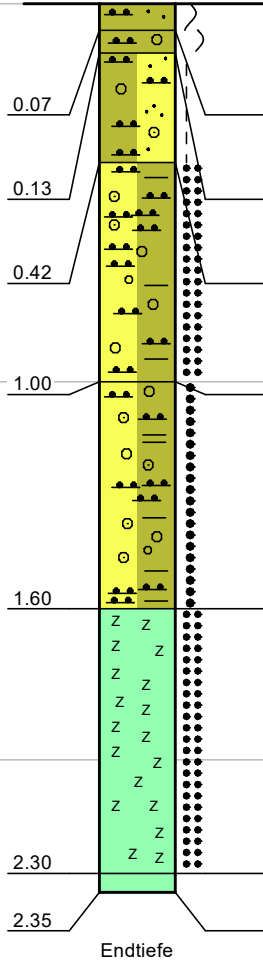
Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

Schurf WEA 5

00,00 m = GOK

m u. GOK
 0.0

0.0



Schluff, stark feinsandig, mittel kiesig,
 (Tonschiefer), organisch, weich, sehr
 schwach feucht, dunkelbraun, Oberboden, Ah

OU

0.07
 0.13

Schluff, stark feinsandig, mittel kiesig,
 (Tonschiefer), weich - steif, erdfeucht,
 braun, Bv

UL

0.42

Schluff, stark kiesig, mittel feinsandig,
 (Kies: Tonschiefer), steif, erdfeucht,
 beigebraun, Bv-Cv

UL

-1.0

1.00

Kies, mittel schluffig, schwach tonig,
 (Kies: verwitterter Tonschiefer), dicht
 gelagert, erdfeucht, beigebraungrau, Cv,
 Unterdevon

GU*

Kies, stark schluffig, mittel tonig, (verwitterter
 Tonschiefer), mitteldicht gelagert, feucht,
 beigebraungrau, Cv, Unterdevon

GU*

1.60

Tonschiefer, blättrig-plattig, mürbe, dicht
 gelagert, sehr feucht, beigebraungrau,
 Verwitterungszone, Unterdevon

-2.0

2.30

Tonschiefer, plattig, hart, sehr feucht,
 beige, Unterdevon









2.35
 Endtiefe

-3.0

Hinweise:

an der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (02.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

steif		Schluff	
weich - steif		Kies	
weich		Tonschiefer	
mitteldicht			
dicht			

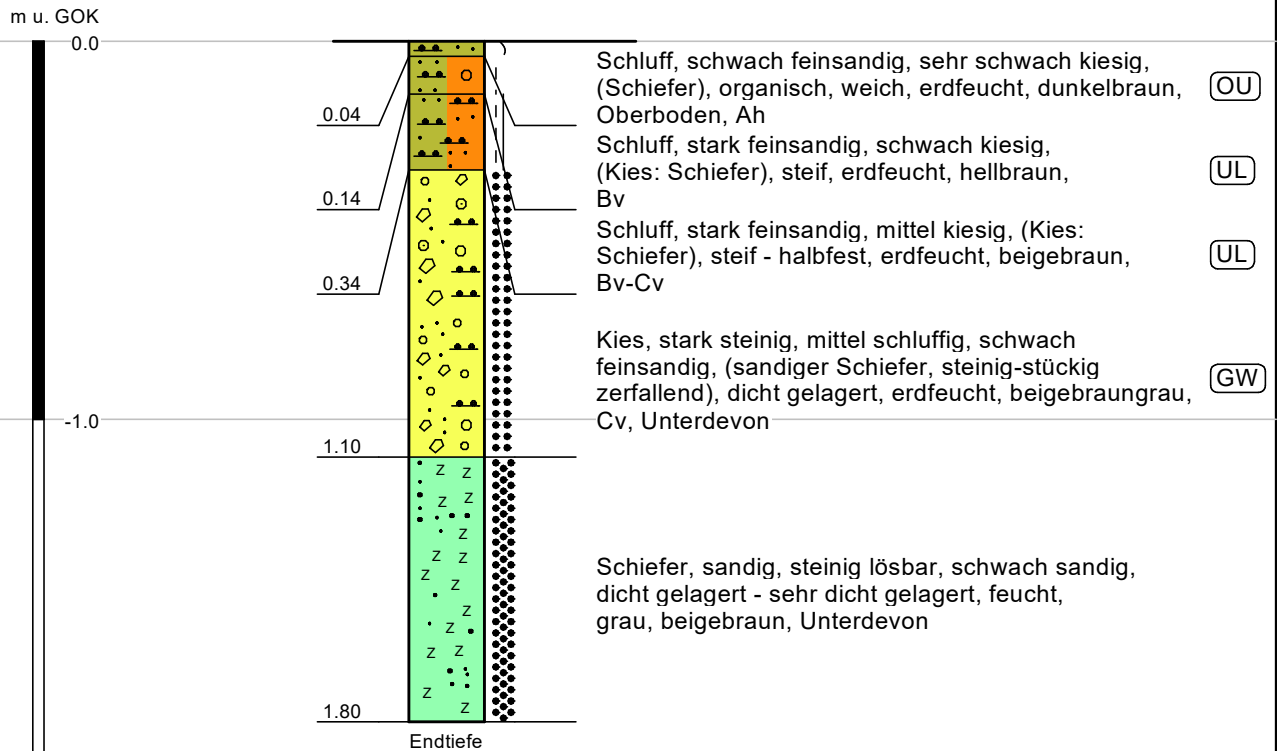
WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 6 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.6

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

Schurf WEA 6










00,00 m = GOK



m u. GOK
 0.0
 -1.0
 -2.0
 -3.0

Endtiefe

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif - halbfest		Schluff
	steif		Kies
	weich		Schotter
	dicht		Schiefer
	sehr dicht		

Hinweise:
 ca. 3m nördl. der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (02.07.2019)

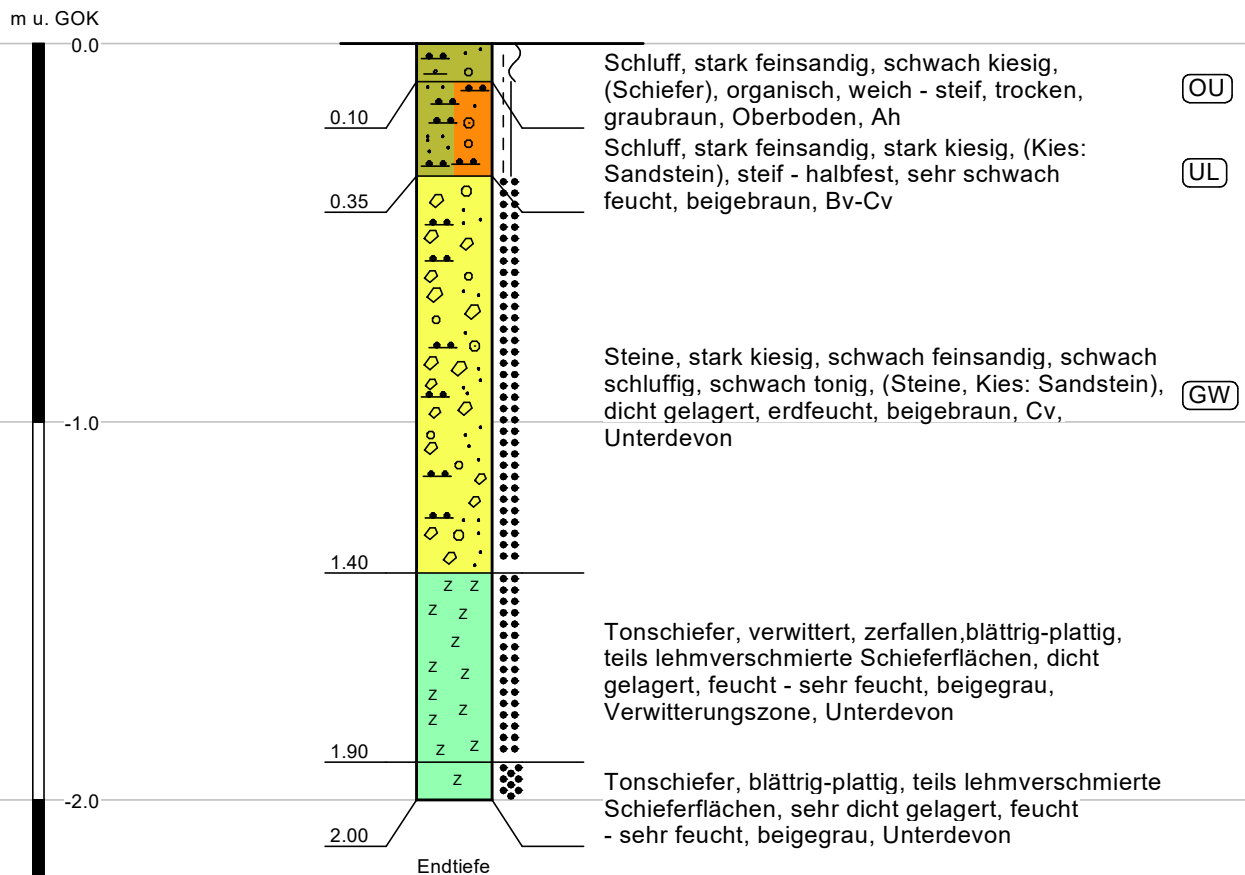
WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 7 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.7

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

Schurf WEA 7

00,00 m = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif - halbfest		Schluff
	weich - steif		Kies
	dicht		Steine
	sehr dicht		Tonschiefer

Hinweise:
 an der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (02.07.2019)

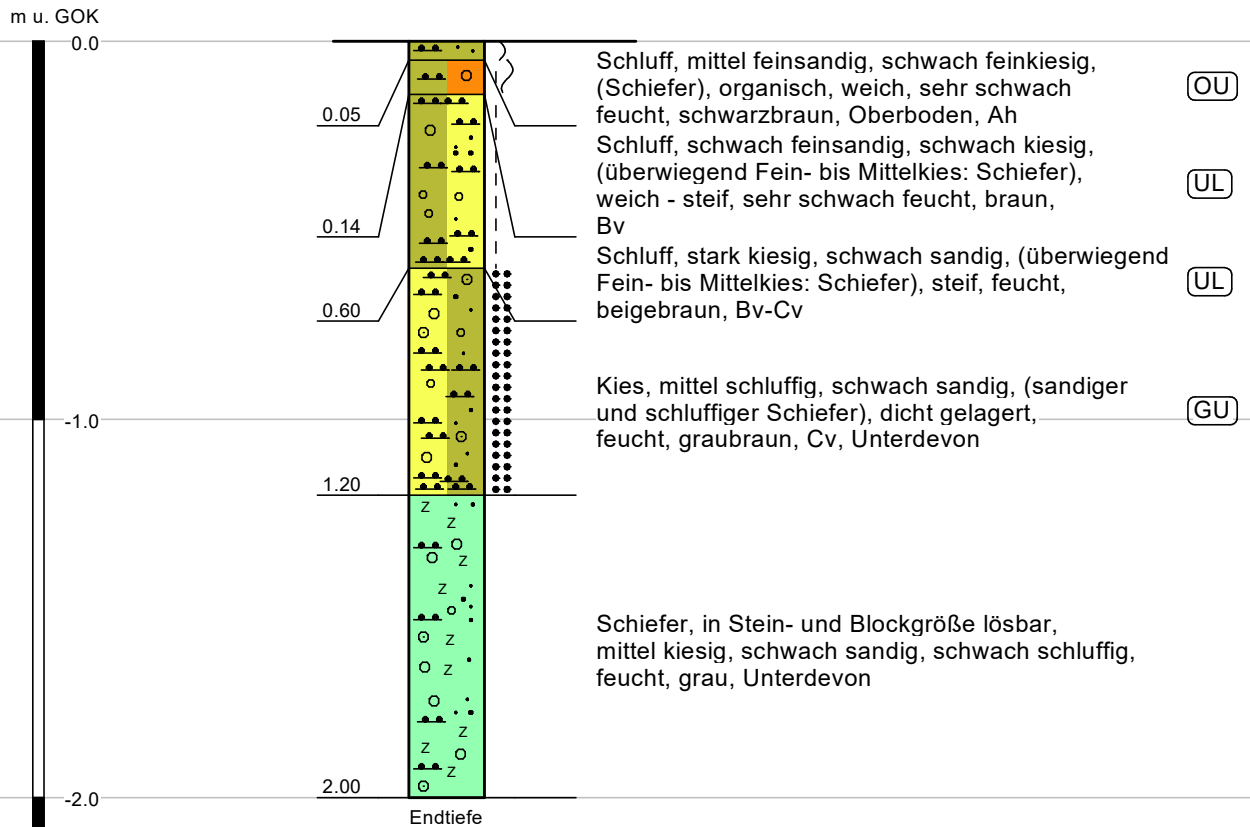
WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 8 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.8

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30








Schurf WEA 8

00,00 m = GOK



Hinweise:
 ca. 3m nördlich der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (23.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif		Schluff
	weich - steif		Kies
	weich		Schiefer
	dicht		

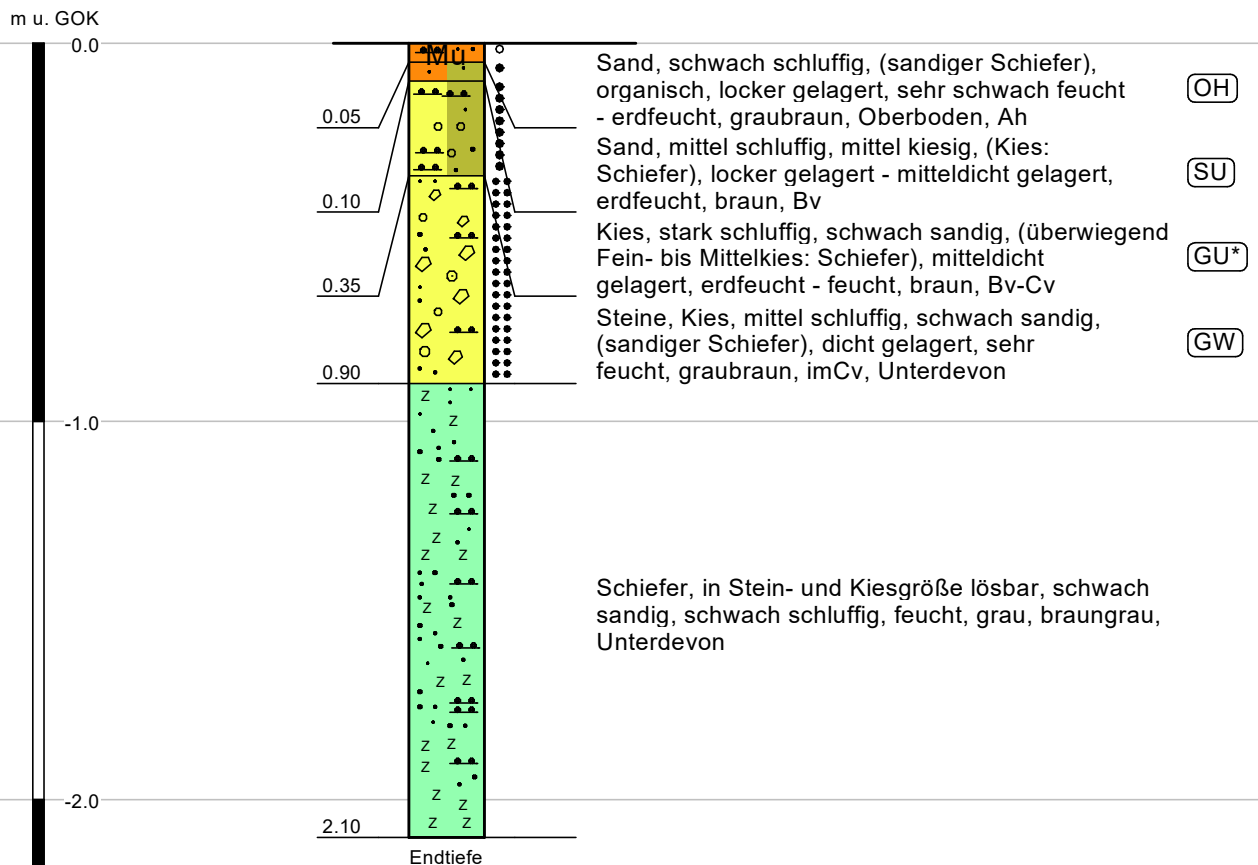
WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 9 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.9

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30









Schurf WEA 9

00,00 m = GOK



Hinweise:
 ca. 2m östlich der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (23.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	locker		Schluff		Schiefer
	mitteldicht		Sand		
	dicht		Kies		
			Steine		

WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 10 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

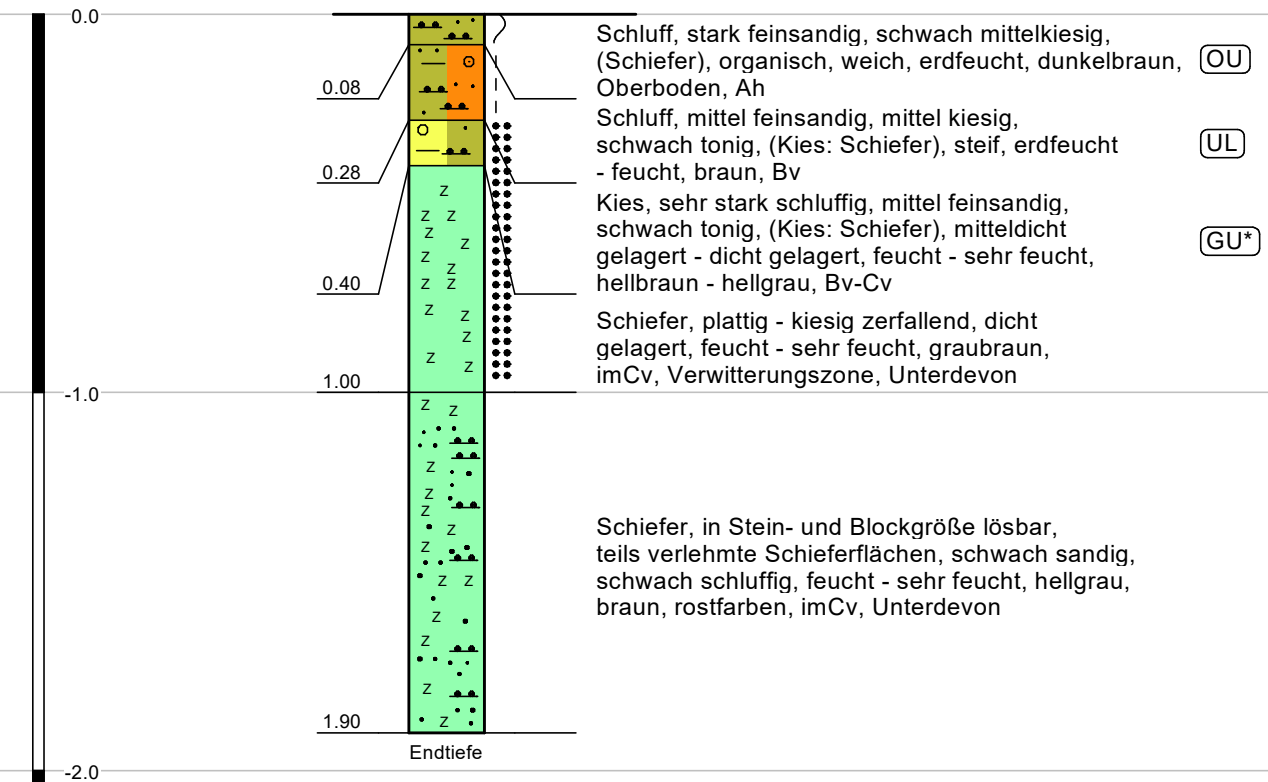
Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.10

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

Schurf WEA 10

00,00 m = GOK

m u. GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

steif		Schluff
weich		Sand
dicht		Kies
		Schiefer

Hinweise:
 ca. 8m westsüdwestlich der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (23.07.2019)

WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 11 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

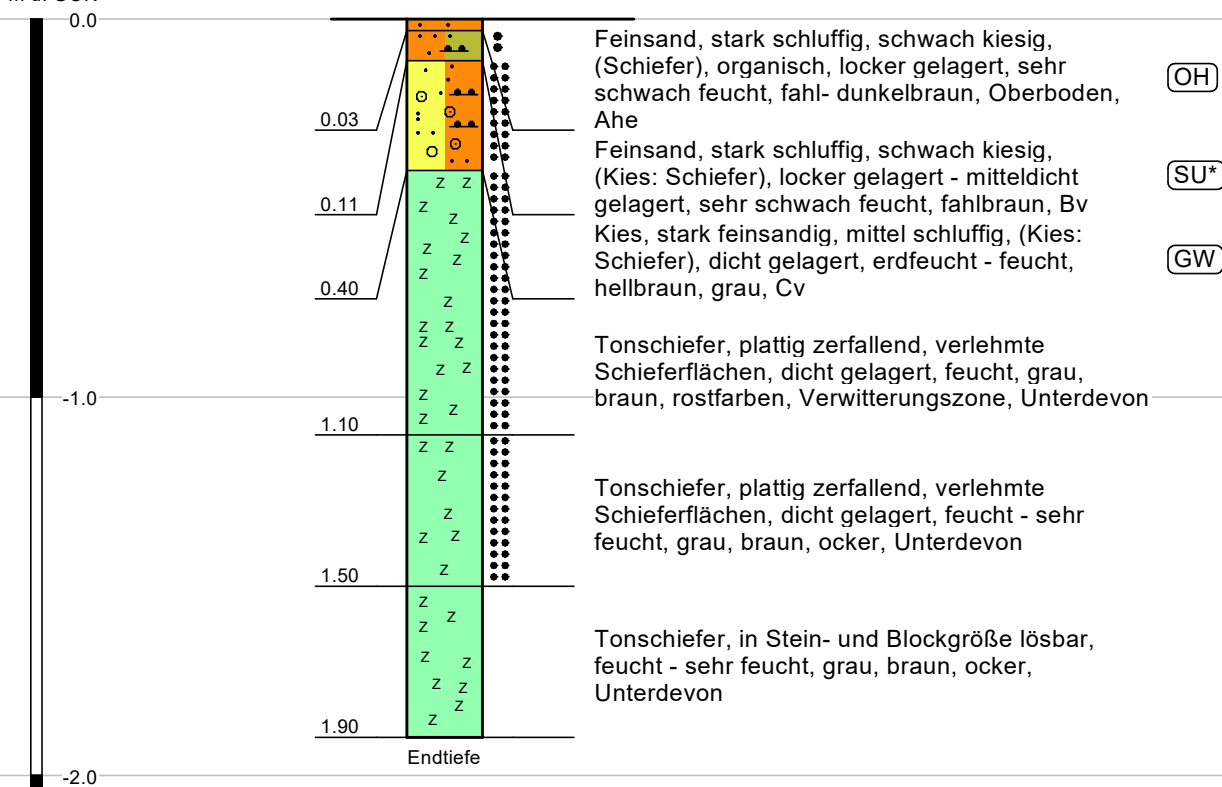
Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.11

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

Schurf WEA 11








00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweise:
 ca. 2m nordnordöstlich der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (09.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	locker		Schluff
	mitteldicht		Feinsand
	dicht		Kies
			Tonschiefer

WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 12 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.12

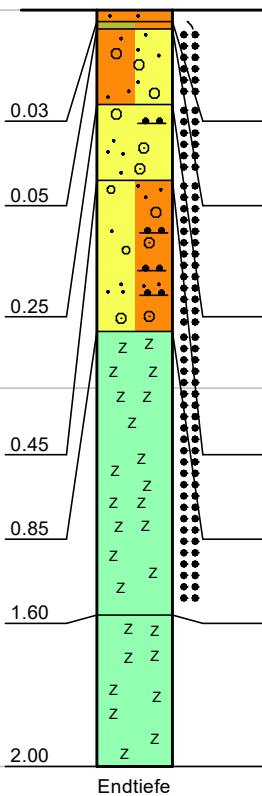
Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

Schurf WEA 12

00,00 m = GOK

m u. GOK

0.0



Feinsand, stark schluffig, schwach kiesig, (Schiefer), organisch, locker gelagert, trocken bis sehr schwach feucht, fahl- dunkelgrau, Oberboden, Aeh

(OH)

Schluff, stark feinsandig, schwach kiesig, (Kies: Schiefer), weich, trocken bis sehr schwach feucht, aschgrau, Ae

(UL)

Feinsand, stark fein- bis mittelkiesig, mittel schluffig, (Kies: Schiefer), mitteldicht gelagert - dicht gelagert, trocken bis sehr schwach feucht, fahlbraun, Ae-Bv

(SW)

Kies, stark fein- bis mittelkiesig, stark schluffig, mittel feinsandig, (Kies: überwiegend Fein- bis Mittelkies, Schiefer), mitteldicht gelagert - dicht gelagert, erdfeucht, braun, Bv-Cv

(GU*)

Kies, stark feinsandig, mittel schluffig, (Kies: Schiefer), dicht gelagert, feucht, orangebraun, Cv, Verwitterungszone, Unterdevon

Tonschiefer, plattig-kiesig zerfallend, verlehnte Schieferflächen, dicht gelagert, feucht, hellgrau, hellbraun, ocker, Unterdevon

Tonschiefer, in Stein- und Blockgröße lösbar, bereichsweise blättrig und entfestigt, feucht, grau, ocker, Unterdevon

Endtiefe

-1.0

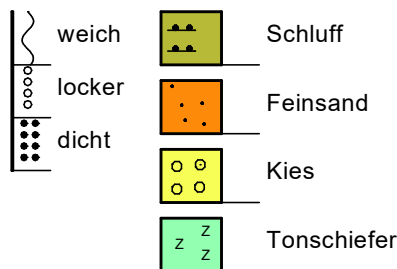
-2.0

-3.0

Hinweise:

ca. 2m ost-südöstlich der Markierung (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen (10.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



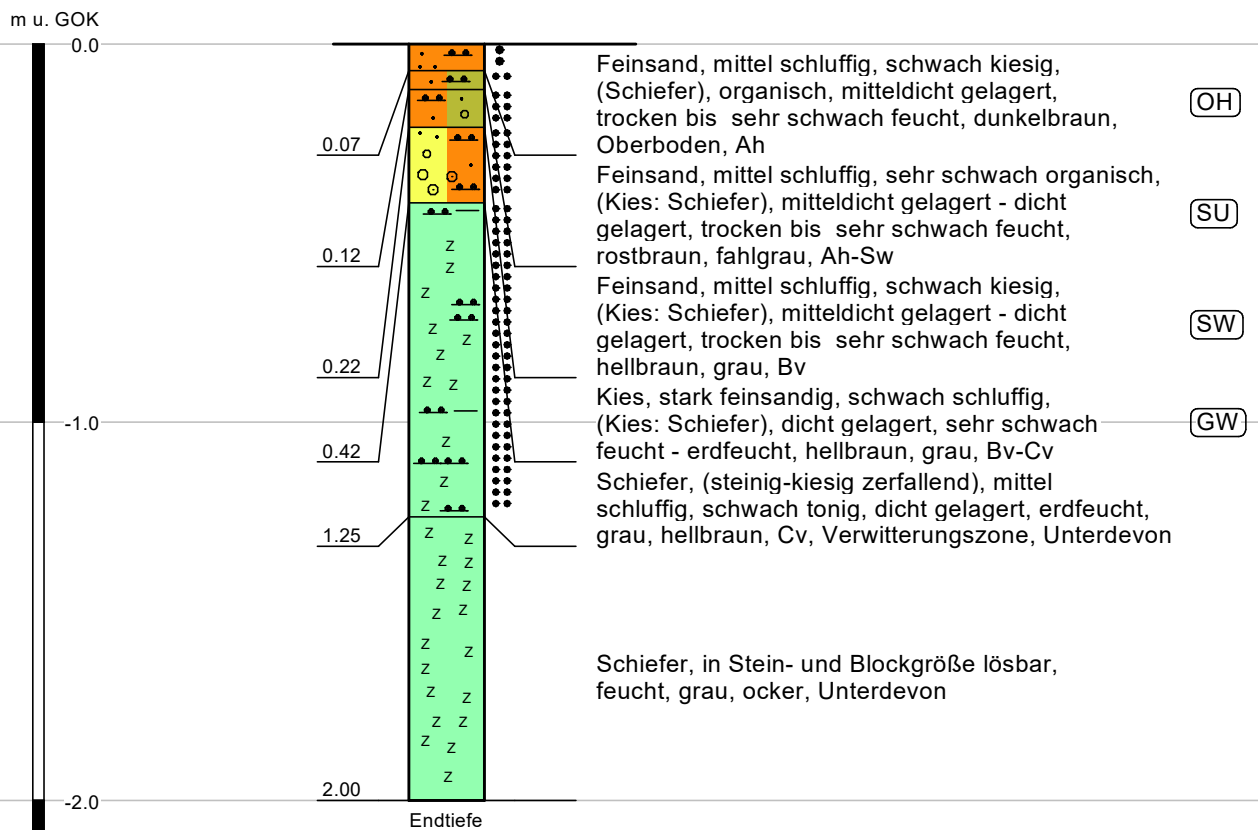
WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 13 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

Projektnummer:
218425
 Anlage:
2.13

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30







Schurf WEA 13

00,00 m = GOK



Hinweise:
 ca. 2m westlich der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (09.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	mitteldicht		Schluff
	dicht		Feinsand
			Kies
			Schiefer

WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 14 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

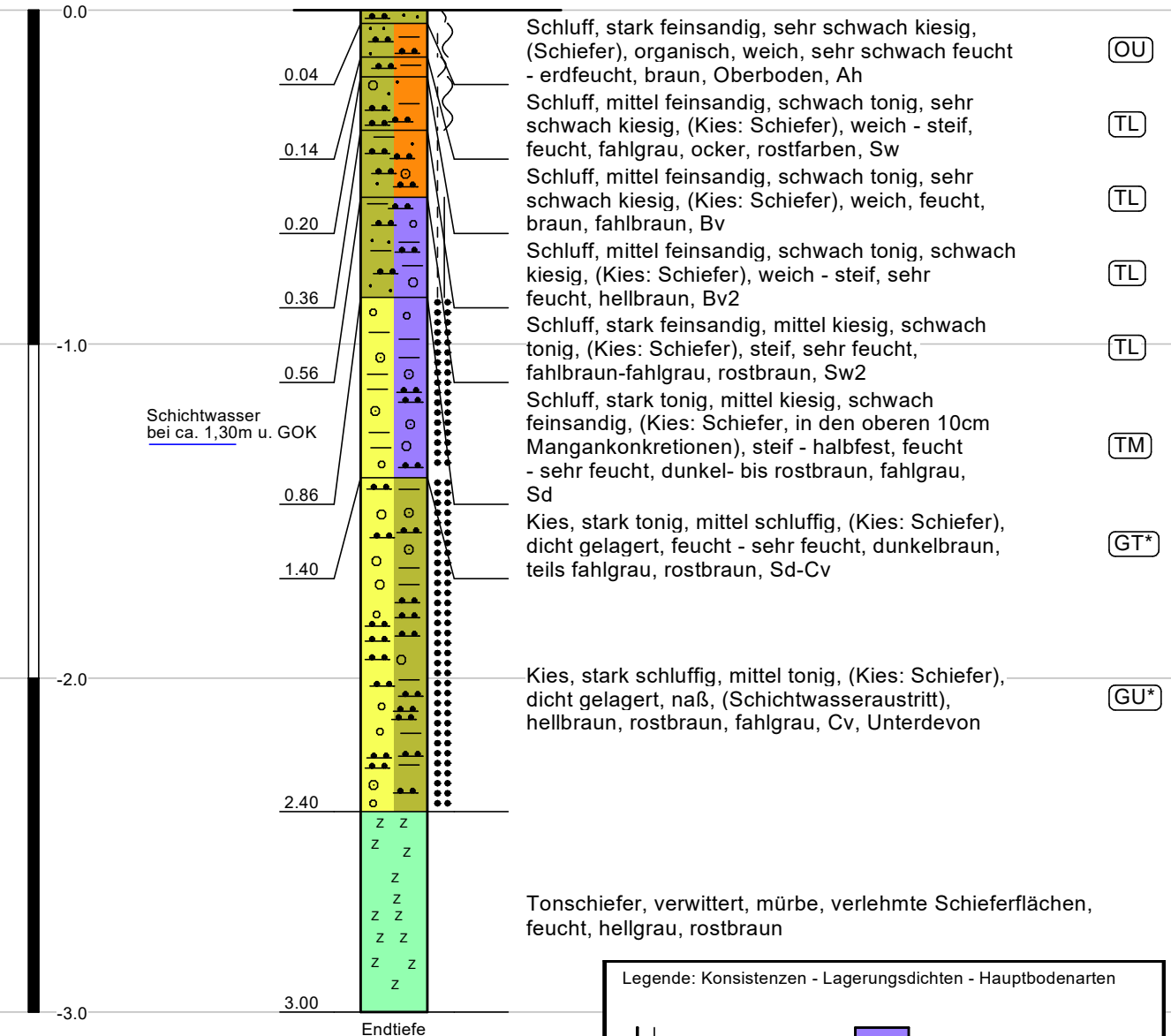
Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.14

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

Schurf WEA 14

00,00 m = GOK

m u. GOK



Schichtwasser bei ca. 1,30m u. GOK

Hinweise:
 an der Markierung (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 Schichtwasser ab 1,30m (09.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif - halbfest		Ton
	steif		Schluff
	weich - steif		Kies
	weich		Tonschiefer
	dicht		

WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 15 (ENERCON E-138 mit 111m Nh.)

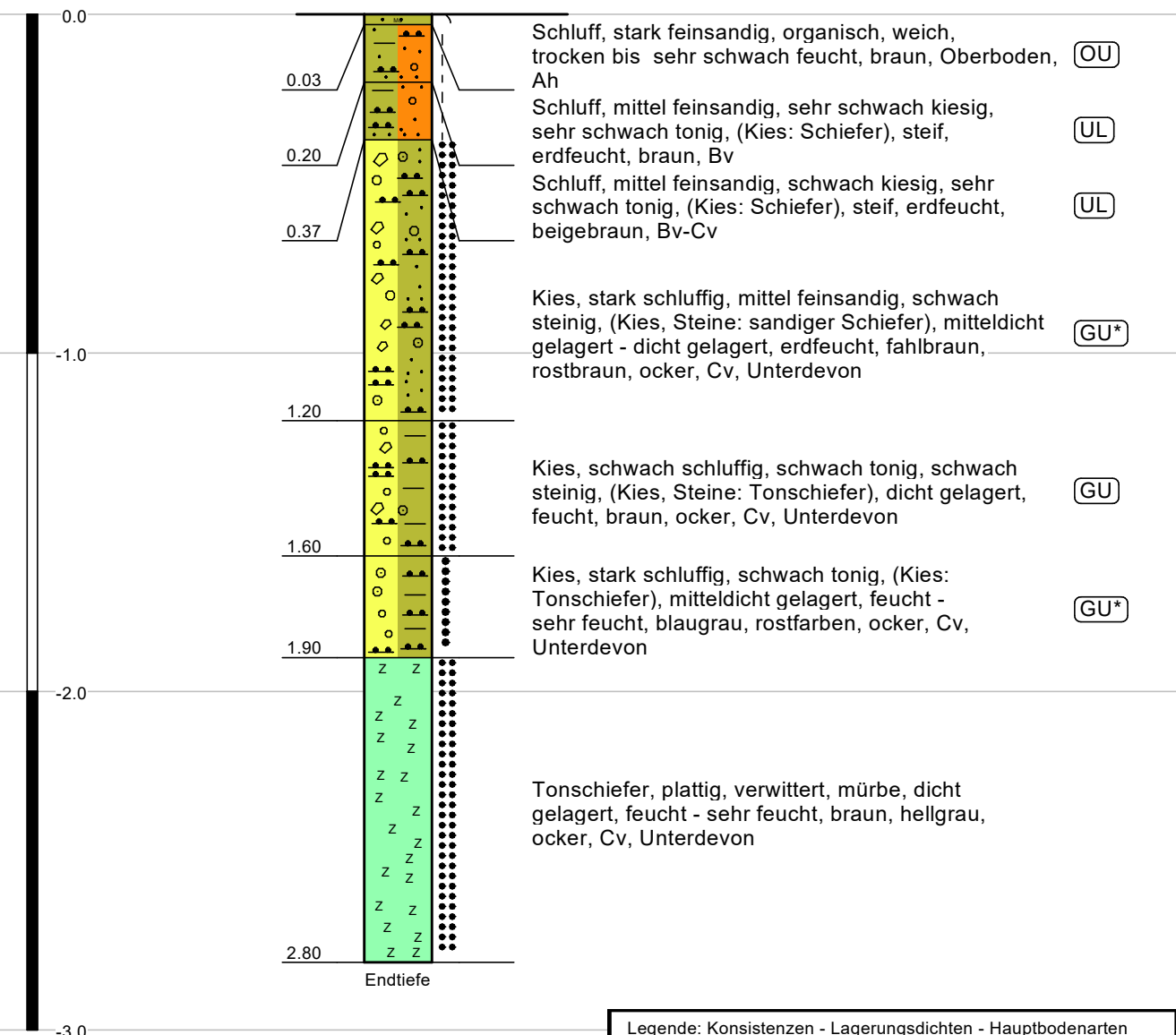
Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.15

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

Schurf WEA 15

00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweise:
 ca. 2m nordnordöstlich der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (08.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

	steif		Schluff
~ ~	weich		Kies
• •	mitteldicht		Tonschiefer
• • •	dicht		

WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 16 (ENERCON E-138 mit 111m Nh.)

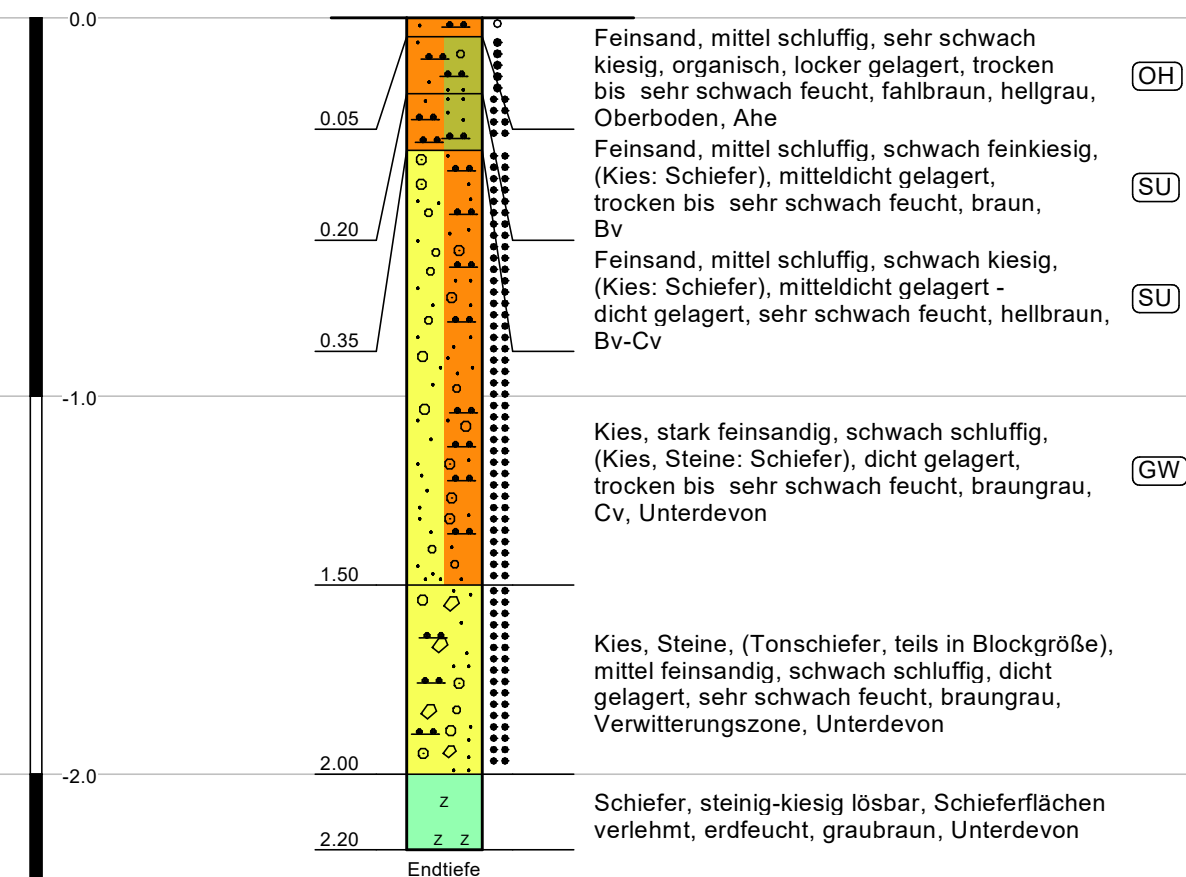
Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.16

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

Schurf WEA 16









00,00 m = GOK

m u. GOK



Hinweise:
 ca. 5m nordnordöstlich der Markierung
 (grobe Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (08.07.2019)

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

 locker	 Schluff	 Schiefer
 mitteldicht	 Feinsand	
 dicht	 Kies	
	 Steine	

WP Hilchenbach/Kirchhundem
 WEA 17 (ENERCON E-138 mit 131m Nh.)

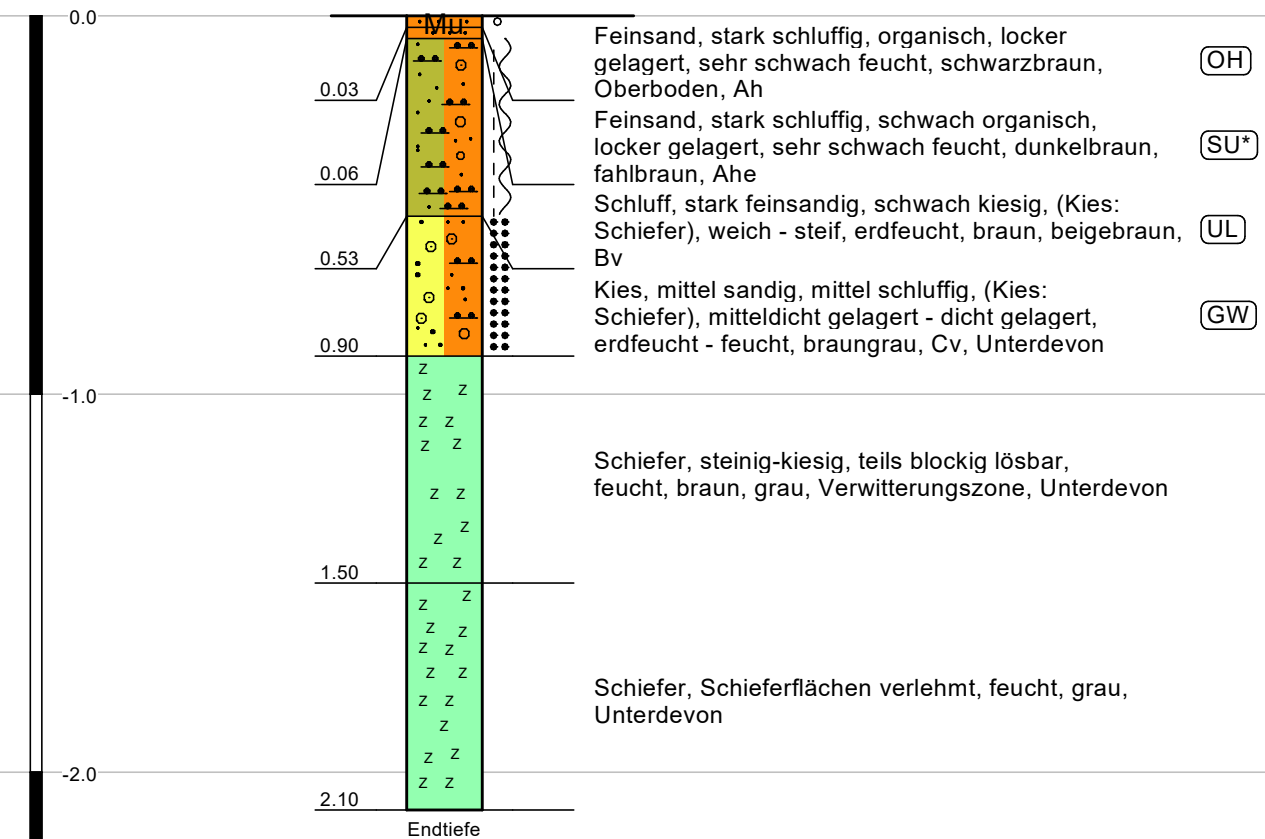
Projektnummer:
 218425
 Anlage:
 2.17

Profil eines Baggerschurfes
 Maßstab der Höhe ca.: 1:30

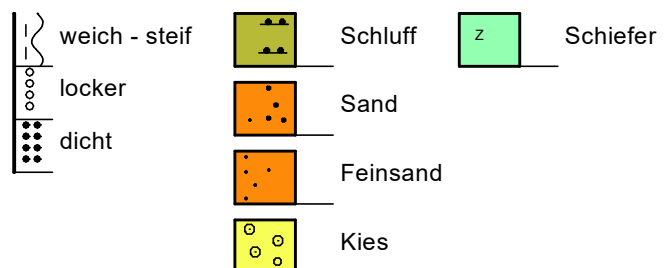
Schurf WEA 17

00,00 m = GOK

m u. GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



Hinweise:

ohne Markierung (daher grobe eigene Absteckung des Mittelpunktes)
 kein Grundwasser angetroffen
 (08.07.2019)