

WPW Geoconsult Südwest GmbH
Büro Ramstein
Raiffeisenstraße 16
66877 Ramstein-Miesenbach

Telefon 06371/49 96-0
Telefax 06371/49 96-20
E-Mail ramstein@wpwgeo-sw.de
www.wpwgeo-sw.de

Geotechnischer Bericht

Objekt: **Windpark Buchwald**
WEA 01 und 02
2 x Enercon E160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01

Auftraggeber: **BayWa r.e. Wind GmbH**
Arabellastraße 4
81925 München

Auftrag Nr.: **21.92681.1**

Datum: **28.01.2022**

92681.1G

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. S. Arnsberg, Dipl.-Umweltwiss. B. Herrmann, Dr.-Ing. M. Luber
Gesellschafter: Dipl.-Ing. S. Arnsberg, Dipl.-Ing. M. Gräser, Dipl.-Umweltwiss. B. Herrmann, Dr.-Ing. M. Luber
HRB 63041 | Registergericht: Ludwigshafen am Rhein | USt.Id.Nr. DE283038037
Bank 1 Saar St. Ingbert, BLZ 591 900 00, Konto 116380005, IBAN DE47591900000116380005, SWIFT/ BIC SABADE55
Deutsche Bank Kaiserslautern, BLZ 540 700 24, Konto 0195198, IBAN DE44540700240019519800, SWIFT/ BIC DEUTDE33
Sparkasse Rhein Neckar Nord Mannheim, BLZ 670 505 05, Konto 39185253, IBAN DE18670505050039185253, SWIFT/ BIC MANSDE66XXX

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	1
2	Vorhandene Unterlagen und Beschreibung der Baumassnahme	1
3	Beschreibung der Baugrundverhältnisse	3
3.1	Aufschlussprogramm	3
3.2	Geologischer Überblick	3
3.3	Bodenverhältnisse am Standort der WEA 01	4
3.4	Bodenverhältnisse am Standort der WEA 02	4
3.5	Hydrogeologische Verhältnisse	5
3.6	Bodengruppen, Bodenklassen und Frostempfindlichkeitsklassen	5
3.7	Bodenkenngrößen	6
3.8	Erdbebenzone	6
4	Gründung	6
4.1	WEA 01	6
4.2	WEA 02	8
5	Ausführungshinweise	9
5.1	Hinweise zur Baugrube	9
5.2	Ableitung von Oberflächen- und Schichtwasser, Wasserhaltung	10
5.3	Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen	10
5.4	Bodenaustausch	11
5.5	Verfüllen von Leitungsgräben	12
6	Betonaggressivität des Baugrundes	12
7	Hinweise zu den Kranstellflächen	12
8	Homogenbereiche	14

ANLAGEN

0	Legende
1	Übersichtslageplan
2	Schnitte, Lageskizzen
3	Grundbruch-/Setzungsberechnungen
4	Laborversuche
5	Prüfbericht zur Betonaggressivität

VERTEILER

BayWa r.e. Wind GmbH
Büro Mainz
Rheinallee 84
55120 Mainz

1-fach und PDF
Jan.Winter@baywa-re.com

1 EINFÜHRUNG

Im Windpark Buchwald ist die Errichtung von 2 Windenergieanlagen vom Typ Enercon E160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01 vorgesehen.

WPW Geoconsult Südwest GmbH wurde mit der Durchführung von geotechnischen Untersuchungen und der Erarbeitung eines geotechnischen Berichtes beauftragt.

2 VORHANDENE UNTERLAGEN UND BESCHREIBUNG DER BAUMASSNAHME

Für die Ausarbeitung des Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Vorabzug Übersichtsplan WEA 01 – WEA 02 und Zuwegung, 1 : 3.500, 15.12.2020, BayWa r.e. Wind
- [2] Vorabzug Lagepläne WEA 01, WEA 02 auf Katasterkarte, 1 : 1.000, 15.12.2020, BayWa r.e. Wind
- [3] Fundamentdatenblatt E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01 Flachgründung, D02406834/3.0, Fassung vom Juni 2021, ENERCON
- [4] Technische Beschreibung, Fundamente E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01, 12.08.2021, ENERCON
- [5] Geologische Übersichtskarte 1 : 200.000, CC 7102 Saarbrücken

Geplant ist die Errichtung von 2 Windenergieanlagen Enercon E-160 EP5 E3-HAT-166-ES-C-01. Für den Mittelpunkt der Anlagen sind gemäß der Unterlage [1] folgende UTM32-Koordinaten angegeben:

WEA 01 ⇒ Ostwert: 32 377967 / Nordwert: 5451060

WEA 02 ⇒ Ostwert: 32 377240 / Nordwert: 5450530

Der Höhenbezug erfolgt zur OK Gelände am Fundamentmittelpunkt, die mit der Kote $\pm 0,00$ belegt ist.

Die Anlagen werden gemäß den Unterlagen [3, 4] mit einem Kreisringfundament (Außendurchmesser des Fundaments = 24,0 m; Durchmesser der kompressiblen Einlage im Zentrum = 4,40 m) gegründet, bei dem der GW-Spiegel maximal bis in Höhe OK Gelände = Kote $\pm 0,00$ ansteigen darf. Die Fundamenthöhe beträgt 2,80 m und die Einbindetiefe 0,501 m. Das Fundament wird überschüttet. Die OK der Überschüttung liegt 0,1 m unter OK Fundament. Den Unterlagen [3, 4] zufolge sind an den Baugrund folgende Anforderungen gestellt:

- Min. aufnehmbare Bodenpressung: 290 kN/m²
- Max. Schiefstellung des Fundamentes in 20 Jahren: $\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$
- Mindestwert für die dynamische Drehfedersteifigkeit: 200.000 MNm/rad
- Mindestwert für die statische Drehfedersteifigkeit: 20.000 MNm/rad
- Sohlreibungswinkel: $\varphi = 20^\circ$

An der Fundamentunterkante treten folgende charakteristische Lasten auf:

Tabelle 1: Fundament mit Lage des GW-Spiegels bis OK Gelände - charakteristische Fundamentlasten bezogen auf UK Fundament

Lastfall	F_{xy} [kN]	$F_{z,min}$ (ohne Auftrieb) [kN]	$F_{z,max}$ (mit Auftrieb) [kN]	M_{xy} [kNm]	M_z [kNm]
DLC D.3	960	-45952	-42975	136288	3800
N/T/DLC 8.2	1570	-45952	-42975	174496	-13350
N/A/T	2290	-45992	-42975	229712	-14600

Die Lastfälle werden wie in der Tabelle 2 angegeben den Bemessungssituationen nach EC 7 zugeordnet:

Tabelle 2: Zuordnung Grenzzustände und Bemessungssituationen

Lastfall	Bemessungssituation nach EC 7
NTM DLC D.3	BS-P
N / T / DLC 8.2	BS-T
N / A / T	BS-A

Die Berechnung erfolgt für die Belastungsfälle BS-P und BS-T für die statischen und die dynamischen Kennwerte. Für den Belastungsfall BS-A wird die Berechnung – dem Charakter der in diesem Belastungsfall wirkenden Lasten entsprechend – nur für die dynamischen Kenngrößen durchgeführt.

3 BESCHREIBUNG DER BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Aufschlussprogramm

Die Untergrundverhältnisse im Bereich der Anlagenfundamente wurden durch jeweils 2 Baggerschürfe sowie 3 Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH) erkundet. Ein weiterer Baggerschurf wurde jeweils im Bereich der Kranstellfläche ausgeführt.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist der Lageskizze der Anlage 2 zu entnehmen. Die Aufschlussprofile sind ebenfalls in der Anlage 2 in Schnitten dargestellt. Höhenmäßiger Bezug erfolgte zur Geländehöhe am Fundamentmittelpunkt (Kote $\pm 0,00$ m), welcher bauperseits ausgepflockt war.

Im chemischen Labor wurden folgende Versuche durchgeführt:

- 2 x Bestimmung der Betonaggressivität an Bodenproben

Zusätzlich wurden an entnommenen gestörten Bodenproben folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- 4 x Bestimmung des Wassergehaltes und der Fließ- und Ausrollgrenze gemäß DIN 18122
- 5 x Bestimmung der Korngrößenverteilung (inkl. Wassergehalt) gemäß DIN 18123

3.2 Geologischer Überblick

Regionalgeologisch befindet sich der Standort der Windkraftanlagen im Verbreitungsgebiet der Schichten des Unteren Muschelkalks. Lokal können auch die Schichten des Oberen Buntsandsteins vorhanden sein. Die Schichten des Unteren Muschelkalks sind am Standort aus Kalk-, Dolomit- und Mergelstein (Wellenkalk), bzw. aus dolomitischem Sandstein und Mergelstein (Muschelsandstein) aufgebaut. Die Schichten des Oberen Buntsandsteins bestehen aus Sandstein und sandigem Tonstein.

3.3 Bodenverhältnisse am Standort der WEA 01

Der Standort der WEA 01 liegt in einer Waldfläche. Die Geländeoberfläche ist ca. 1,5° geneigt und fällt nach Norden - Nordosten ein.

Unterhalb des ca. 20 cm mächtigen Mutterbodens wurden in allen Aufschlüssen bis zur maximalen Erkundungstiefe von 2,5 m unter GOK Lehm Böden in der Kornzusammensetzung von leicht plastischen bis ausgeprägt plastischen, sandigen, lokal schwach kiesigen Tonen und Schluffen erkundet. Die Konsistenzen variieren zwischen weich und halbfest.

Jeweils in den Schürfsöhlen (zwischen 1,8 m und 2,5 m unter GOK) wurde der Übergang zum Festgestein (stark verwitterter, mürber bis mäßig harter Schluffstein und Tonstein) erreicht.

In den drei Sondierungen mit der Schweren Rammsonde liegen die Schlagzahlen bis max. ca. 1,0 m Tiefe bei ca. $N_{10,DPH} = 2 - 4$. Diese Schlagzahlen können dem weichen bis höchstens steifen Lehm zugeordnet werden. Darunter steigen die Schlagzahlen sprunghaft an. Ausgerammt wurden die Sondierungen in Tiefen von 1,2 m bis 2,1 m, vermutlich im Übergang zum Festgestein.

3.4 Bodenverhältnisse am Standort der WEA 02

Der Standort der WEA 02 liegt in einer landwirtschaftlich genutzten Fläche (Acker). Die Geländeoberfläche ist bis zu ca. 5° geneigt und fällt nach Norden ein.

Unterhalb des ca. 20 cm mächtigen Mutterbodens wurden in allen Aufschlüssen bis max. ca. 3,1 m unter GOK Lehm Böden in der Kornzusammensetzung von leicht bis mittel plastischen, schwach sandigen bis sandigen, kiesigen bis stark kiesigen Tonen und Schluffen erkundet. Die Konsistenzen variieren zwischen weich und halbfest. Darunter wurde grobkörniges, umgelagertes bzw. in-situ verwittertes Felsersatzmaterial in Form von Steinen und Kiesen festgestellt. In den jeweiligen Schürfsöhlen (zwischen 3,0 m und 4,5 m unter GOK) wurde der Übergang zum Festgestein (stark verwitterter, mürber bis mäßig harter Tonstein) erreicht.

In den drei Sondierungen mit der Schweren Rammsonde liegen die Schlagzahlen bis max. ca. 1,0 m Tiefe bei ca. $N_{10,DPH} = 2 - 4$. Diese Schlagzahlen können dem weichen bis höchstens steifen Lehm zugeordnet werden. Darunter steigen die Schlagzahlen auf überwiegend $N_{10,DPH} \geq 6$ an und kennzeichnen damit die steife und halbfeste Konsistenz der bindigen Böden bzw. mind. mitteldichte Lagerung der gemischt- und grobkörnigen Böden. Der unruhige Verlauf der Widerstandslinie bis zur Endteufe weist unterschiedlich grobstückiges Material und hin.

Ausgerammt wurden die Sondierungen in Tiefen von 5,8 m bis 6,4 m, vermutlich im Übergang zum weniger verwitterten Festgestein.

3.5 Hydrogeologische Verhältnisse

Bis zur maximalen Aufschlusstiefe von 6,4 m unter GOK wurde kein Grundwasser angetroffen. Demnach liegt im Bereich der o.a. Anlagen kein geschlossener Grundwasserleiter in Oberflächennähe vor. Allerdings ist in Abhängigkeit von Witterung und Jahreszeit eine (temporäre) oberflächennahe Schichtwasserführung nicht auszuschließen.

3.6 Bodengruppen, Bodenklassen und Frostempfindlichkeitsklassen

Die aufgeschlossenen Schichten wurden den Bodengruppen nach DIN 18196 zugeordnet. Die Einstufung in die Frostempfindlichkeitsklassen erfolgte nach ZTVE-StB 17 Tabelle 3. Die Zuordnung entspricht der Schichtenzusammenfassung in den Aufschlussprofilen.

Tabelle 3: Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen

Bodenart		Bodengruppe nach DIN 18196	Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB 17
Oberboden	Mu	OT	-
Lehm		TL, TM, TA	F 3
Steine und Kiese		-	F 1
Schluffstein / Tonstein, stark verwittert	Zv	-	F 1 – F 2

3.7 Bodenkenngrößen

Auf der Grundlage von Laborversuchen, den Rammsondierungen sowie von Erfahrungswerten wurden den definierten Schichten Bodenkenngrößen zugeordnet. Es handelt sich dabei um charakteristische Werte im Sinne der DIN 1054:2010-12, die für Bemessungszwecke mit entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten zu beaufschlagen sind.

Tabelle 4: Bodenkenngrößen (charakteristische Werte)

Bodenart		Wichte γ / γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Quer-deh- nungs- zahl ν	Steifemodul [MN/m ²]	
						$E_{s, stat}$	$E_{s, dyn}$
Lehm							
weich		17/8	25	5	0,425	2	40
steif		17/8	25	10	0,425	6	68
halbfest		18/8	25	15	0,4	12	90
Steine und Kiese							
locker		19/9	35	0	0,375	30	150
mitteldicht		20/10	35	0	0,325	50	200
dicht		21/11	35	0	0,325	80	240
Tonstein, Schluffstein, stark verwittert	Zv	22/14	30	0 ¹⁾ / 10 ²⁾	0,35	60	240

¹⁾ bei Beanspruchung parallel zu den Trennflächen

²⁾ bei Beanspruchung senkrecht zu den Trennflächen

3.8 Erdbebenzone

Die Standorte der Windenergieanlagen gehören zu keiner Erdbebenzone.

4 GRÜNDUNG

4.1 WEA 01

Die Fundamentsohle kommt bei der geplanten höhenmäßigen Anordnung vollflächig im Lehm zu liegen.

Der Lehm steht unter der Fundamentsohle noch ca. 0,4 m – 1,5 m mächtig an. Aufgrund seiner Kompressibilität ist er als Gründungshorizont für das Anlagenfundament nicht geeignet. Er muss bis auf das verwitterte Festgestein gegen scherfestes, verdichtbares Material gemäß Abschnitt 5.4 ausgetauscht werden. Die Mindestmächtigkeit des Bodenaustausches beträgt 0,4 m.

Auf dem Bodenaustausch kann die Windkraftanlage mit dem vorgesehenen Fundament flach gegründet werden.

Mit dem Programm GGU-Footing erfolgten die Grundbruch- und Setzungsberechnung sowie die Ermittlung der Drehfedersteifigkeit für die Gründungssituation am Fundamentmittelpunkt für die Bemessungssituationen BS-P, BS-T und BS-A nach Eurocode 7. Die Last aus der Überschüttung wurde auf der sicheren Seite liegend nicht berücksichtigt. Es wurde eine ausreichende Grundbruchsicherheit ermittelt. Die Anforderungen an die statische und dynamische Drehfedersteifigkeit und die max. Verdrehung sind ebenfalls erfüllt.

Die Gründungsparameter sind in der Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Gründungsparameter der WEA 01

Gründungsniveau (Kote) Fundamentplatte	GOK am Mittelpunkt -0,501 m
Gründungsart	Flachgründung
Gründungshorizont	Austauschboden auf Festgestein
Zusatzmaßnahmen	Bodenaustausch bis Festgestein, max. ca. 1,5 m. Mindestmächtigkeit 0,4 m
min. aufnehmbare charakteristische Bodenpressung $\sigma = 290 \text{ kN/m}^2$ (GW-Spiegel maximal in Höhe OK Gelände)	wird schadlos aufgenommen
Zulässige Verdrehung $\Delta s \leq 3,0 \text{ mm/m}$	$1,0 \text{ mm/m} < 3,0 \text{ mm/m}$
dyn. Drehfedersteifigkeit geforderter Wert $k_{\phi, \text{dyn}} = 200.000 \text{ MNm/rad}$	$k_{\phi, \text{dyn}} = 626.457,2 \text{ MNm/rad}$
stat. Drehfedersteifigkeit geforderter Wert $k_{\phi, \text{stat}} = 20.000 \text{ MNm/rad}$	$k_{\phi, \text{stat}} = 159.669,7 \text{ MNm/rad}$
Sohlrreibungswinkel Anforderung $\varphi = 20^\circ$	$\geq 35^\circ$

4.2 WEA 02

Mit der Gründungskote von -0,501 m unter GOK am Fundamentmittelpunkt liegt die Gründungssohle bergseitig im Übergang vom bindigen Baugrund zu den feinkornarmen Steinen und Kiesen und talseitig oberhalb der Geländeoberfläche, so dass hier ein entsprechender Geländeauftrag erforderlich sein wird, der analog zum Bodenaustausch, s. Abschnitt 5.4 auszuführen ist.

Das Fundament kann flach auf den feinkornarmen Steinen und Kiesen gegründet werden. Die unter der Gründungssohle anstehenden bindigen Böden sind bis auf das grobkörnige Material auszuheben und durch scherfeste Austauschmassen zu ersetzen. Talseitig (s. auch Profil Sch 2.2 in der Anlage 2.2) ergibt sich somit eine Austauschmächtigkeit von ca. 2,6 m (inkl. Geländeauftrag). Die Mindestmächtigkeit des Bodenaustausches beträgt mindestens 0,4 m.

Mit dem Programm GGU-Footing erfolgten die Grundbruch- und Setzungsberechnung sowie die Ermittlung der Drehfedersteifigkeit für die Gründungssituation am Fundamentmittelpunkt für die Bemessungssituationen BS-P, BS-T und BS-A nach Eurocode 7. Die Last aus der Überschüttung wurde auf der sicheren Seite liegend nicht berücksichtigt. Hierfür wurde eine ausreichende Grundbruchsicherheit ermittelt. Die Anforderungen an die statische und dynamische Drehfedersteifigkeit und die max. Verdrehung sind ebenfalls erfüllt.

Die Gründungsparameter sind in der Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6: Gründungsparameter der WEA 02

Gründungsniveau (Kote) Fundamentplatte	GOK am Mittelpunkt -0,501 m
Gründungsart	Flachgründung
Gründungshorizont	Austauschboden auf feinkornarmen Steinen und Kiesen
Zusatzmaßnahmen	Bodenaustausch bis zu Kies und Steinen, bis max. 2,6 m, Mindestmächtigkeit 0,4 m
min. aufnehmbare charakteristische Bodenpressung $\sigma = 290 \text{ kN/m}^2$ (GW-Spiegel maximal in Höhe OK Gelände)	wird schadlos aufgenommen
Zulässige Verdrehung $\Delta s \leq 3,0 \text{ mm/m}$	$1,0 \text{ mm/m} < 3,0 \text{ mm/m}$
dyn. Drehfedersteifigkeit geforderter Wert $k_{\varphi, \text{dyn}} = 200.000 \text{ MNm/rad}$	$k_{\varphi, \text{dyn}} = 612.812,5 \text{ MNm/rad}$
stat. Drehfedersteifigkeit geforderter Wert $k_{\varphi, \text{stat}} = 20.000 \text{ MNm/rad}$	$k_{\varphi, \text{stat}} = 160.554,8 \text{ MNm/rad}$
Sohlrreibungswinkel Anforderung $\varphi = 20^\circ$	$\geq 35^\circ$

5 AUSFÜHRUNGSHINWEISE

5.1 Hinweise zur Baugrube

Die Baugrubensohlen sind vom Unterzeichner vor dem Einbau des Bodenaustausches bzw. der Sauberkeitsschicht in Augenschein nehmen zu lassen und nach der Freigabe unverzüglich zu verschließen oder zu überbauen.

Für die Baugrubenböschungen gelten folgende zulässige Böschungsneigungen:

Tabelle 7: Zulässige Böschungswinkel für die Baugruben

Schicht	Zulässiger Böschungswinkel $\beta [^\circ]$
Lehm weich	45
Lehm steif und halbfest	60
Steine und Kiese	45
stark verwittertes Festgestein	60

Böschungsoberflächen sind gegen Austrocknung und Durchfeuchtung in geeigneter Weise, z.B. durch Folienabdeckung, zu schützen.

5.2 Ableitung von Oberflächen- und Schichtwasser, Wasserhaltung

Den Baugruben ggf. zufließendes Oberflächen- oder Schichtwasser ist durch eine Wasserhaltung mit einer Dränage und einem Pumpensumpf (beides außerhalb des Lastabtragungsbereiches) zu fassen und abzuleiten.

Niederschlagswasser aus bergseitig des Fundamentes liegenden Flächen, z. B. Kranstellflächen, ist mittels Dränagen zu fassen und aus dem Fundamentbereich fernzuhalten, ebenso am Turm abfließendes Wasser.

5.3 Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Die eventuell in geringem Umfang im Baugrubentiefsten als Aushub anfallenden Massen des Festgesteins und die Steine und Kiese des Verwitterungshorizont sind in maximal erdfeuchtem Zustand für den Einbau im Arbeitsraum sowie zum Überschütten des Fundamentes geeignet. Die für die Erdauflast des Fundamentes erforderliche Trockenwichte $\gamma \geq 18,0 \text{ kN/m}^3$ ist erreichbar.

Voraussetzung ist der lagenweise Einbau (Schichtdicke $\leq 20 \text{ cm}$) und das fachgerechte Verdichten (Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$) der Böden. Das Material muss zuvor ggf. auf eine geeignete Korngröße (Größtkorn 100 mm) gebrochen werden.

Zur Vergleichmäßigung und Reduzierung der Wasserempfindlichkeit ist ggf. eine Verbesserung mit Bindemitteln vorzusehen.

Das zulässige Größtkorn für den Einbau unter der Kranstellfläche beträgt 400 mm.

Die beim Aushub anfallenden feinkörnigen Lockergesteine sind als Arbeitsraumverfüllung nur nach einer Verbesserung mit Bindemitteln geeignet. Darüber hinaus wird i. d. R. mit den feinkörnigen Aushubmassen die für die Fundamentüberschüttung erforderliche Wichte $\gamma \geq 18 \text{ kN/m}^3$ als Feuchtwichte bei einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ erreicht.

Zum Erreichen dieses Verdichtungsgrades ist erfahrungsgemäß jedoch ebenfalls eine Verbesserung mit Bindemittel erforderlich. Eine Trockenwichte $\gamma \geq 18 \text{ kN/m}^3$ ist i. d. R. auch bei einer Verbesserung mit Bindemittel nicht erreichbar. Falls diese gefordert wird, muss das Fundament zumindest in einer Teilmächtigkeit mit Liefermassen geeigneter Wichte und Verdichtbarkeit überschüttet werden.

Während der Zwischenlagerung sind die Aushubmassen vor Niederschlagseintrag zu schützen, z. B. durch Abdecken mit Folie oder durch lagenweisen Einbau mit Verdichten in einer Miete. Durchfeuchtete Massen können durch die Zugabe von Bindemittel auf einen geeigneten Einbauwassergehalt verbessert werden.

Sofern eine Gründung von Kranstützen im Arbeitsraum des Fundamentes vorgesehen ist, wird empfohlen, den Arbeitsraum im Lastausbreitungsbereich der Stützen mit Fremdmassen (Schotter, Hartgesteinsbruch) zu verfüllen und auf einen Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu verdichten. Das Größtkorn ist auf einen Durchmesser $d = 100 \text{ mm}$ zu begrenzen.

5.4 Bodenaustausch

Als Austauschboden eignet sich Schotter der Körnung 0/32 bis 0/56 oder gebrochenes Hartgestein mit einem Größtkorn von 150 mm (Körnung 0/150) mit stetiger Körnungslinie und einem Gehalt an Feinkorn $\leq 15 \%$. Der Einbau ist lagenweise, in Schichtdicken $\leq 30 \text{ cm}$ (Schüttdicke) vorzunehmen.

Als Verdichtungsanforderung gilt: $D_{Pr} \geq 100 \%$. Dieser Wert ist durch Verdichtungskontrollen nachzuweisen. Bei einer Prüfung der Verdichtung mittels Plattendruckversuchen ist ein Verdichtungsverhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ beim Einbau von Schotter, bzw. $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ beim Einbau von gebrochenem Hartgestein nachzuweisen.

Der Austauschboden muss so weit über die Fundamentkanten reichen, dass in diesem eine Lastausbreitung unter 45° gewährleistet ist. Die Sohle des Bodenaustausches ist, ggf. durch Abtreppungen, in horizontalen Ebenen anzulegen.

5.5 Verfüllen von Leitungsräumen

Falls unter den Fundamenten ein Leerrohrgraben hergestellt wird, ist dieser mit grobkörnigen oder gemischtkörnigen Böden (Feinkorngehalt $\leq 15\%$) nach DIN 18196 zu verfüllen. Dabei ist ein Verdichtungsgrad $D_{pr} \geq 100\%$ nachzuweisen. Alternativ kommt ein Verfüllen mit Beton in Frage.

6 BETONAGGRESSIVITÄT DES BAUGRUNDES

An jedem Standort wurden mehrere Einzelproben entnommen und zu einer Mischprobe zusammengeführt. Jede Mischprobe wurde anschließend auf betonaggressive Inhaltstoffe nach DIN 4030 untersucht. Im Sinne dieser DIN ist der Baugrund als nicht betonangreifend einzustufen. Der Prüfbericht ist in der Anlage 5 beigefügt.

7 HINWEISE ZU DEN KRANSTELLFLÄCHEN

Das Planum der Kranstellflächen wird im weichen und steifen Ton und Schluff zu liegen kommen, in denen die erforderliche Planumtragfähigkeit nicht gegeben ist. Bei Niederschlagseintrag nimmt die Tragfähigkeit noch weiter ab.

In Abhängigkeit von der Konsistenz bei der Bauausführung ist unterhalb der planmäßigen Tragschicht (i. d. R. 50 cm mächtig) ein Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von ≥ 30 cm erforderlich. Werden beim Herstellen des Planums weiche Böden angetroffen, sind diese mindestens 60 cm tief durch verdichtungsfähige Massen zu ersetzen.

Als Austauschboden eignet sich Schotter der Körnung 0/32 bis 0/56 oder gebrochenes Hartgestein 0/100 – 0/200 mit stetiger Körnungslinie und einem Gehalt an Feinkorn $\leq 15\%$. Auf der Aushubsohle ist ein Vlies der Robustheitsklasse GRK 4 zu verlegen. Bei weichen Böden in der Aushubsohle ist auf dem Geotextil ein Geogitter mit einer Zugfestigkeit von mindestens 50 kN/m einzubauen.

Der Einbau des Bodenaustauschmaterials ist lagenweise, in Schichtdicken ≤ 30 cm (Schüttdicke) vorzunehmen. Auf der Oberfläche des Bodenaustausches ist ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MN/m² nachzuweisen.

In der Regel kann die Austauschmächtigkeit durch den Einbau eines Geogitters reduziert werden. Ein entsprechender Aufbau ist durch den Geotextilhersteller zu dimensionieren.

Bei Durchführung eines Bodenaustausches wird empfohlen, zur Fassung und Ableitung von Oberflächenwasser, das in der Kranstellfläche versickert und sich auf dem unterlagernden feinkornhaltigen Baugrund staut, im Planum Sickerstränge mit Anschluss an einen Pumpensumpf zu verlegen.

Alternativ zu einem Bodenaustausch ist eine Verbesserung des Planums mit Bindemittel in einer Mächtigkeit von mindestens 30 cm möglich. Stehen im Planum weiche Böden an, sind diese in einer Mächtigkeit von 60 cm (2-lagig) zu verbessern. Die Bindemittelart und die Bindemittelmenge sind entweder auf der Grundlage von Erfahrungswerten der ausführenden Firma oder einer Eignungsprüfung festzulegen.

Nach Durchführung der Planumsverbesserung wird mit einer 40 - 50 cm mächtigen Tragschicht der i. d. Regel auf der Oberfläche der Kranstellfläche erforderliche Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ erreicht.

Sofern zum Anlegen der Kranstellfläche ein Geländeauftrag erforderlich wird und die bindigen Aushubmassen verwendet werden sollen, sind die gesamten Auftragmassen mit Bindemittel zu verbessern.

8 HOMOGENBEREICHE

Der durch die Baumaßnahme berührte Baugrund wurde basierend auf den durchgeführten geotechnischen Untersuchungen in Homogenbereiche nach DIN 18300/2016 eingeteilt:

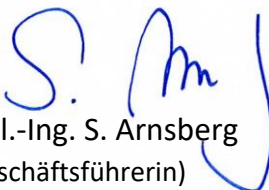
Tabelle 8a: Homogenbereich B (Boden)

Homogen- bereich Nr.		Zuordnungen	Einstufungen
B1		Ortsübliche Bezeichnung	Lehm
		Kornverteilung	Ton, sandig, kiesig
		Massenanteil Steine, Blöcke	< 5%
		Wichte	17 – 19 kN/m ³
		Wassergehalt	10 – 25 %
		Konsistenz	weich – halbfest
		Organischer Anteil	< 5 M.-%
		Bodengruppe n. DIN 18196	TL, TM, TA
B2		Ortsübliche Bezeichnung	Steine und Kiese
		Kornverteilung	X, G
		Massenanteil Steine, Blöcke	bis 70 %
		Wichte	19 – 20 kN/m ³
		Wassergehalt	10 – 20 %
		Lagerungsdichte	mitteldicht - dicht
		Organischer Anteil	< 3 M.-%
		Bodengruppe n. DIN 18196	-

Tabelle 8b: Homogenbereich X (Festgestein)

Homogen- bereich Nr.		Zuordnungen	Einstufungen
X1 ¹⁾	Zv	Geologische/ ortsübliche Bezeichnung	Tonstein und Schluffstein
		Benennung Beschreibung nach DIN EN ISO 14689-1	Festgestein sedimentär, geschichtet
		Trennflächenrichtung nach DIN EN ISO 14689-1 Trennflächenabstand	n.n.
		Druckfestigkeit nach DIN EN ISO 14689-1	gering - mäßig hoch
		Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689-1	veränderlich
		Verwitterungsstufe nach DIN EN ISO 14689-1	stark verwittert

WPW Geoconsult Südwest GmbH, Ramstein
kp/as



Dipl.-Ing. S. Arnsberg
(Geschäftsführerin)



M. Sc. K. Porebski
(Projektbearbeiter)

LEGENDE

ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

SCH	Schurf
BK	Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
BS	Kleinbohrung
GWM	Grundwassermeßstelle
DPL-5	Leichte Rammsonde DIN 4094 Spitzenquerschnitt 5 cm ²
DPL-10	Leichte Rammsonde DIN 4094 Spitzenquerschnitt 10 cm ²
DPM-A	Mittelschwere Rammsonde DIN 4094
DPH	Schwere Rammsonde DIN 4094

BODENARTEN

Auffüllung		A
Blöcke	mit Blöcken	Y y
Geschiebemergel	mergelig	Mg me
Kies	kiesig	G g
Mudde	organisch	F o
Sand	sandig	S s
Schluff	schluffig	U u
Steine	steinig	X x
Ton	tonig	T t
Torf	humos	H h



KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

KONSISTENZ

brg	breiig
wch	weich
stf	steif
hfst	halbfest
fst	fest
loc	locker
mdch	mitteldicht
dch	dicht
fstg	fest gelagert

KLÜFTUNG

kp	kompakt	ka0	außerordentlich engständige Klüftung
klü'	schwach klüftig	ka1	sehr engständige Klüftung
klü	klüftig	ka2	engständig
klü	stark klüftig	ka3	mittelständige Klüftung
klü	sehr stark klüftig	ka4	weitständige Klüftung
		ka5	sehr weitständige Klüftung

HÄRTE

h	hart	ha1	sehr geringe Härte
mh	mittelhart	ha2	geringe Härte
gh	geringhart	ha3	mäßig hohe Härte
brü	brüchig	ha4	hohe Härte
mü	mürbe	ha5	sehr hohe Härte
ha0	außerordentlich geringe Härte	ha6	außerordentlich hohe Härte

SCHICHTUNG

b	bankig	diba	dickbankig
pl	plattig	dba	dünnbankig
dipl	dickplattig	sm6	sehr dicke Schichtung
dpl	dünnplattig	sm5	dicke Schichtung
bl	blättrig	sm4	mittlere Schichtung
ma	massig	sm3	dünne Schichtung

BODENGRUPPE nach DIN 18196: UL z.B. = leicht plastische Schluffe

RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094

	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser	3.57 cm	3.56 cm	4.37 cm
Spitzenquerschnitt	5.00 cm ²	10.00 cm ²	15.00 cm ²
Gestängedurchmesser	2.20 cm	2.20 cm	3.20 cm
Rambbärgewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
Fallhöhe	50.00 cm	20.00 cm	50.00 cm

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

▽	Grundwasser angetroffen
▽	Grundwasser nach Beendigung des Aufschlusses
▽	Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch
▽	Schichtwasser angetroffen
■	Sonderprobe
⊠	Bohrkern
k.GW.	kein Grundwasser

FELSARTEN

Fels, allgemein	Z	ZZZ
Fels, verwittert	Zv	ZvZvZv
Granit	Gr	Z+Z
Kalkstein	Kst	ZIZ
Kongl., Brekzie	Gst	Z•Z
Mergelstein	Mst	ZIZ
Sandstein	Sst	Z•Z
Schluffstein	Ust	Z•Z
Tonstein	Tst	Z-Z

NEBENANTEILE

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

FEUCHTIGKEIT

f°	trocken
f'	schwach feucht
f	feucht
f̄	stark feucht
f̄	naß

ZERFALL

gstü	grobstückig
st	stückig
kstü	kleinstückig
gr	grusig

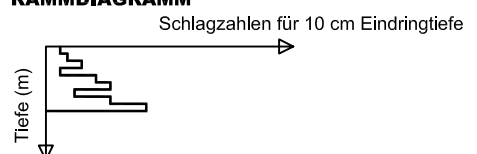
VERWITTERUNG

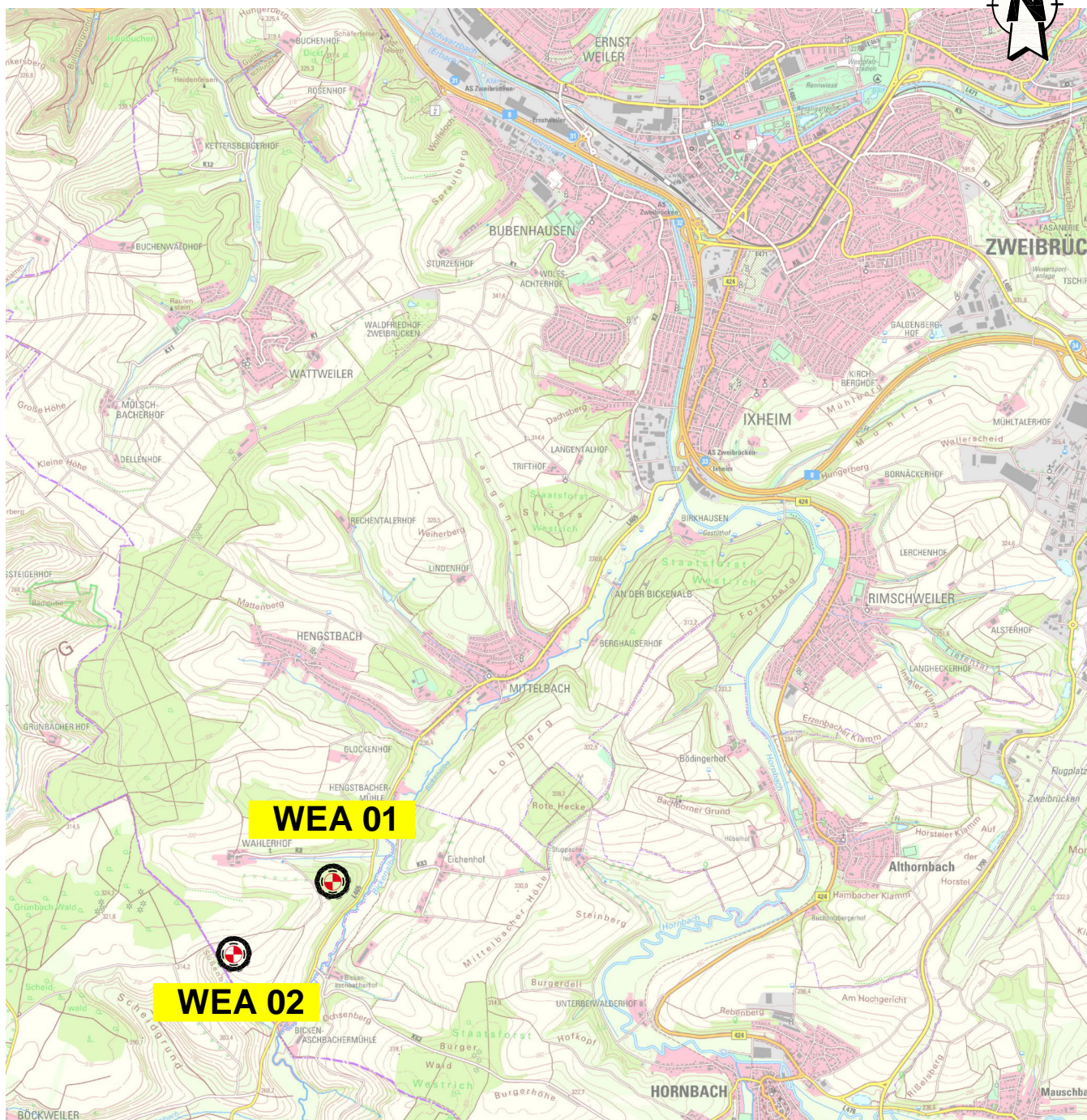
vo	frisch
v'	schwachverwittert
v	mäßig verwittert
v̄	stark verwittert
z	vollständig verwittert
zs	zersetzt

BOHRVERFAHREN

	Einfachkernrohr
	Doppelkernrohr DKH
	Doppelkernrohr DKD
	Verrohrung

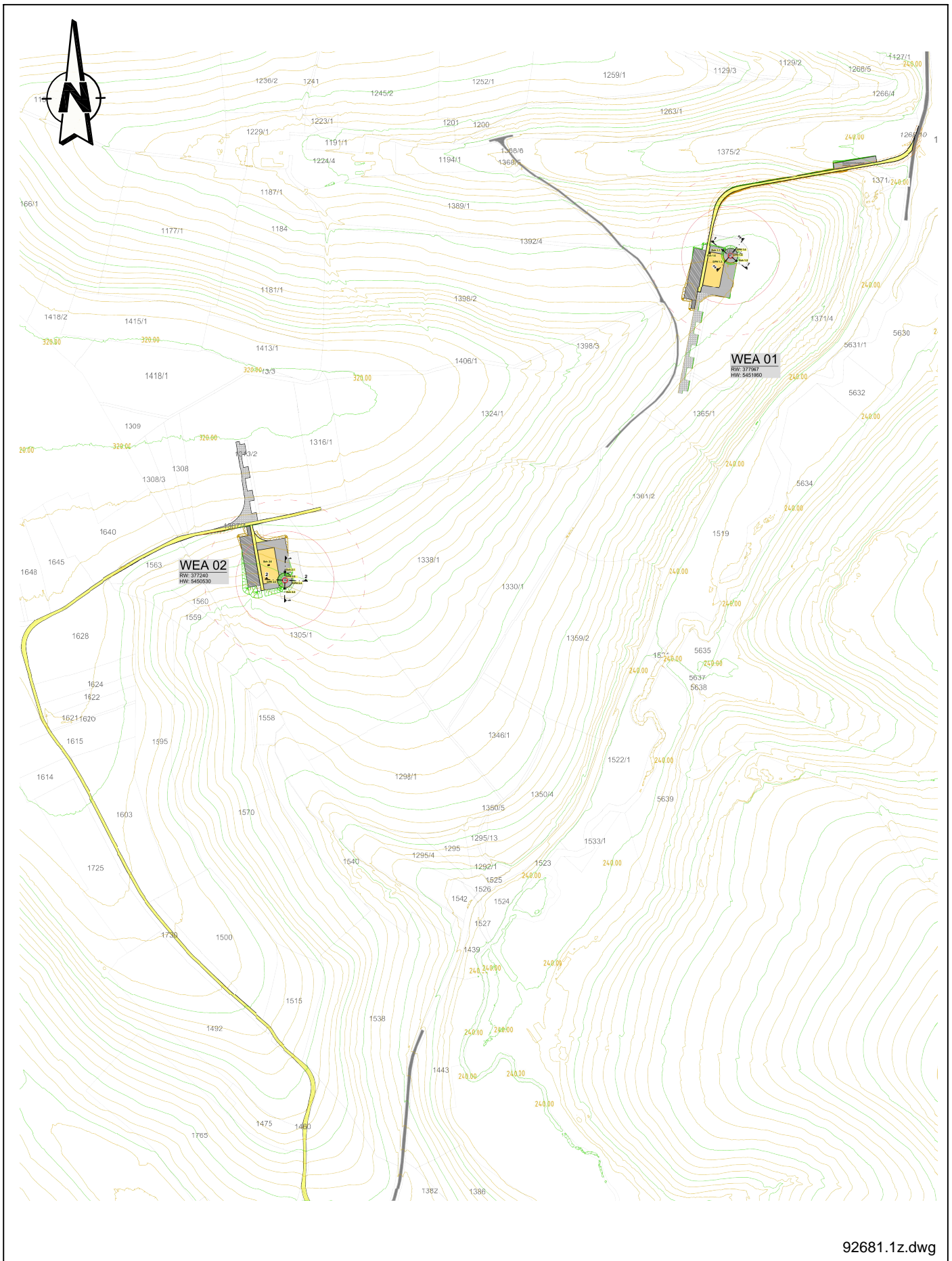
RAMMDIAGRAMM





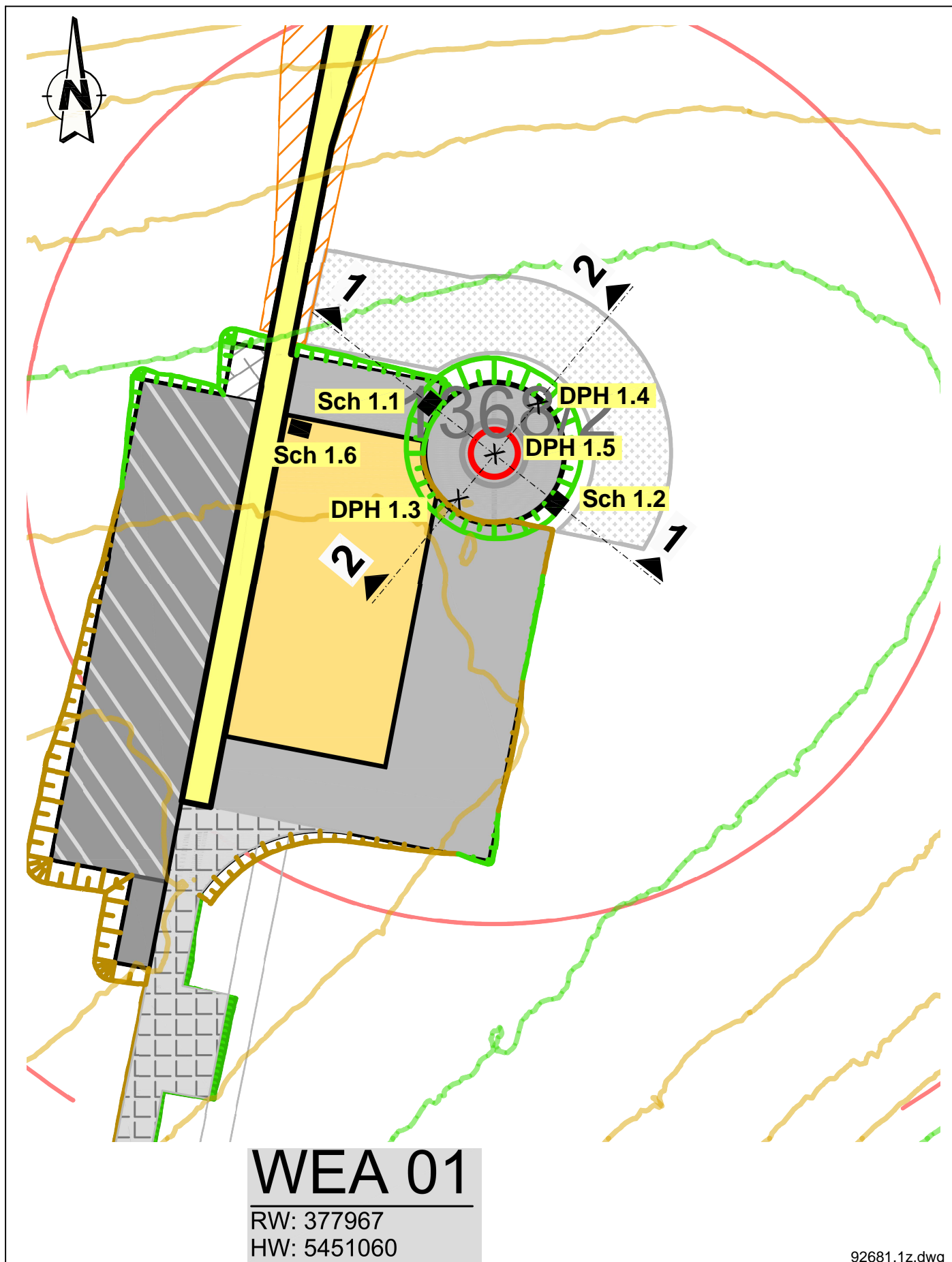
92681.1z.dwg

WPW Geoconsult Südwest Baugrund Hydrogeologie Umwelt 66877 Ramstein 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden 67061 Ludwigshafen	Bauvorhaben: Windpark Buchwald WEA 01, WEA 02 Planbezeichnung: Übersichtslageplan	Anlage: 1.1
		Maßstab: o. M.
		Projekt-Nr: 22.92681.1



92681.1z.dwg

WPW Geoconsult Südwest Baugrund Hydrogeologie Umwelt 66877 Ramstein 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden 67061 Ludwigshafen	Bauvorhaben: Windpark Buchwald WEA 01, WEA 01 Planbezeichnung: Übersichtslageplan	Anlage: 1.2 Maßstab: o. M. Projekt-Nr: 22.92681.1
---	---	---

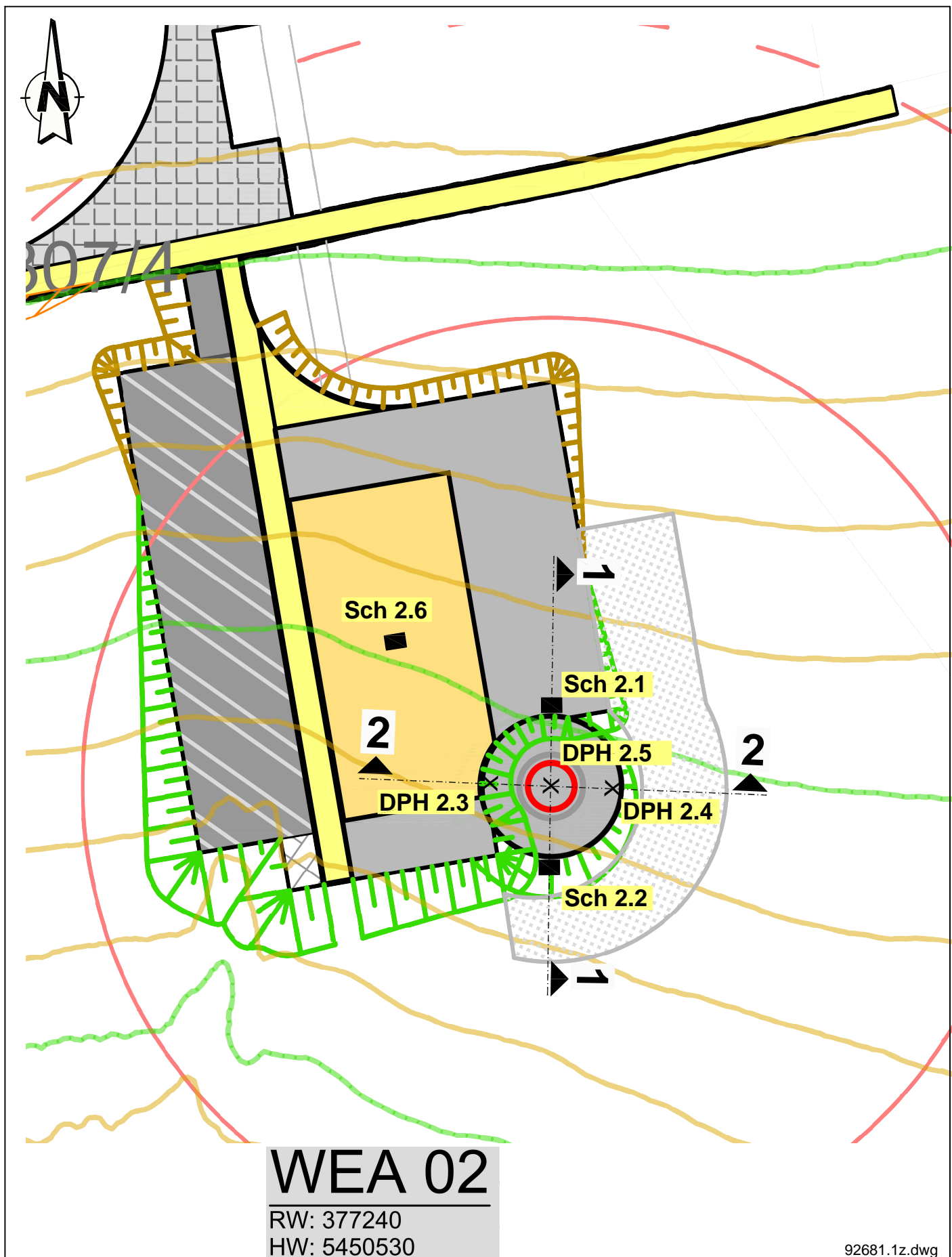


92681.1z.dwg

WPW Geoconsult Südwest
 Baugrund Hydrogeologie Umwelt
 66877 Ramstein
 68219 Mannheim
 65189 Wiesbaden
 67061 Ludwigshafen

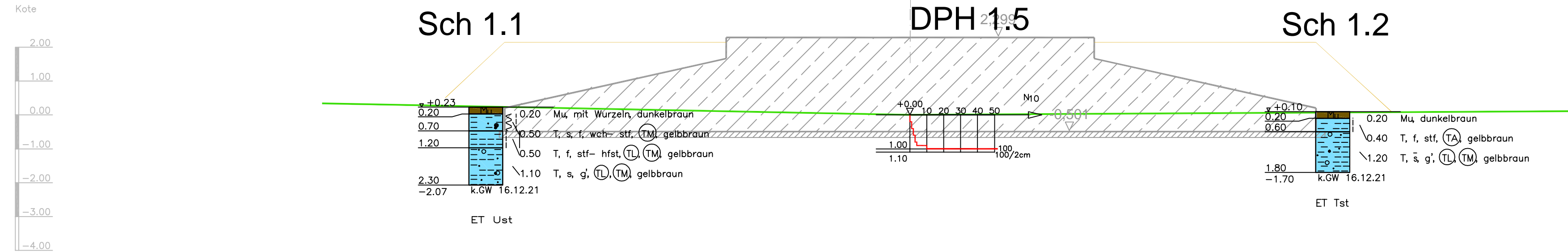
Bauvorhaben:
 Windpark Buchwald
 WEA 01
 Planbezeichnung:
 Übersichtslegeplan

Anlage:	1.3
Maßstab:	o. M.
Projekt-Nr:	22.92681.1

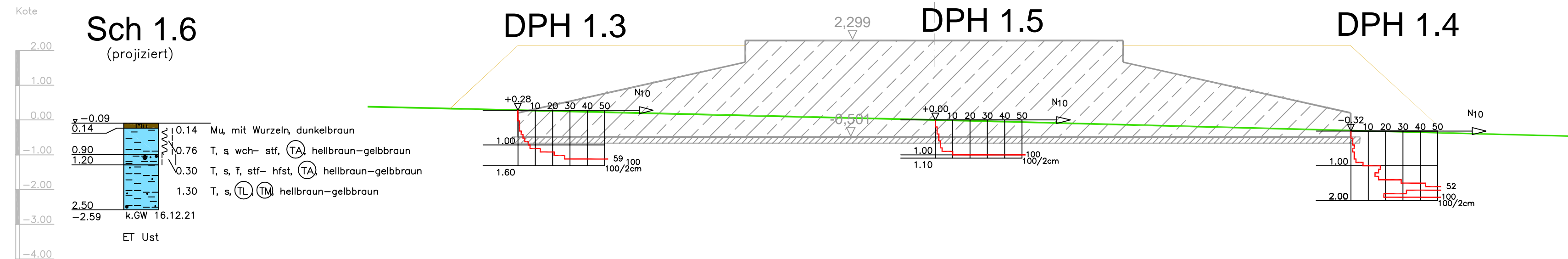


WPW Geoconsult Südwest Baugrund Hydrogeologie Umwelt 66877 Ramstein 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden 67061 Ludwigshafen	Bauvorhaben: Windpark Buchwald WEA 02		Anlage: 1.4
	Planbezeichnung: Übersichtslageplan		Maßstab: o. M.
			Projekt-Nr: 22.92681.1

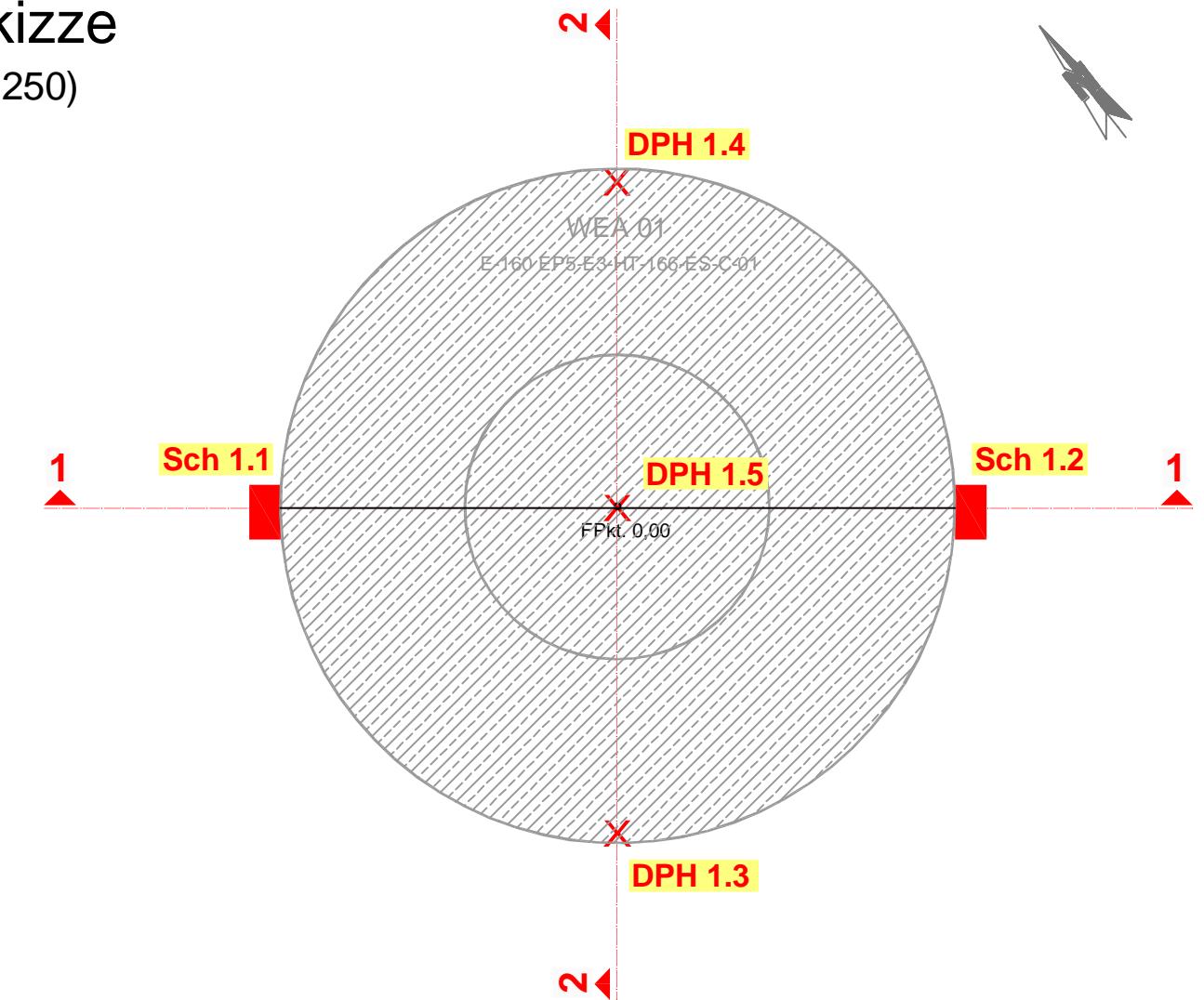
(M 1 : 100)




(M 1 : 100)

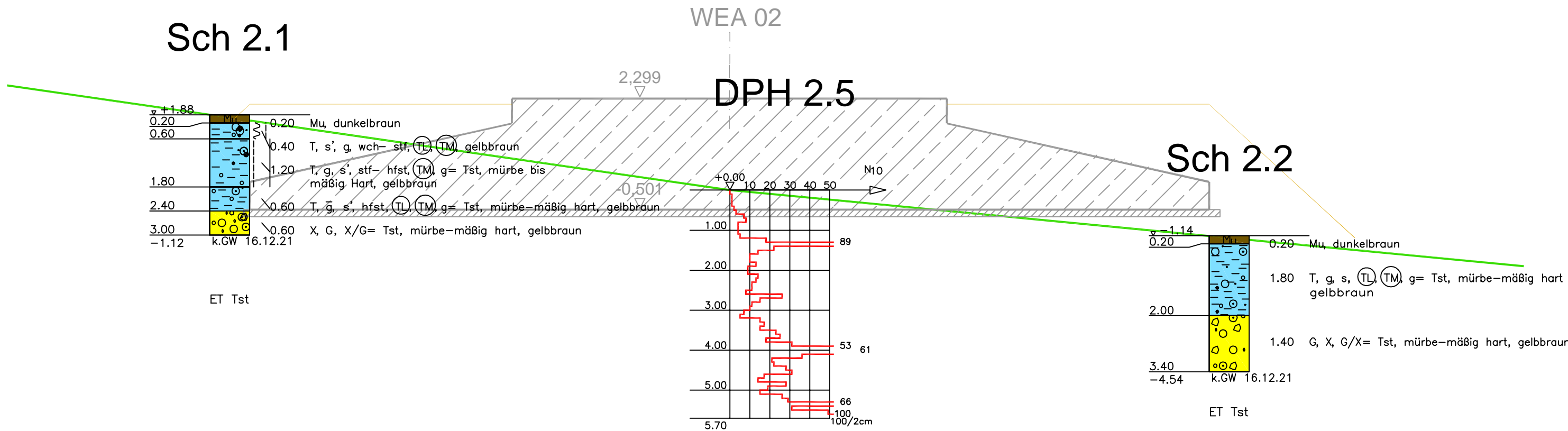


(M ca. 1 : 250)

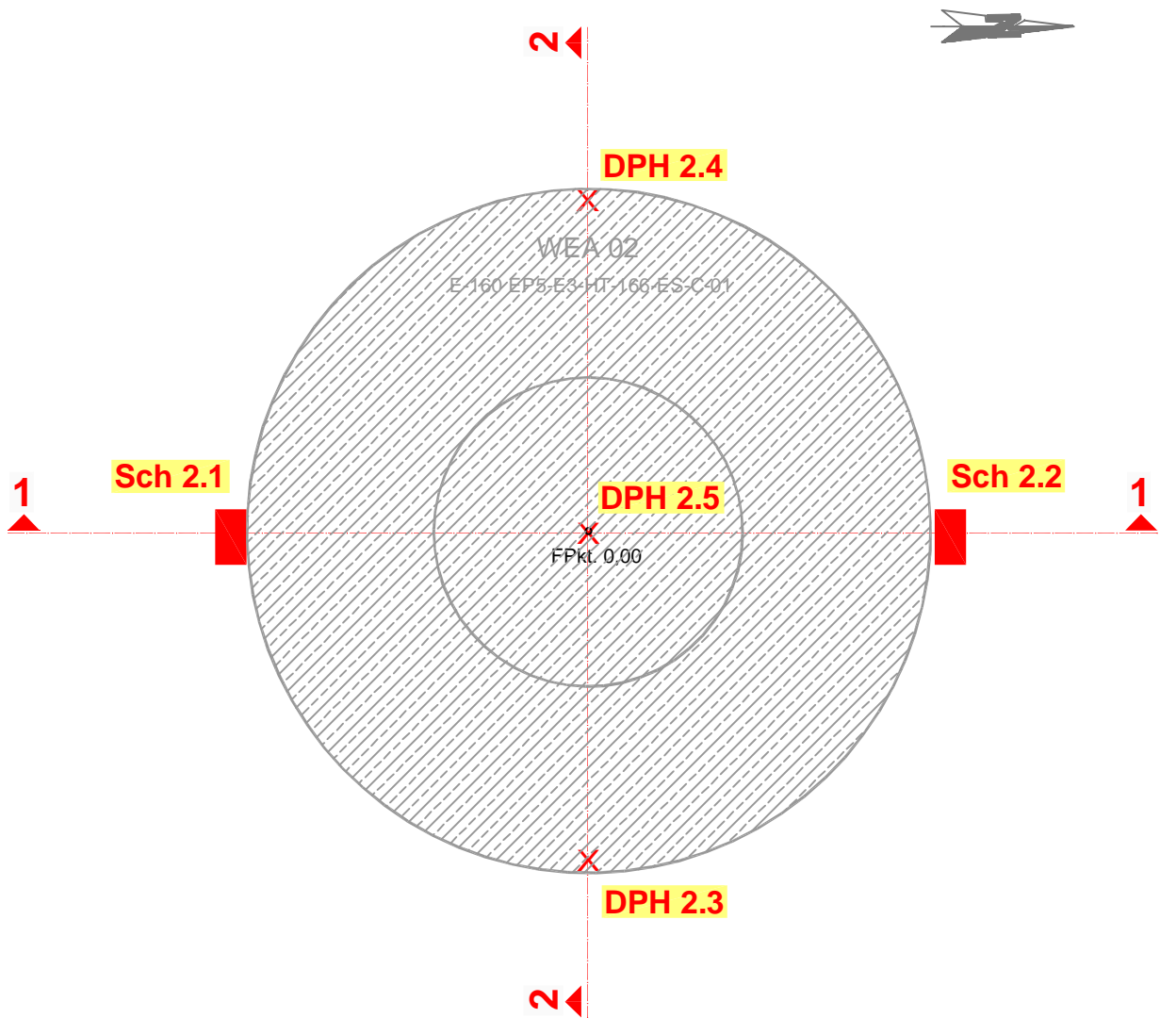


Index:	Änderungen:	Gesehen:	Datum:
Projekt: Windpark Buchwald WEA 01, Enercon E 160-EP5 E3-HT-166-ES-C-01			
Planbezeichnung: Schnitt 1 - 1, 2 - 2; Lageskizze			
Anlage Nr.: 2.1		Maßstab: 1 : 100; 1 : 250	
 WPW Geoconsult Südwest Baugrund Hydrogeologie Umwelt		Bearbeiter: K. Porebski	Datum:
		Gezeichnet: I. Monteiro	25.01.2022
		Geändert:	
		Datei: 92681.1z.dwg; Blatt: 297 x 740	
67061 Ludwigshafen 68219 Mannheim		68677 Ramstein-Msb. 65189 Wiesbaden	
Projekt-Nr.: 22.92681.1			

Schnitt 1 - 1
(M 1 : 100)



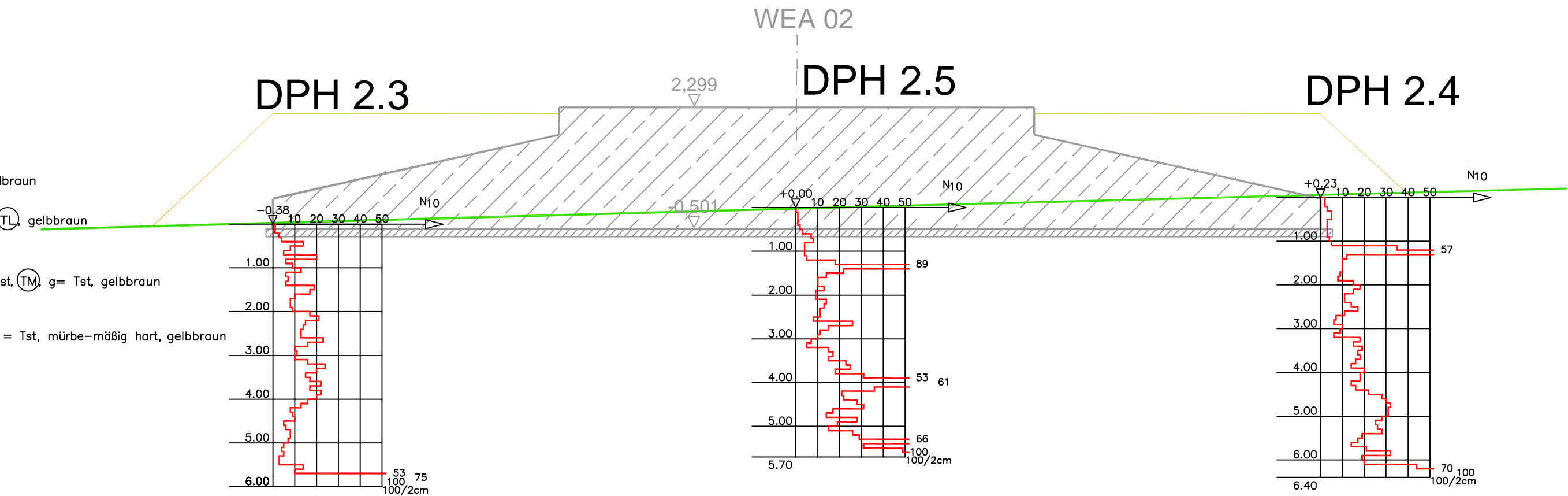
Lageskizze
(M ca. 1 : 250)



Schnitt 2 - 2
(M 1 : 100)






Sch 2.6
(projiziert)

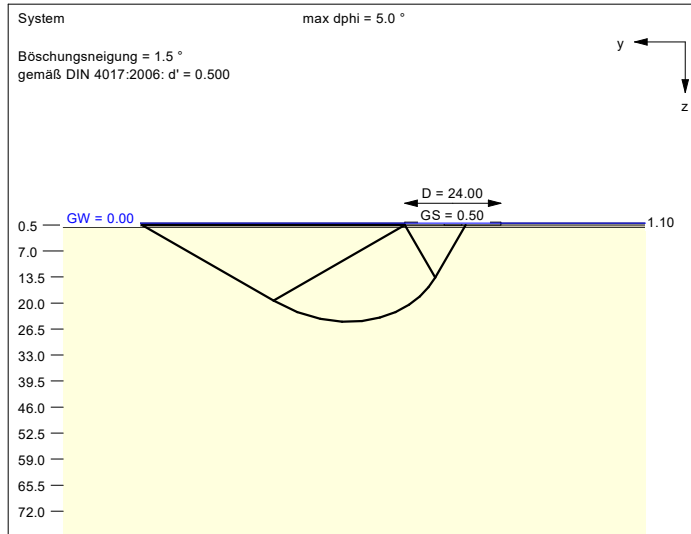


Sch 2.6

Index:	Änderungen:	Gesehen:	Datum:
Projekt: Windpark Buchwald WEA 02, Enercon E 160-EP5 E3-HT-166-ES-C-01			
Planbezeichnung: Schnitt 1 - 1, 2 - 2; Lageskizze			
Anlage Nr.: 2.2	Maßstab: 1 : 100; 1 : 250		
 Baugrund Hydrogeologie Umwelt 67061 Ludwigshafen 66877 Ramstein-Msb. 68219 Mannheim 65189 Wiesbaden	Bearbeiter:	K. Porebski	Datum:
	Gezeichnet:	I. Monteiro	25.01.2022
	Geändert:		
	Datei:	92681.1z.dwg; Blatt: 297 x 740	
Projekt-Nr.:		22.92681.1	

92681.1 Windpark Buchwald, WEA 01, BS-P, statisch

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	8.0	25.0	5.0	2.0	0.00	Lehm
	20.0	11.0	35.0	0.0	100.0	0.00	Bodenaustausch
	22.0	14.0	30.0	10.0	60.0	0.00	Festgestein, stark verwittert



Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 42975.00 / 0.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 960.00$ kN

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 136288.00$ kN·m

Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m

Durchmesser $D = 24.000$ m

Durchmesser (innen) $d = 4.400$ m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.000$ m

Exzentrizität $e_y = 0.000$ m

Resultierende im 1. Kern ($= 3.101$ m)

$a' = 21.245$ m

$b' = 21.245$ m

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = 0.000$ m

Exzentrizität $e_y = -3.171$ m

Resultierende im 2. Kern ($= 7.104$ m)

$a' = 15.160$ m

$b' = 19.873$ m

Grundbruch:

Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{Gr,k} / \sigma_{Gr,d} = 2072.8 / 1480.59$ kN/m²

$R_{m,k} = 624489.98$ kN

$R_{n,d} = 446064.27$ kN

$V_d = 1.35 \cdot 42975.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN

$V_d = 58016.25$ kN

μ (parallel zu y) = 0.130

cal $\phi = 30.1^\circ$

cal $c = 9.81$ kN/m²

cal $\gamma_2 = 13.88$ kN/m³

cal $\sigma_0 = 4.00$ kN/m²

cal $\beta = 0.00^\circ$

UK log. Spirale = 24.63 m u. GOK

Länge log. Spirale = 98.13 m

Fläche log. Spirale = 1234.62 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (y):

$N_{c0} = 30.39$; $N_{d0} = 18.62$; $N_{b0} = 10.21$

Formbeiwerte (y):

$v_c = 1.404$; $v_d = 1.383$; $v_b = 0.771$

Neigungsbeiwerte (y):

$i_c = 0.966$; $i_d = 0.968$; $i_b = 0.947$

Geländeneigungsbeiwerte (y):

$\lambda_c = 1.000$; $\lambda_d = 1.000$; $\lambda_b = 1.000$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $l_0 = 13.04$ m u. GOK

Setzung (Mittel aller KPs) = 1.26 cm

Setzungen der KPs:

oben = 0.39 cm

unten = 2.12 cm

Verdrehung(x) (KP) = 1 : 1171.6

Drehfedersteifigkeit:

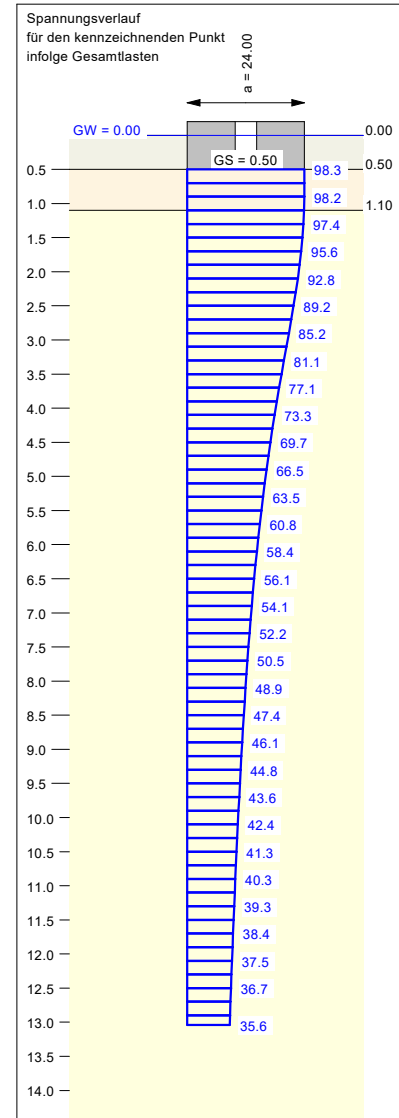
$k_{p,x} = 159669.7$ MN/m/rad

Nachweis EQU:

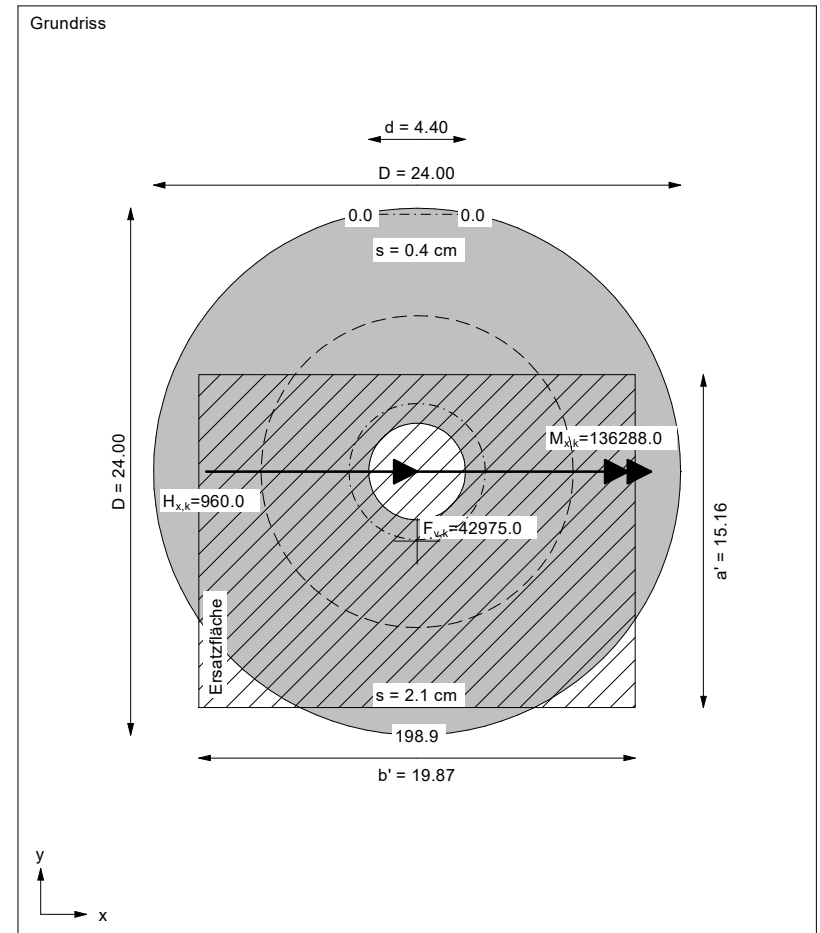
$M_{stb} = 42975.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 464130.0$

$M_{dst} = 136288.0 \cdot 1.50 = 204432.0$




$\mu_{EQU} = 204432.0 / 464130.0 = 0.440$

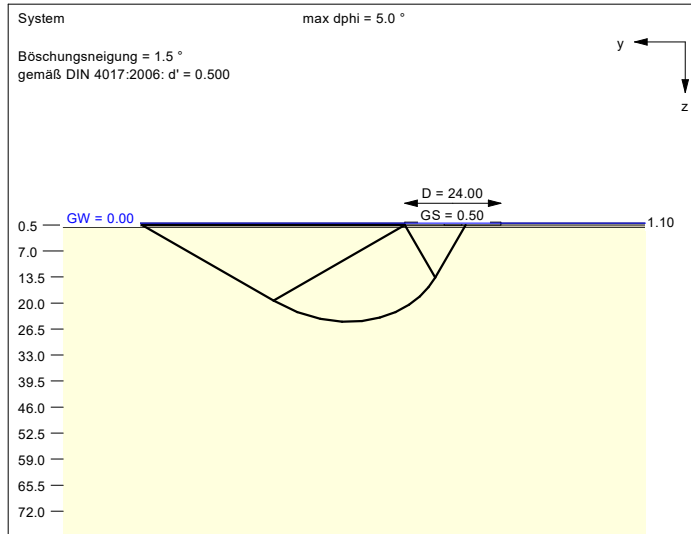


Berechnungsgrundlagen:	$\gamma_{G, \text{stb}} = 0.90$
92443.1	$\gamma_{G, \text{dst}} = 1.50$
Norm: EC 7	Gründungssohle = 0.50 m
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006	Grundwasser = 0.00 m
Teilsicherheitskonzept (EC 7)	Böschungsneigung = 1.5 °
$\gamma_{R_v} = 1.40$	Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
$\gamma_G = 1.35$	— — — — 1. Kernweite
$\gamma_Q = 1.50$	— — — — 2. Kernweite
Grenz Zustand EQU:	
$\gamma_{G, \text{dst}} = 1.10$	



92681.1 Windpark Buchwald, WEA 01, BS-P, dynamisch

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	8.0	25.0	5.0	40.0	0.00	Lehm
	20.0	11.0	35.0	0.0	300.0	0.00	Bodenaustausch
	22.0	14.0	30.0	10.0	240.0	0.00	Festgestein, stark verwittert



Ergebnisse Einzelfundament:

Lasten = ständig / veränderlich

Vertikallast $F_{v,k} = 42975.00 / 0.00 \text{ kN}$

Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 960.00 \text{ kN}$

Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}$

Moment $M_{x,k} = 0.00 / 136288.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Durchmesser D = 24.000 m

Durchmesser (innen) d = 4.400 m

Unter ständigen Lasten:

Exzentrizität $e_x = 0.000 \text{ m}$

Exzentrizität $e_y = 0.000 \text{ m}$

Resultierende im 1. Kern ($= 3.101 \text{ m}$)

$a' = 21.245 \text{ m}$

$b' = 21.245 \text{ m}$

Unter Gesamtlasten:

Exzentrizität $e_x = 0.000 \text{ m}$

Exzentrizität $e_y = -3.171 \text{ m}$

Resultierende im 2. Kern ($= 7.104 \text{ m}$)

$a' = 15.160 \text{ m}$

$b' = 19.873 \text{ m}$

Grundbruch:

Durchstanzen untersucht,
aber nicht maßgebend.

Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$

$\sigma_{Gr,k} / \sigma_{Gr,d} = 2072.8 / 1480.59 \text{ kN/m}^2$

$R_{m,k} = 624489.98 \text{ kN}$

$R_{m,d} = 446064.27 \text{ kN}$

$V_d = 1.35 \cdot 42975.00 + 1.50 \cdot 0.00 \text{ kN}$

$V_d = 58016.25 \text{ kN}$

μ (parallel zu y) = 0.130

$\text{cal } \varphi = 30.1^\circ$

$\text{cal } c = 9.81 \text{ kN/m}^2$

$\text{cal } \gamma_2 = 13.88 \text{ kN/m}^3$

$\text{cal } \sigma_0 = 4.00 \text{ kN/m}^2$

$\text{cal } \beta = 0.00^\circ$

UK log. Spirale = 24.63 m u. GOK

Länge log. Spirale = 98.13 m

Fläche log. Spirale = 1234.62 m²

Tragfähigkeitsbeiwerte (y):

$N_{c0} = 30.39$; $N_{d0} = 18.62$; $N_{b0} = 10.21$

Formbeiwerte (y):

$v_c = 1.404$; $v_d = 1.383$; $v_b = 0.771$

Neigungsbeiwerte (y):

$i_c = 0.966$; $i_d = 0.968$; $i_b = 0.947$

Geländeneigungsbeiwerte (y):

$\lambda_c = 1.000$; $\lambda_d = 1.000$; $\lambda_b = 1.000$

Setzung infolge Gesamtlasten:

Grenztiefe $l_g = 13.04 \text{ m u. GOK}$

Setzung (Mittel aller KPs) = 0.32 cm

Setzungen der KPs:

oben = 0.10 cm

unten = 0.54 cm

Verdrehung(x) (KP) = 1 : 4596.6

Drehfedersteifigkeit:

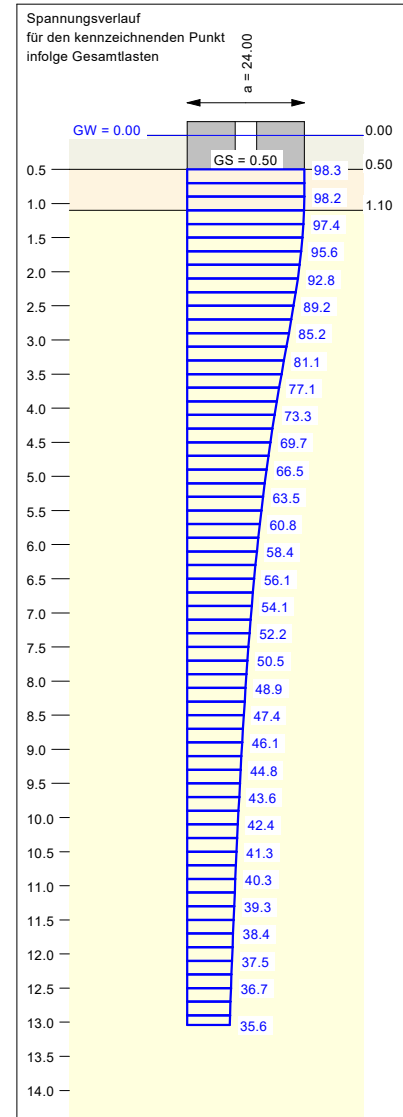
$k_{p,x} = 626457.2 \text{ MN/m/rad}$

Nachweis EQU:

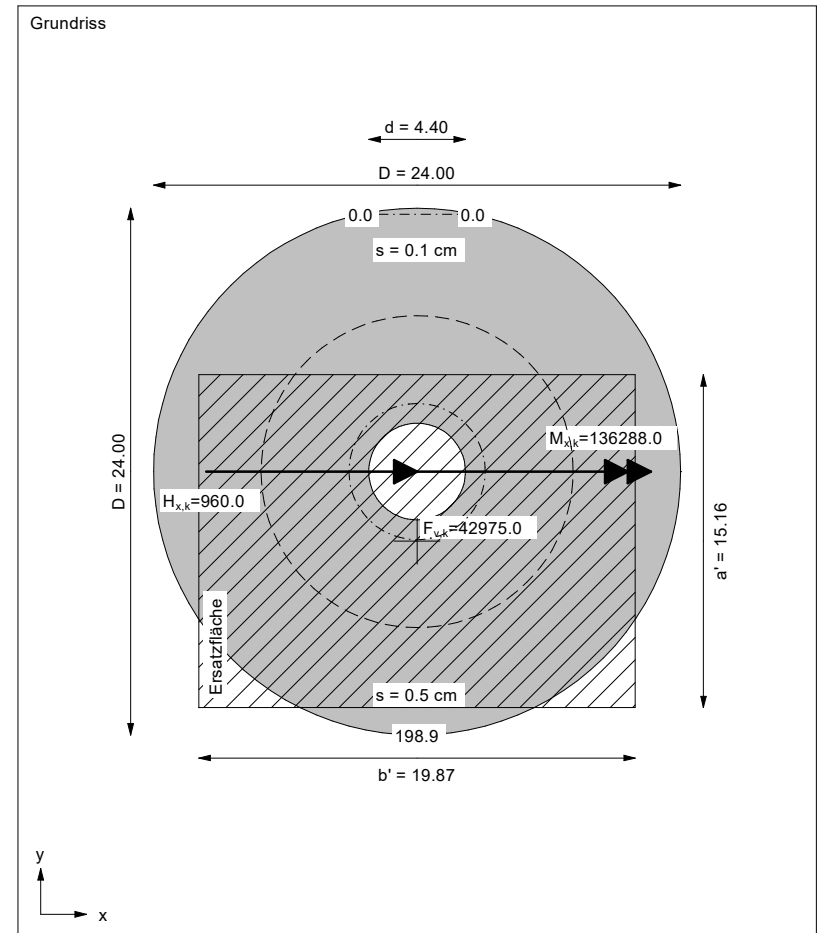
$M_{StB} = 42975.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 464130.0$

$M_{dst} = 136288.0 \cdot 1.50 = 204432.0$

$\mu_{EQU} = 204432.0 / 464130.0 = 0.440$

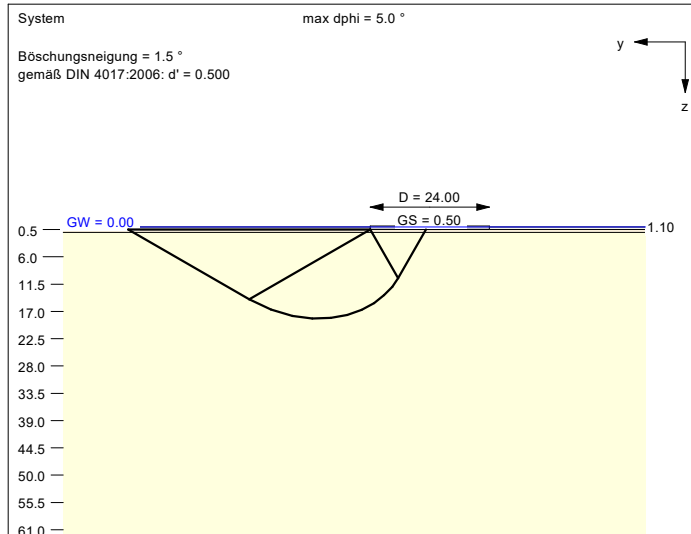


Berechnungsgrundlagen:	$\gamma_{G, \text{stb}} = 0.90$
92443.1	$\gamma_{G, \text{dst}} = 1.50$
Norm: EC 7	Gründungssohle = 0.50 m
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006	Grundwasser = 0.00 m
Teilsicherheitskonzept (EC 7)	Böschungsneigung = 1.5 °
$\gamma_{R_v} = 1.40$	Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
$\gamma_G = 1.35$	— — — — 1. Kernweite
$\gamma_Q = 1.50$	— — — — 2. Kernweite
Grenz Zustand EQU:	
$\gamma_{G, \text{dst}} = 1.10$	



92681.1 Windpark Buchwald, WEA 01, BS-A, dynamisch

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	8.0	25.0	5.0	40.0	0.00	Lehm
	20.0	11.0	35.0	0.0	300.0	0.00	Bodenaustausch
	22.0	14.0	30.0	10.0	240.0	0.00	Festgestein, stark verwittert

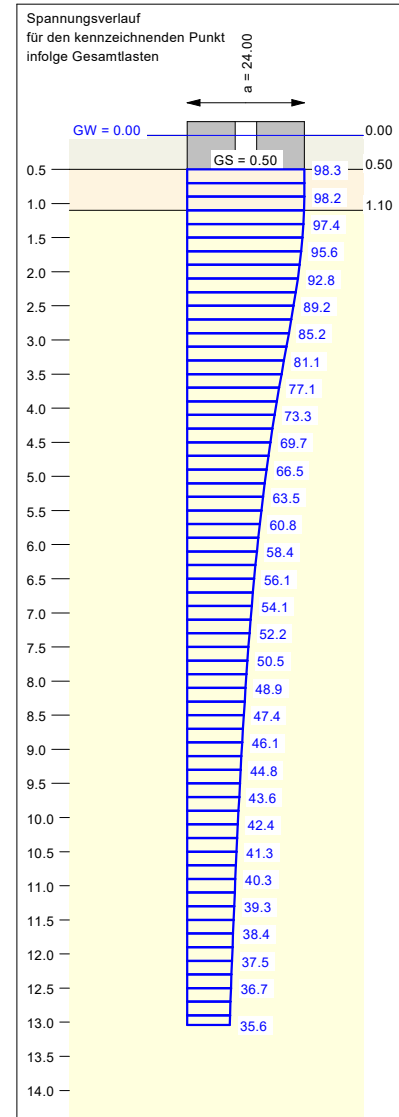


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikalkraft $F_{v,k} = 42975.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 2290.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 229712.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 24.000 m
 Durchmesser (innen) d = 4.400 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.101 m)
 $a' = 21.245$ m
 $b' = 21.245$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.345$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.104 m)
 $a' = 11.244$ m
 $b' = 18.153$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{G,k} / \sigma_{G,d} = 1597.1 / 1330.90$ kN/m²
 $R_{n,k} = 325983.32$ kN
 $R_{n,d} = 271652.76$ kN
 $V_d = 1.10 \cdot 42975.00 + 1.10 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 47272.50$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.174
 cal $\varphi = 30.1$ °
 cal c = 9.74 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 13.84$ kN/m³

cal $\sigma_0 = 4.00$ kN/m²
 cal $\beta = 0.00$ °
 UK log. Spirale = 18.42 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 72.92 m
 Fläche log. Spirale = 681.49 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{d0} = 30.47$; $N_{d0} = 18.69$; $N_{b0} = 10.27$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.329$; $v_d = 1.311$; $v_b = 0.814$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.923$; $i_d = 0.927$; $i_b = 0.878$
 Geländeneigungsbeiwerte (y):
 $\lambda_c = 1.000$; $\lambda_d = 1.000$; $\lambda_b = 1.000$

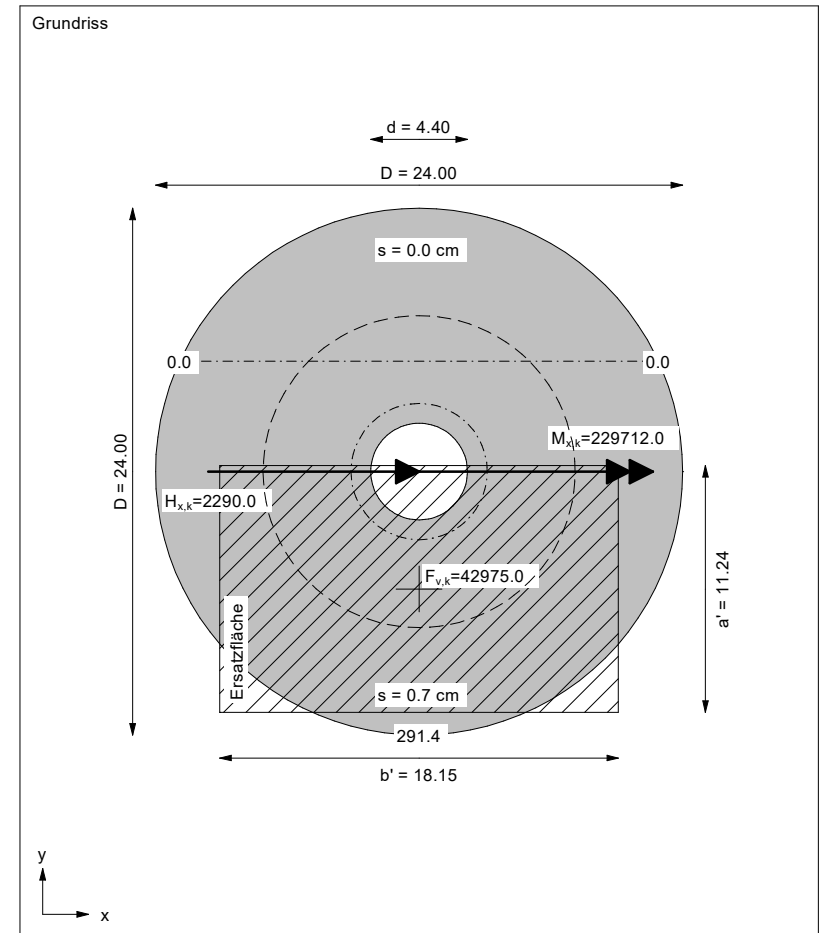
Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 13.04$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.38 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.03 cm
 unten = 0.73 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 2891.3
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{p,x} = 664166.4$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 42975.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.95 = 489915.0$
 $M_{dst} = 229712.0 \cdot 1.00 = 229712.0$
 $\mu_{EQU} = 229712.0 / 489915.0 = 0.469$






Berechnungsgrundlagen:
 92443.1
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.10$
 $\gamma_Q = 1.10$
 $\gamma_{G,dst} = 1.00$

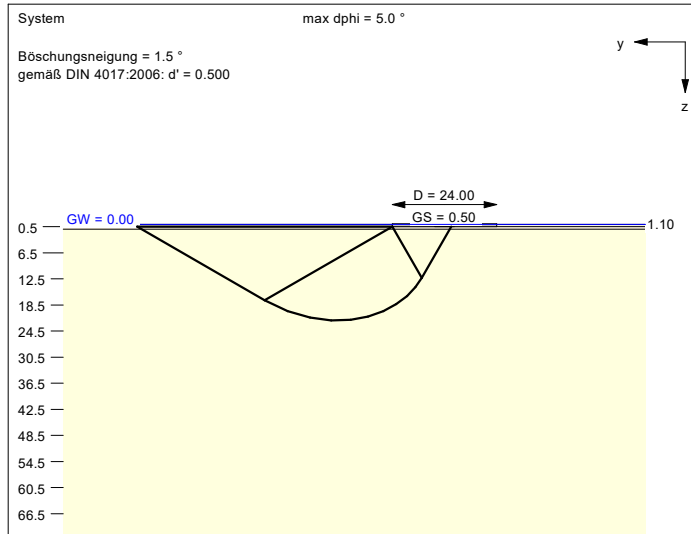
$\gamma_{G,stb} = 0.95$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.00$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Böschungsneigung = 1.5 °
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 - - - - 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite

Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.00$



92681.1 Windpark Buchwald, WEA 01, BS-T, statisch

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	8.0	25.0	5.0	2.0	0.00	Lehm
	20.0	11.0	35.0	0.0	100.0	0.00	Bodenaustausch
	22.0	14.0	30.0	10.0	60.0	0.00	Festgestein, stark verwittert

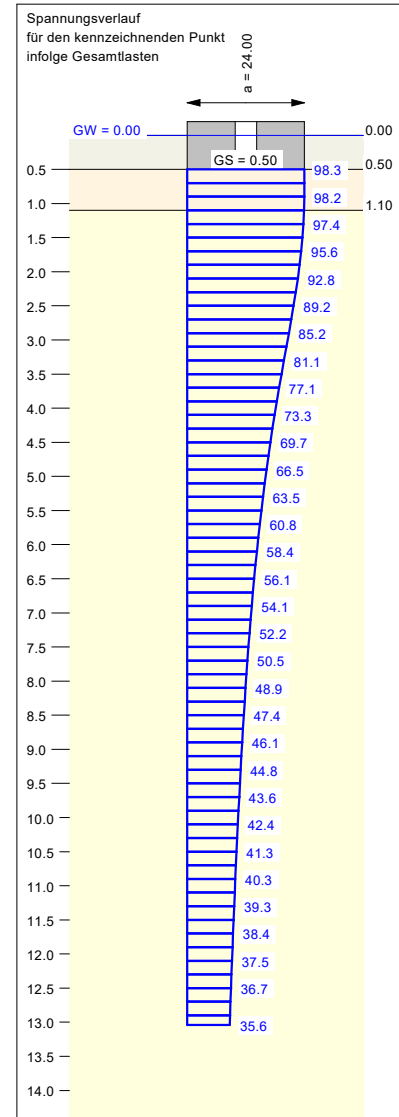


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = statisch / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 42975.00 / 0.00 \text{ kN}$
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1570.00 \text{ kN}$
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}$
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 174496.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 Durchmesser D = 24.000 m
 Durchmesser (innen) d = 4.400 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000 \text{ m}$
 Exzentrizität $e_y = 0.000 \text{ m}$
 Resultierende im 1. Kern ($= 3.101 \text{ m}$)
 $a' = 21.245 \text{ m}$
 $b' = 21.245 \text{ m}$
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000 \text{ m}$
 Exzentrizität $e_y = -4.060 \text{ m}$
 Resultierende im 2. Kern ($= 7.104 \text{ m}$)
 $a' = 13.538 \text{ m}$
 $b' = 19.255 \text{ m}$

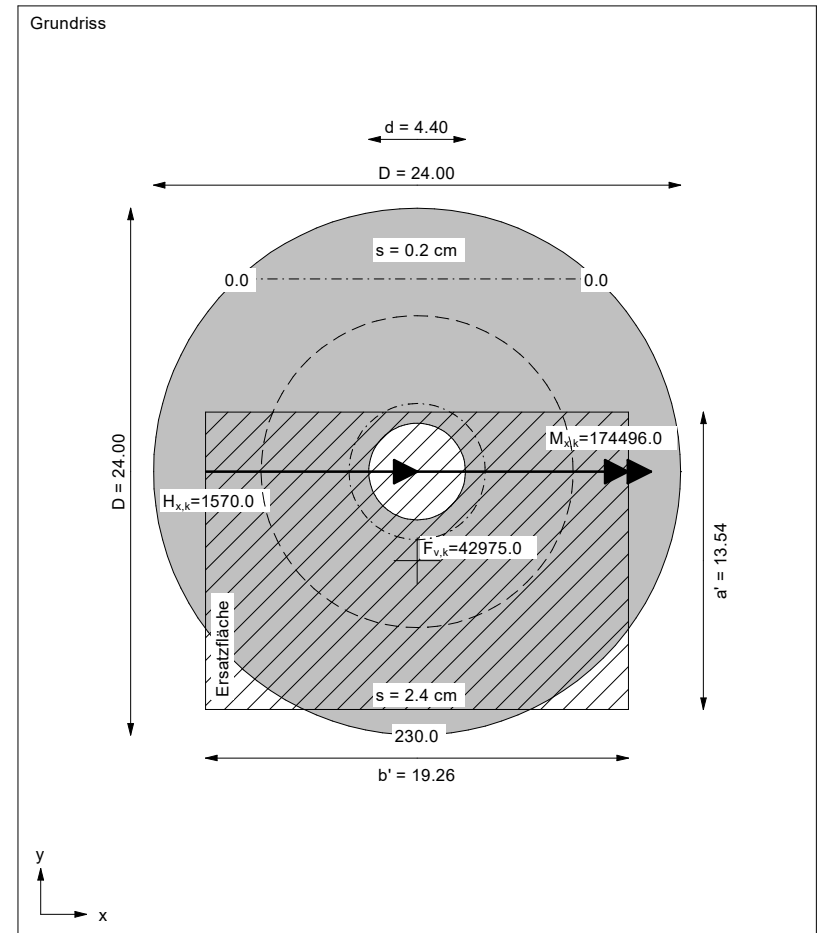
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.30$
 $\sigma_{0f,k} / \sigma_{0f,d} = 1867.9 / 1436.81 \text{ kN/m}^2$
 $R_{m,v} = 486922.75 \text{ kN}$
 $R_{m,d} = 374555.96 \text{ kN}$
 $V_d = 1.20 \cdot 42975.00 + 1.30 \cdot 0.00 \text{ kN}$
 $V_d = 51570.00 \text{ kN}$
 μ (parallel zu y) = 0.138
 $\text{cal } \phi = 30.1^\circ$
 $\text{cal } c = 9.78 \text{ kN/m}^2$
 $\text{cal } \gamma_2 = 13.87 \text{ kN/m}^3$

cal $\sigma_0 = 4.00 \text{ kN/m}^2$
 cal $\beta = 0.00^\circ$
 UK log. Spirale = 22.06 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 87.69 m
 Fläche log. Spirale = 985.78 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 30.41$; $N_{d0} = 18.64$; $N_{b0} = 10.23$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.373$; $v_d = 1.353$; $v_b = 0.789$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.946$; $i_d = 0.949$; $i_b = 0.914$
 Geländeneigungsbeiwerte (y):
 $\lambda_c = 1.000$; $\lambda_d = 1.000$; $\lambda_b = 1.000$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 13.04 \text{ m u. GOK}$
 Setzung (Mittel aller KPs) = 1.30 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.21 cm
 unten = 2.38 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 934.6
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 163080.0 \text{ MN/m/rad}$
 Nachweis EQU:
 $M_{asb} = 42975.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 464130.0$
 $M_{dst} = 174496.0 \cdot 1.25 = 218120.0$
 $\mu_{EQU} = 218120.0 / 464130.0 = 0.470$

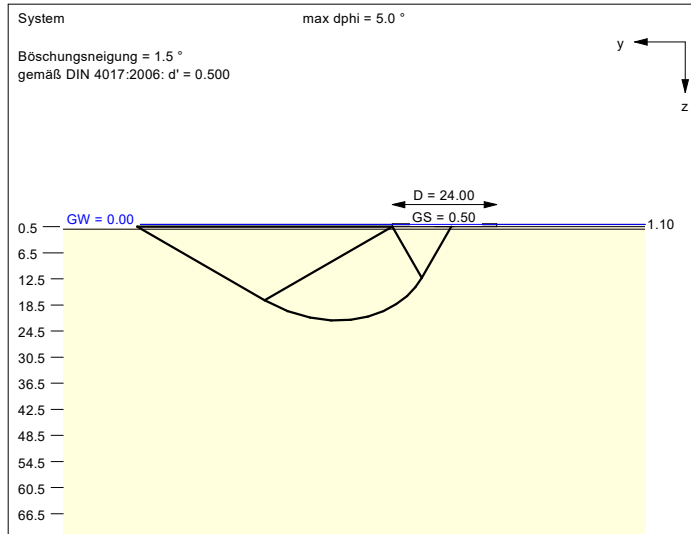


Berechnungsgrundlagen:	$\gamma_{G, \text{stb}} = 0.90$
92443.1	$\gamma_{G, \text{dst}} = 1.25$
Norm: EC 7	Gründungssohle = 0.50 m
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006	Grundwasser = 0.00 m
Teilsicherheitskonzept (EC 7)	Böschungsneigung = 1.5 °
$\gamma_{R_v} = 1.30$	Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
$\gamma_G = 1.20$	— — — — 1. Kernweite
$\gamma_G = 1.30$	— — — — 2. Kernweite
Grenz Zustand EQU:	
$\gamma_{G, \text{dst}} = 1.05$	



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	8.0	25.0	5.0	40.0	0.00	Lehm
	20.0	11.0	35.0	0.0	300.0	0.00	Bodenaustausch
	22.0	14.0	30.0	10.0	240.0	0.00	Festgestein, stark verwittert

92681.1 Windpark Buchwald, WEA 01, BS-T, dynamisch

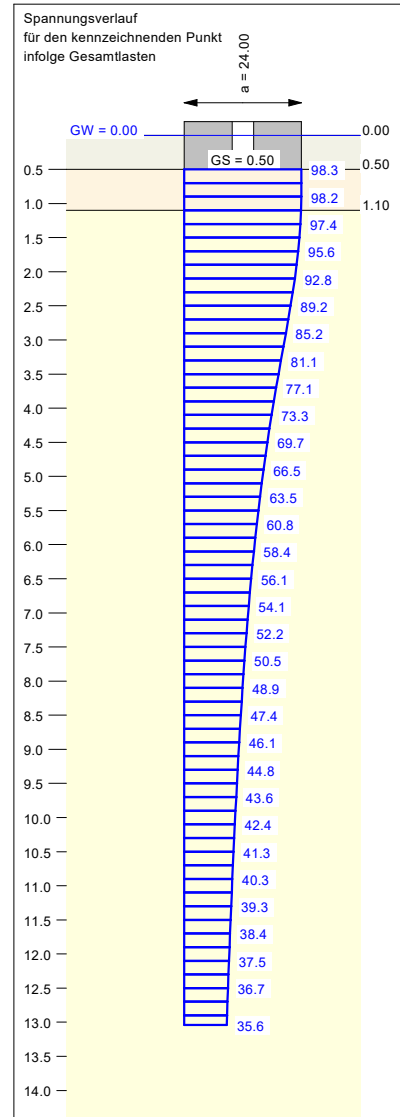


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikalkraft $F_{v,k} = 42975.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 1570.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 174496.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 24.000 m
 Durchmesser (innen) d = 4.400 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.101 m)
 $a' = 21.245$ m
 $b' = 21.245$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.060$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.104 m)
 $a' = 13.538$ m
 $b' = 19.255$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.30$
 $\sigma_{G,k} / \sigma_{G,d} = 1867.9 / 1436.81$ kN/m²
 $R_{n,k} = 486922.75$ kN
 $R_{n,d} = 374555.96$ kN
 $V_d = 1.20 \cdot 42975.00 + 1.30 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 51570.00$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.138
 cal $\varphi = 30.1^\circ$
 cal c = 9.78 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 13.87$ kN/m³

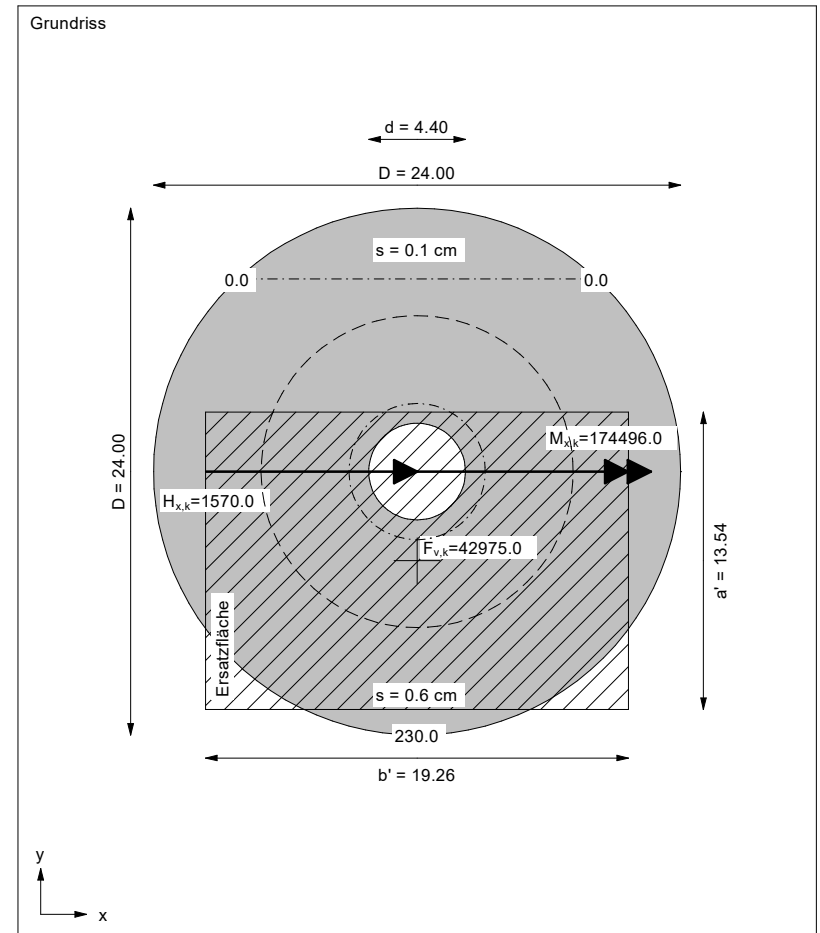
cal $\sigma_0 = 4.00$ kN/m²
 cal $\beta = 0.00^\circ$
 UK log. Spirale = 22.06 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 87.69 m
 Fläche log. Spirale = 985.78 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{d0} = 30.41$; $N_{d0} = 18.64$; $N_{b0} = 10.23$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.373$; $v_d = 1.353$; $v_b = 0.789$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.946$; $i_d = 0.949$; $i_b = 0.914$
 Geländeneigungsbeiwerte (y):
 $\lambda_c = 1.000$; $\lambda_d = 1.000$; $\lambda_b = 1.000$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 13.04$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.33 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.05 cm
 unten = 0.61 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 3667.9
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{p,x} = 640030.1$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 42975.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 464130.0$
 $M_{dst} = 174496.0 \cdot 1.25 = 218120.0$
 $\mu_{EQU} = 218120.0 / 464130.0 = 0.470$



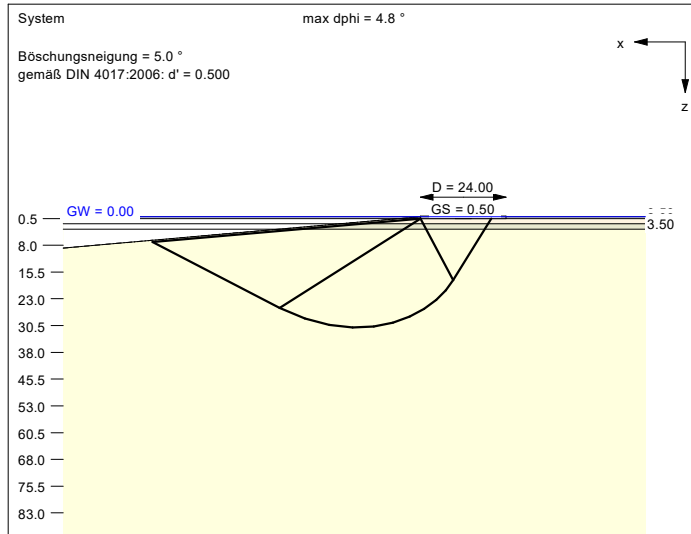
Berechnungsgrundlagen:
 92443.1
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.30$
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.05$

$\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.25$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Böschungsneigung = 1.5 °
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 - - - - 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



92681.1 Windpark Buchwald, WEA 02, BS-P, statisch

Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	17.0	8.0	25.0	5.0	2.0	0.00	Lehm
	20.0	11.0	35.0	0.0	100.0	0.00	Bodenaustausch
	20.0	10.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Steine und Kiese
	22.0	14.0	30.0	10.0	60.0	0.00	Festgestein, stark verwittert

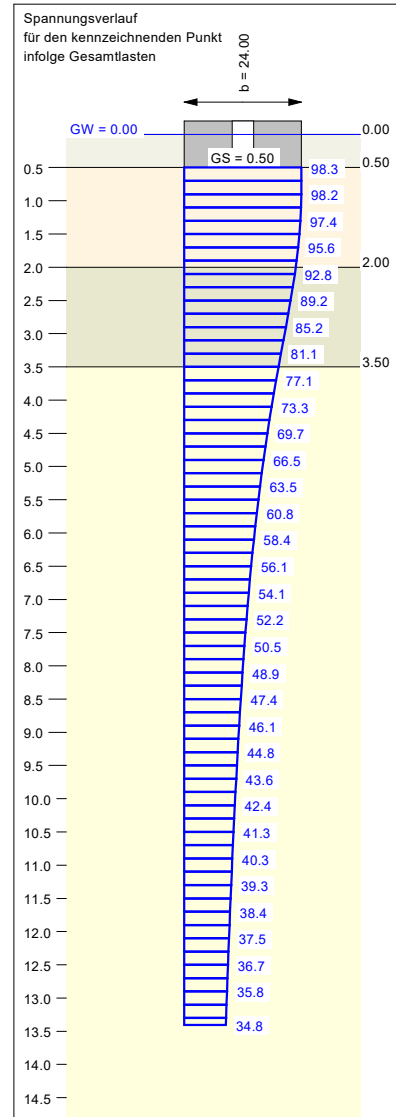


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikalkraft $F_{v,k} = 42975.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 960.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 136288.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 24.000 m
 Durchmesser (innen) d = 4.400 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.101 m)
 $a' = 21.245$ m
 $b' = 21.245$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -3.171$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.104 m)
 $a' = 15.160$ m
 $b' = 19.873$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{G,k} / \sigma_{G,d} = 2064.8 / 1474.88$ kN/m²
 $R_{n,k} = 622079.31$ kN
 $R_{n,d} = 444342.36$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 42975.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 58016.25$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.131
 cal $\varphi = 30.2^\circ$
 cal c = 9.69 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 13.78$ kN/m³

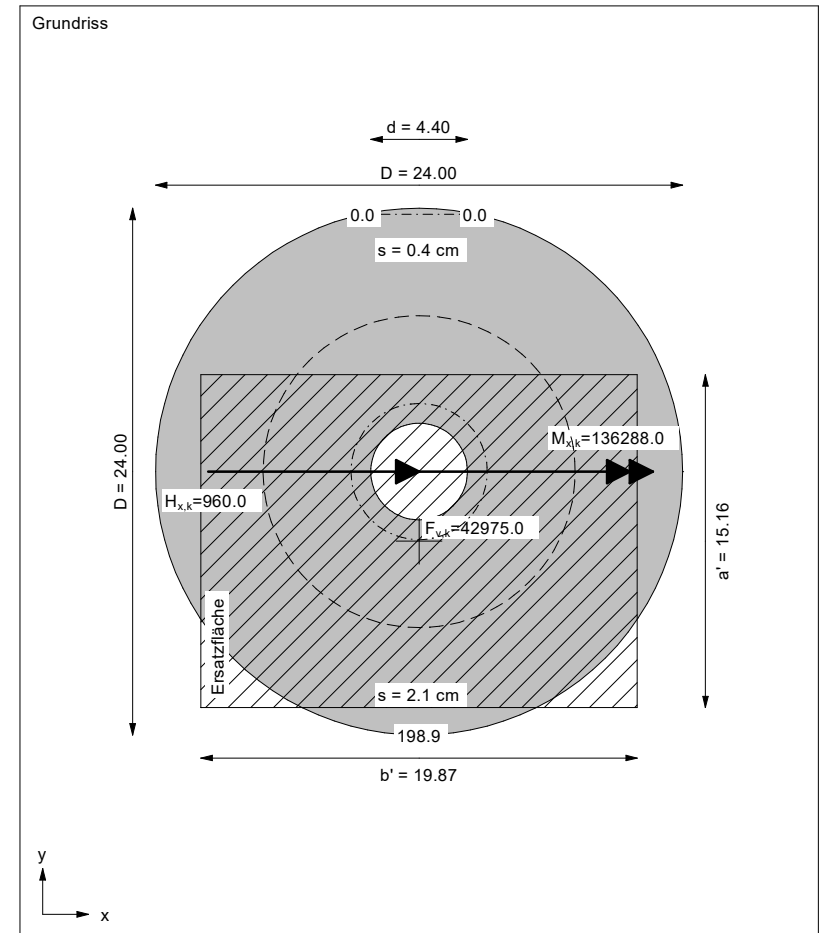
cal $\sigma_0 = 6.08$ kN/m²
 cal $\beta = 5.00^\circ$
 UK log. Spirale = 31.03 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 114.32 m
 Fläche log. Spirale = 1749.70 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 30.53$; $N_{d0} = 18.74$; $N_{b0} = 10.31$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.405$; $v_d = 1.383$; $v_b = 0.771$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.966$; $i_d = 0.968$; $i_b = 0.947$
 Geländeneigungsbeiwerte (x):
 $\lambda_c = 0.898$; $\lambda_d = 0.840$; $\lambda_b = 0.765$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_b = 13.41$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 1.26 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.40 cm
 unten = 2.12 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 1178.1
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 160554.8$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 42975.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 464130.0$
 $M_{dst} = 136288.0 \cdot 1.50 = 204432.0$
 $\mu_{EQU} = 204432.0 / 464130.0 = 0.440$



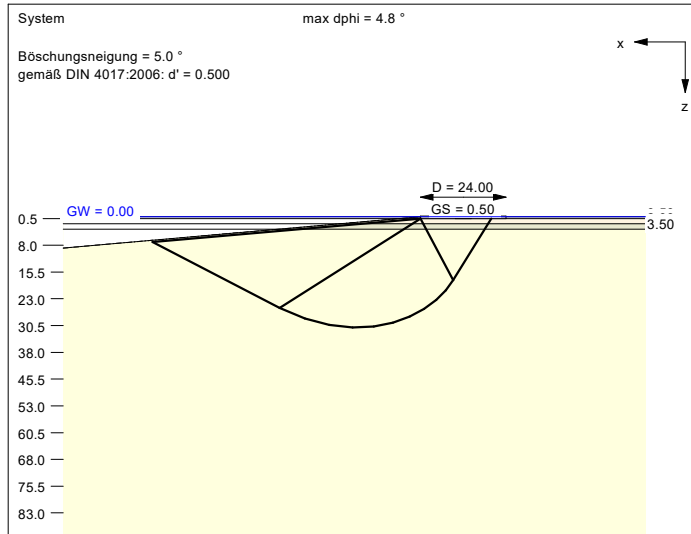
Berechnungsgrundlagen:
 92443.1
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Böschungsneigung = 5.0 °
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 --- 1. Kernweite
 --- 2. Kernweite



92681.1 Windpark Buchwald, WEA 02, BS-P, dynamisch

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	8.0	25.0	5.0	40.0	0.00	Lehm
	20.0	11.0	35.0	0.0	300.0	0.00	Bodenaustausch
	20.0	10.0	35.0	0.0	200.0	0.00	Steine und Kiese
	22.0	14.0	30.0	10.0	240.0	0.00	Festgestein, stark verwittert

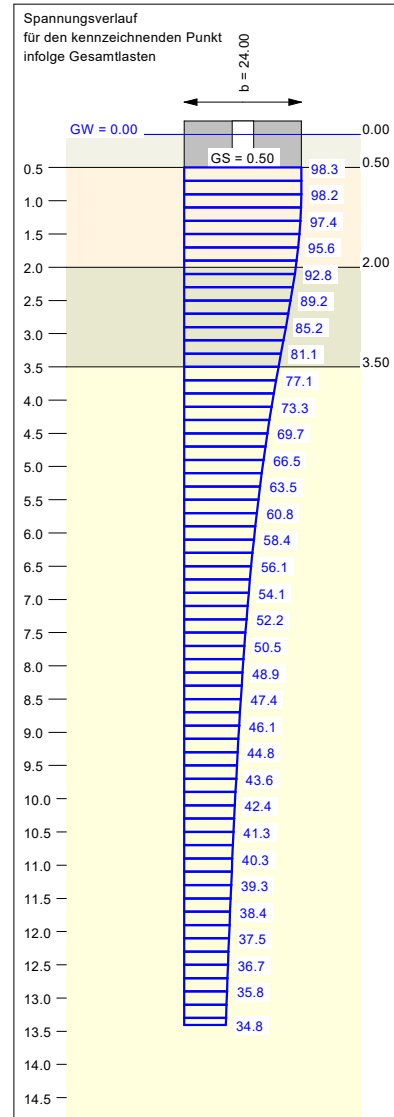


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikalkraft $F_{v,k} = 42975.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 960.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 136288.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 24.000 m
 Durchmesser (innen) d = 4.400 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.101 m)
 $a' = 21.245$ m
 $b' = 21.245$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -3.171$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.104 m)
 $a' = 15.160$ m
 $b' = 19.873$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{0,k} / \sigma_{0,d} = 2064.8 / 1474.88$ kN/m²
 $R_{n,k} = 622079.31$ kN
 $R_{n,d} = 444342.36$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 42975.00 + 1.50 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 58016.25$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.131
 cal $\varphi = 30.2^\circ$
 cal c = 9.69 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 13.78$ kN/m³

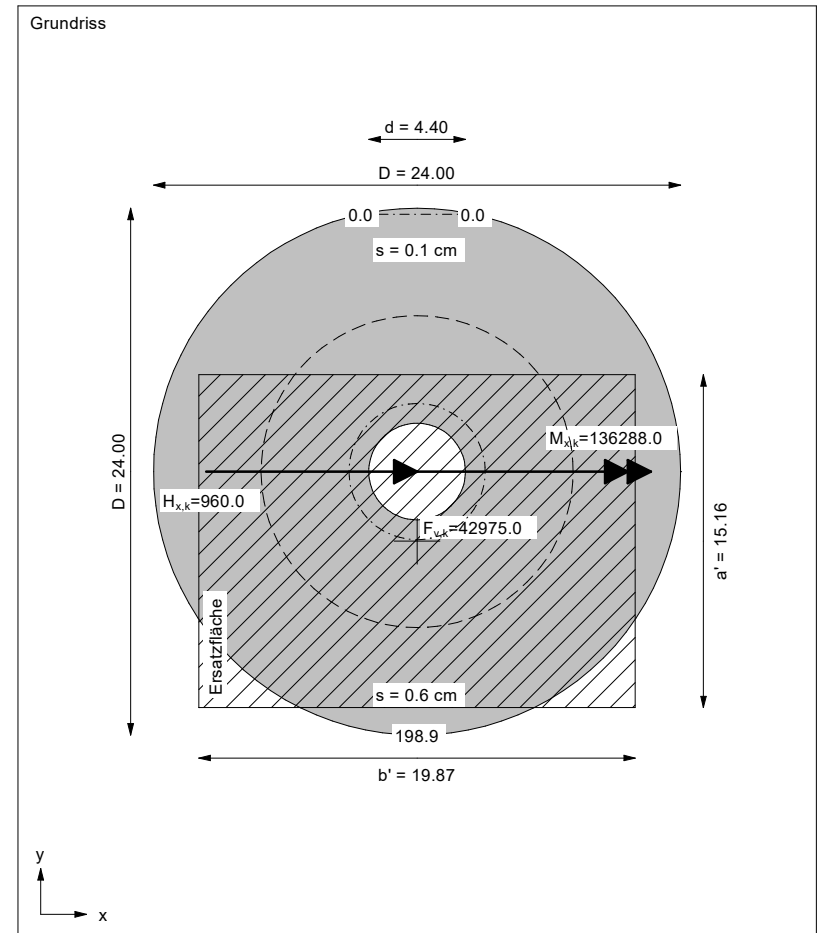
cal $\sigma_0 = 6.08$ kN/m²
 cal $\beta = 5.00^\circ$
 UK log. Spirale = 31.03 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 114.32 m
 Fläche log. Spirale = 1749.70 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{c0} = 30.53$; $N_{d0} = 18.74$; $N_{b0} = 10.31$
 Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.405$; $v_d = 1.383$; $v_b = 0.771$
 Neigungsbeiwerte (x):
 $i_c = 0.966$; $i_d = 0.968$; $i_b = 0.947$
 Geländeneigungsbeiwerte (x):
 $\lambda_c = 0.898$; $\lambda_d = 0.840$; $\lambda_b = 0.765$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_b = 13.41$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.33 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.10 cm
 unten = 0.55 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 4496.5
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,x} = 612812.5$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 42975.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 464130.0$
 $M_{dst} = 136288.0 \cdot 1.50 = 204432.0$
 $\mu_{EQU} = 204432.0 / 464130.0 = 0.440$



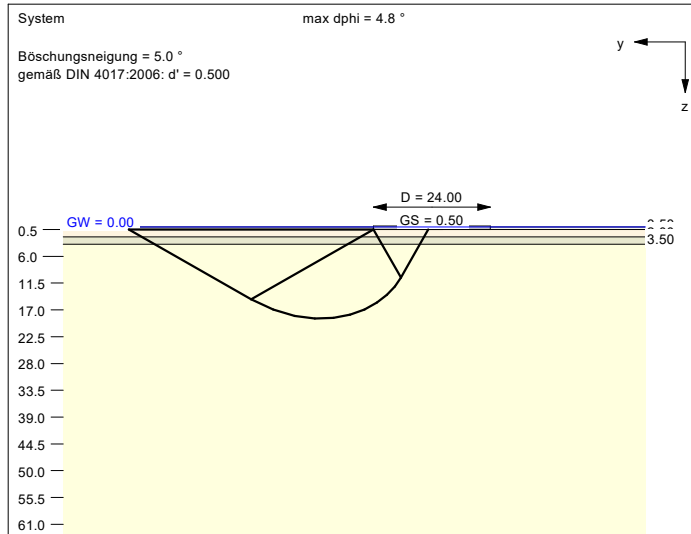
Berechnungsgrundlagen:
 92443.1
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$

$\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Böschungsneigung = 5.0 °
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 - - - - 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



92681.1 Windpark Buchwald, WEA 02, BS-A, dynamisch

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	8.0	25.0	5.0	40.0	0.00	Lehm
	20.0	11.0	35.0	0.0	300.0	0.00	Bodenaustausch
	20.0	10.0	35.0	0.0	200.0	0.00	Steine und Kiese
	22.0	14.0	30.0	10.0	240.0	0.00	Festgestein, stark verwittert

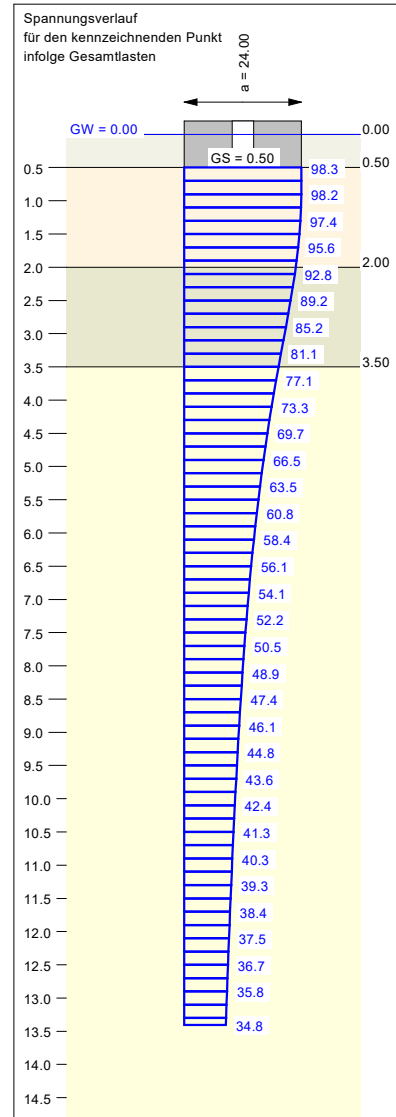


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 42975.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 2290.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 229712.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 24.000 m
 Durchmesser (innen) d = 4.400 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.101 m)
 $a' = 21.245$ m
 $b' = 21.245$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -5.345$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.104 m)
 $a' = 11.244$ m
 $b' = 18.153$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\sigma_{0,k} / \sigma_{0,d} = 1619.7 / 1349.77$ kN/m²
 $R_{n,k} = 330607.07$ kN
 $R_{n,d} = 275505.89$ kN
 $V_d = 1.10 \cdot 42975.00 + 1.10 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 47272.50$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.172
 cal $\varphi = 30.7^\circ$
 cal c = 8.72 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 13.15$ kN/m³

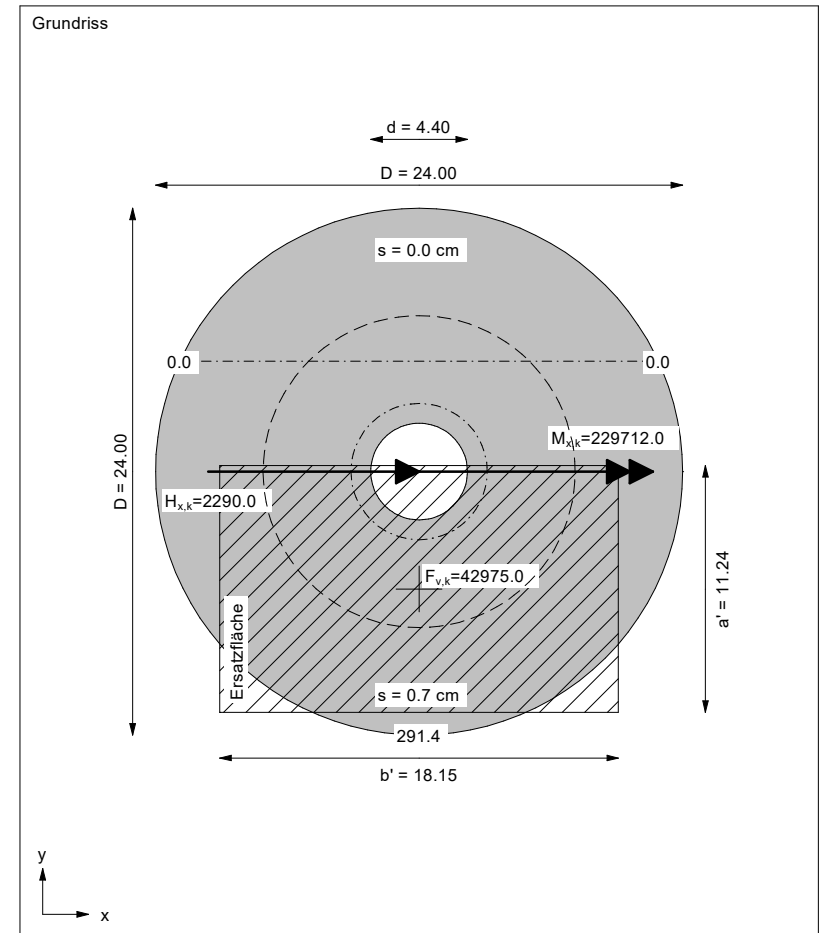
cal $\sigma_0 = 4.00$ kN/m²
 cal $\beta = 0.00^\circ$
 UK log. Spirale = 18.75 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 74.55 m
 Fläche log. Spirale = 710.02 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{d0} = 31.80$; $N_{d0} = 19.86$; $N_{b0} = 11.18$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.333$; $v_d = 1.316$; $v_b = 0.814$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.923$; $i_d = 0.927$; $i_b = 0.878$
 Geländeneigungsbeiwerte (y):
 $\lambda_c = 1.000$; $\lambda_d = 1.000$; $\lambda_b = 1.000$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 13.41$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.39 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.03 cm
 unten = 0.75 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 2826.6
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{p,x} = 649294.5$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 42975.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.95 = 489915.0$
 $M_{dst} = 229712.0 \cdot 1.00 = 229712.0$
 $\mu_{EQU} = 229712.0 / 489915.0 = 0.469$







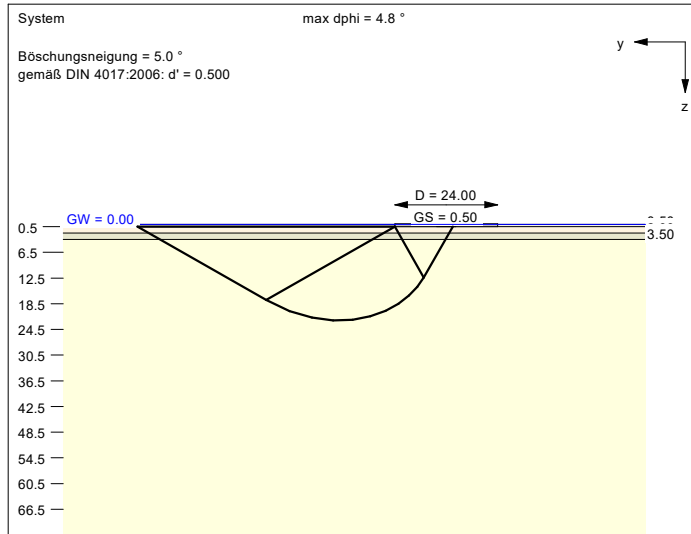
Berechnungsgrundlagen:
 92443.1
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.20$
 $\gamma_G = 1.10$
 $\gamma_Q = 1.10$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.00$

$\gamma_{G,stb} = 0.95$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.00$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Böschungsneigung = 5.0 °
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 - - - - 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



92681.1 Windpark Buchwald, WEA 02, BS-T, statisch

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	8.0	25.0	5.0	2.0	0.00	Lehm
	20.0	11.0	35.0	0.0	100.0	0.00	Bodenaustausch
	20.0	10.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Steine und Kiese
	22.0	14.0	30.0	10.0	60.0	0.00	Festgestein, stark verwittert

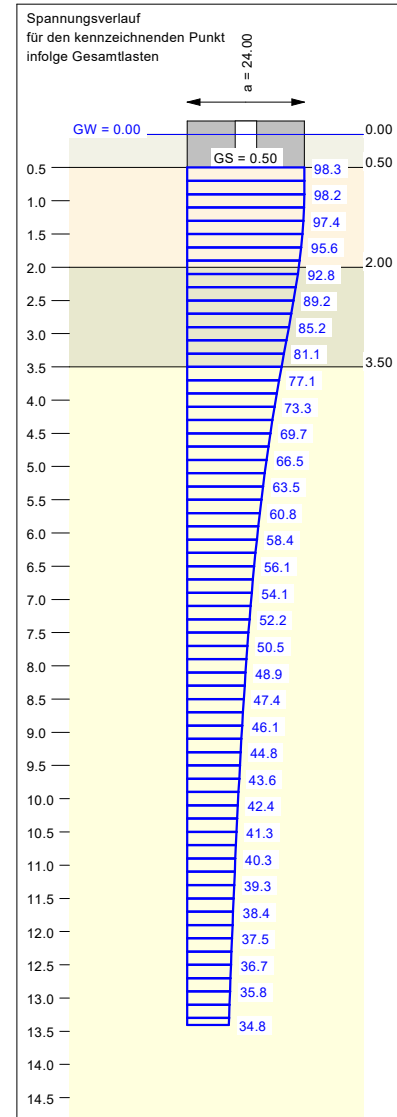


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikallast $F_{v,k} = 42975.00 / 0.00 \text{ kN}$
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 1570.00 \text{ kN}$
 Horizontalkraft $F_{h,x,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}$
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 174496.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 Durchmesser $D = 24.000 \text{ m}$
 Durchmesser (innen) $d = 4.400 \text{ m}$
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000 \text{ m}$
 Exzentrizität $e_y = 0.000 \text{ m}$
 Resultierende im 1. Kern ($= 3.101 \text{ m}$)
 $a' = 21.245 \text{ m}$
 $b' = 21.245 \text{ m}$
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000 \text{ m}$
 Exzentrizität $e_y = -4.060 \text{ m}$
 Resultierende im 2. Kern ($= 7.104 \text{ m}$)
 $a' = 13.538 \text{ m}$
 $b' = 19.255 \text{ m}$

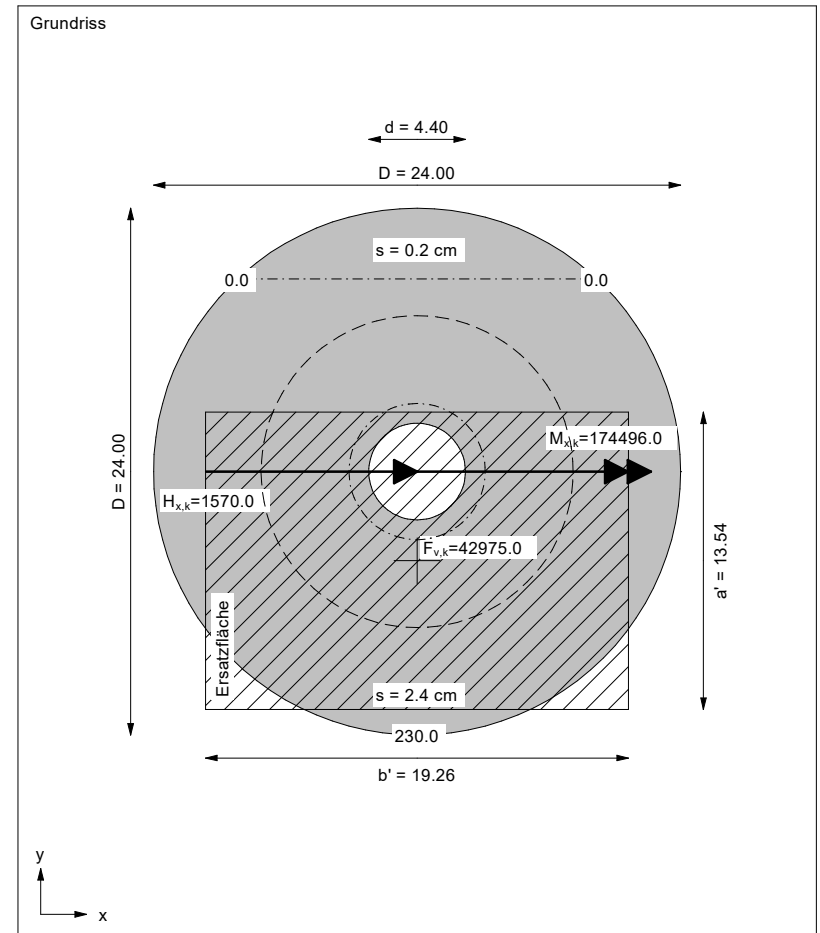
Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.30$
 $\sigma_{0f,k} / \sigma_{0f,d} = 1892.9 / 1456.06 \text{ kN/m}^2$
 $R_{p,k} = 493446.14 \text{ kN}$
 $R_{p,d} = 379573.95 \text{ kN}$
 $V_d = 1.20 \cdot 42975.00 + 1.30 \cdot 0.00 \text{ kN}$
 $V_d = 51570.00 \text{ kN}$
 μ (parallel zu y) $= 0.136$
 $\text{cal } \phi = 30.6^\circ$
 $\text{cal } c = 8.94 \text{ kN/m}^2$
 $\text{cal } \gamma_2 = 13.28 \text{ kN/m}^3$

cal $\sigma_0 = 4.00 \text{ kN/m}^2$
 cal $\beta = 0.00^\circ$
 UK log. Spirale $= 22.38 \text{ m u. GOK}$
 Länge log. Spirale $= 89.33 \text{ m}$
 Fläche log. Spirale $= 1020.15 \text{ m}^2$
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{c0} = 31.52$; $N_{d0} = 19.61$; $N_{b0} = 10.99$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.377$; $v_d = 1.357$; $v_b = 0.789$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.946$; $i_d = 0.949$; $i_b = 0.914$
 Geländeneigungsbeiwerte (y):
 $\lambda_c = 1.000$; $\lambda_d = 1.000$; $\lambda_b = 1.000$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 13.41 \text{ m u. GOK}$
 Setzung (Mittel aller KPs) $= 1.31 \text{ cm}$
 Setzungen der KPs:
 oben $= 0.23 \text{ cm}$
 unten $= 2.39 \text{ cm}$
 Verdrehung(x) (KP) $= 1 : 939.1$
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{\phi,p,x} = 163862.4 \text{ MN/m/rad}$
 Nachweis EQU:
 $M_{\text{stab}} = 42975.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 464130.0$
 $M_{\text{dst}} = 174496.0 \cdot 1.25 = 218120.0$
 $\eta_{\text{EQU}} = 218120.0 / 464130.0 = 0.470$

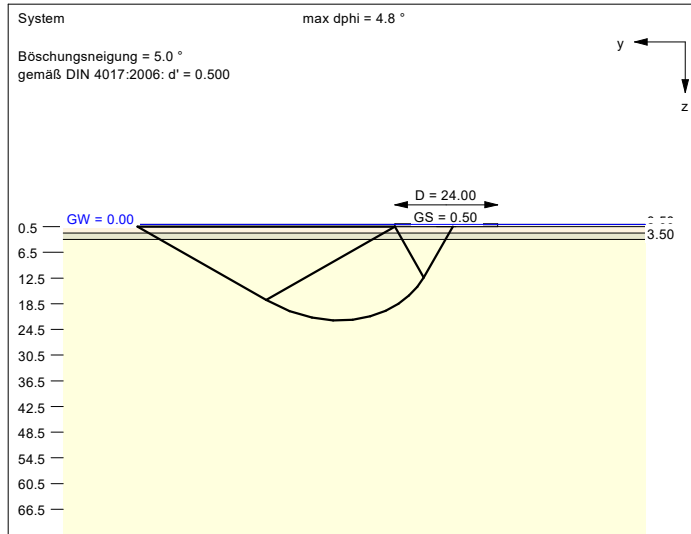


Berechnungsgrundlagen:	$\gamma_{G, \text{stb}} = 0.90$
92443.1	$\gamma_{G, \text{dst}} = 1.25$
Norm: EC 7	Gründungssohle = 0.50 m
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006	Grundwasser = 0.00 m
Teilsicherheitskonzept (EC 7)	Böschungsneigung = 5.0 °
$\gamma_{R_v} = 1.30$	Grenztiefe mit $p = 20.0$ %
$\gamma_G = 1.20$	— — — — 1. Kernweite
$\gamma_G = 1.30$	— — — — 2. Kernweite
Grenz Zustand EQU:	
$\gamma_{G, \text{dst}} = 1.05$	



92681.1 Windpark Buchwald, WEA 02, BS-T, dynamisch

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	8.0	25.0	5.0	40.0	0.00	Lehm
	20.0	11.0	35.0	0.0	300.0	0.00	Bodenaustausch
	20.0	10.0	35.0	0.0	200.0	0.00	Steine und Kiese
	22.0	14.0	30.0	10.0	240.0	0.00	Festgestein, stark verwittert

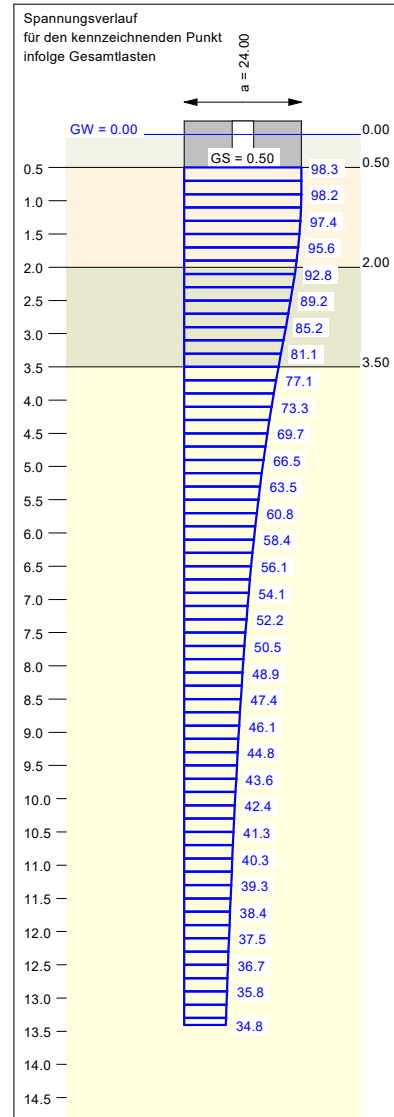


Ergebnisse Einzelfundament:
 Lasten = ständig / veränderlich
 Vertikalkraft $F_{v,k} = 42975.00 / 0.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,k} = 0.00 / 1570.00$ kN
 Horizontalkraft $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{x,k} = 0.00 / 174496.00$ kN·m
 Moment $M_{y,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
 Durchmesser D = 24.000 m
 Durchmesser (innen) d = 4.400 m
 Unter ständigen Lasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
 Resultierende im 1. Kern (= 3.101 m)
 $a' = 21.245$ m
 $b' = 21.245$ m
 Unter Gesamtlasten:
 Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
 Exzentrizität $e_y = -4.060$ m
 Resultierende im 2. Kern (= 7.104 m)
 $a' = 13.538$ m
 $b' = 19.255$ m

Grundbruch:
 Durchstanzen untersucht,
 aber nicht maßgebend.
 Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.30$
 $\sigma_{G,k} / \sigma_{G,d} = 1892.9 / 1456.06$ kN/m²
 $R_{n,k} = 493446.14$ kN
 $R_{n,d} = 379573.95$ kN
 $V_d = 1.20 \cdot 42975.00 + 1.30 \cdot 0.00$ kN
 $V_d = 51570.00$ kN
 μ (parallel zu y) = 0.136
 cal $\varphi = 30.6^\circ$
 cal c = 8.94 kN/m²
 cal $\gamma_2 = 13.28$ kN/m³

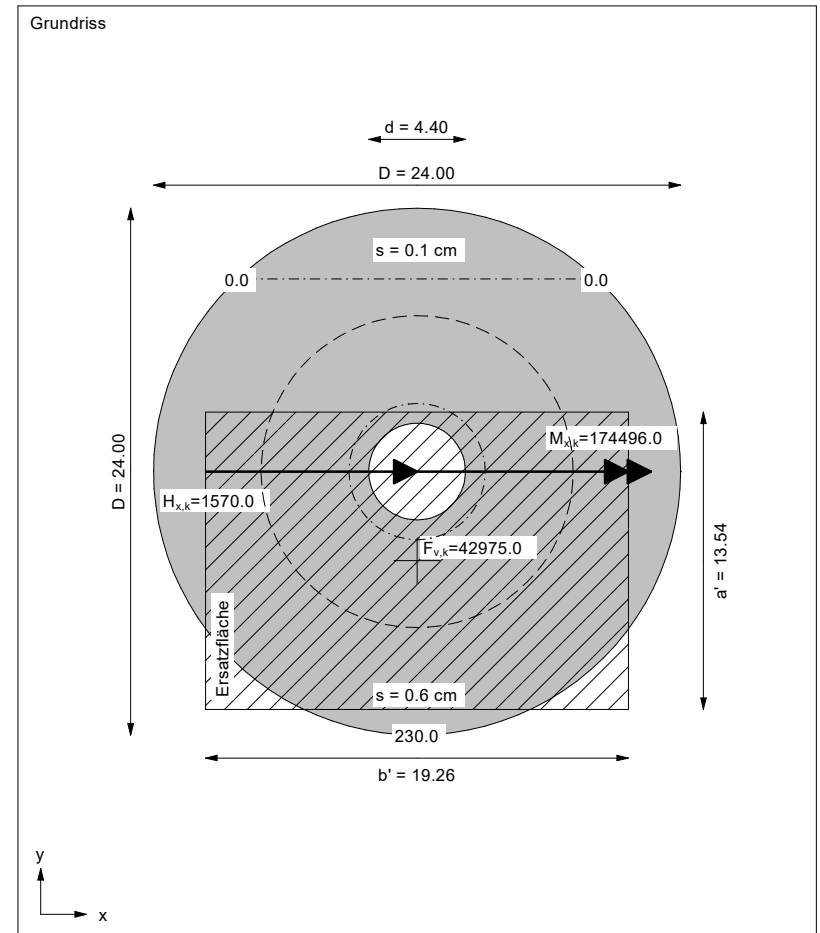
cal $\sigma_0 = 4.00$ kN/m²
 cal $\beta = 0.00^\circ$
 UK log. Spirale = 22.38 m u. GOK
 Länge log. Spirale = 89.33 m
 Fläche log. Spirale = 1020.15 m²
 Tragfähigkeitsbeiwerte (y):
 $N_{d0} = 31.52$; $N_{d0} = 19.61$; $N_{b0} = 10.99$
 Formbeiwerte (y):
 $v_c = 1.377$; $v_d = 1.357$; $v_b = 0.789$
 Neigungsbeiwerte (y):
 $i_c = 0.946$; $i_d = 0.949$; $i_b = 0.914$
 Geländeneigungsbeiwerte (y):
 $\lambda_c = 1.000$; $\lambda_d = 1.000$; $\lambda_b = 1.000$

Setzung infolge Gesamtlasten:
 Grenztiefe $t_g = 13.41$ m u. GOK
 Setzung (Mittel aller KPs) = 0.34 cm
 Setzungen der KPs:
 oben = 0.06 cm
 unten = 0.62 cm
 Verdrehung(x) (KP) = 1 : 3587.0
 Drehfedersteifigkeit:
 $k_{n,x} = 625920.2$ MN·m/rad
 Nachweis EQU:
 $M_{stb} = 42975.0 \cdot 24.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 464130.0$
 $M_{dst} = 174496.0 \cdot 1.25 = 218120.0$
 $\mu_{EQU} = 218120.0 / 464130.0 = 0.470$



Berechnungsgrundlagen:
 92443.1
 Norm: EC 7
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.30$
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.30$
 Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,dst} = 1.05$

$\gamma_{G,stb} = 0.90$
 $\gamma_{Q,dst} = 1.25$
 Gründungssohle = 0.50 m
 Grundwasser = 0.00 m
 Böschungsneigung = 5.0 °
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 - - - - 1. Kernweite
 - - - - 2. Kernweite



21.92681.1

Windpark Buchwald

Anl. 4.1

Entnahmepunkte			Bodenbeschreibung			Bodenkennwerte													
Aufschluss	Tiefe	Ent- nahme- art	Bodenart	Boden- gruppe DIN 18196	Konsis- tenz	Zustandsgrenzen			Korn- dichte [t/m³]	Trocken- dichte [t/m³]	Wasser- gehalt [%]	Kalk- gehalt [%]	Glüh- verlust [%]	Proctor			Scherfestigkeit		k - Wert
	[m]					w _L [%]	w _P [%]	I _C						w _{Pr} [%]	ρ _{Pr} [t/m³]	Ü [%]	φ [°]	c [kN/m²]	
Sch 1.1	0,6	g	T	TM	halbfest	43,3	21,3	1,03			20,6								
Sch 1.1	2,0	g	U, s, g'	UL-UM/TL-UM							13,8								
Sch 1.2	0,5	g	T	TA	halbfest	52,7	24,4	1,11			21,2								
Sch 1.2	1,0	g	U, s*, g'	UL-UM/TL-UM							11,2								
Sch 1.6	0,8	g	T, s	TA	steif	53,5	24,4	0,92			26,7								
Sch 2,1	1,5	g	U, g, s'	UM / TM							12,6								
Sch 2.1	2,3	g	U, g*, s'	UL-UM/TL-UM							9,0								
Sch 2.2	1,0	g	U, g, s	UL-UM/TL-UM							13,2								
Sch 2.6	1,0	g	T, g	TL	halbfest	30,7	17,4	1,18			15,0								



Zustandsgrenzen

nach DIN EN ISO 17892 - 12

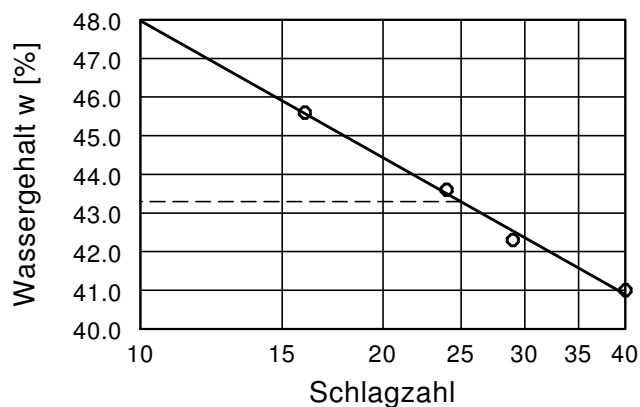
Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

Aufschluss:..... Sch 1.1
Tiefe:..... 0,8 m
Probe entnommen am:..... 16.12.21
Probe entnommen von:..... kp
Bodenart nach DIN 4022 - 1:.. T

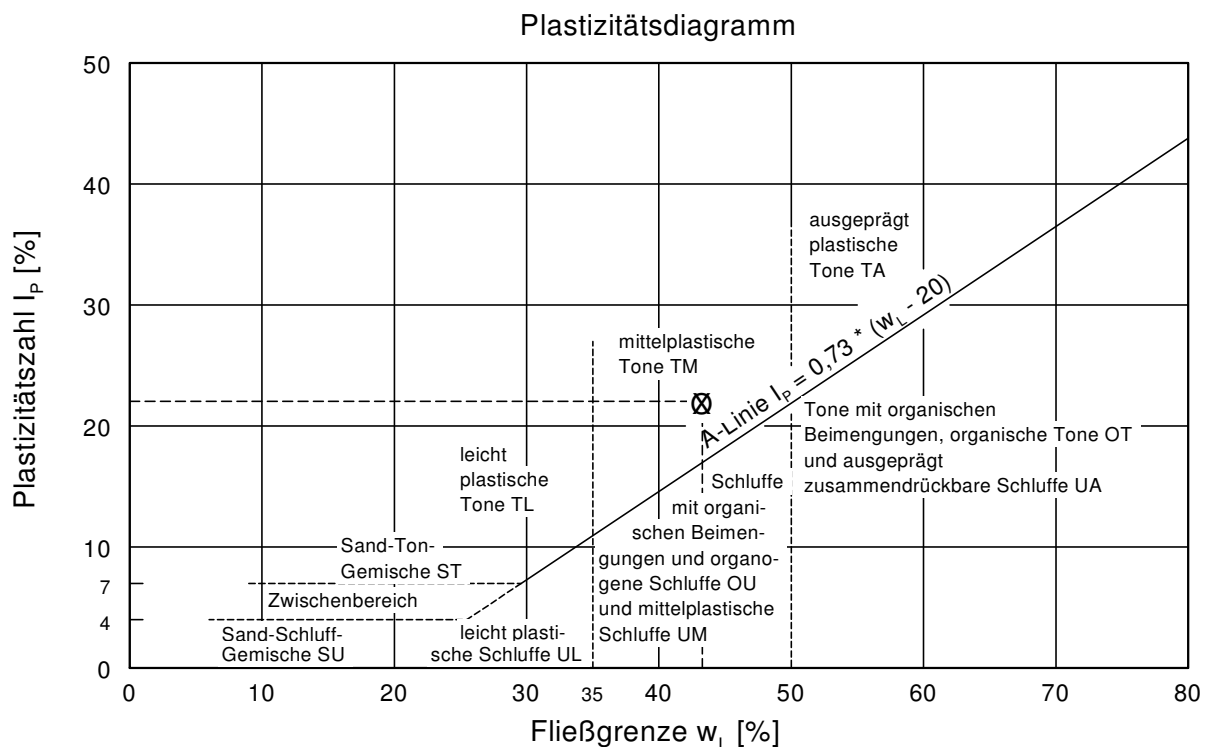
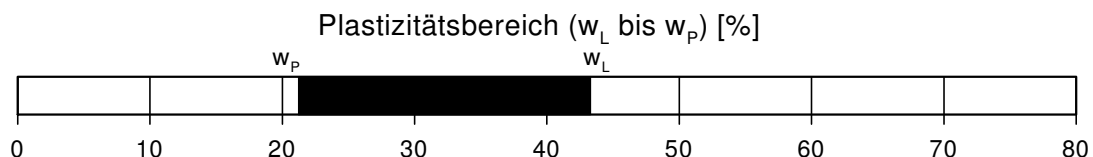
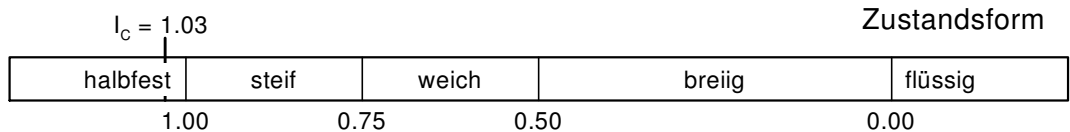
Bearbeiter: Getke

Datum: 20.01.2022

gepr.:



Wassergehalt $w =$ 20.6 %
Fließgrenze $w_L =$ 43.3 %
Ausrollgrenze $w_P =$ 21.3 %
Plastizitätszahl $I_P =$ 22.0 %
Konsistenzzahl $I_C =$ 1.03





Zustandsgrenzen

nach DIN EN ISO 17892 - 12

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

Aufschluss:..... Sch 1.2

Tiefe:..... 0,5 m

Probe entnommen am:..... 16.12.21

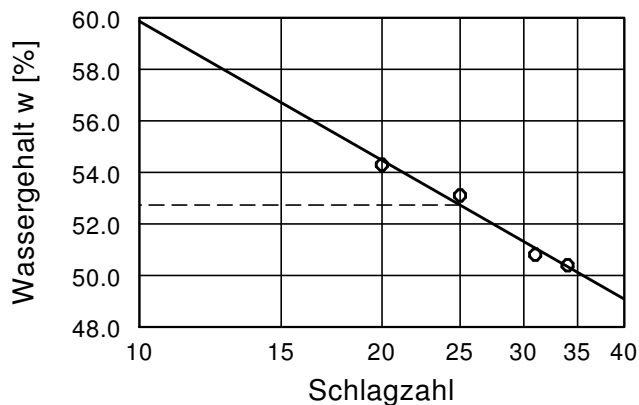
Probe entnommen von:..... kp

Bodenart nach DIN 4022 - 1:.. T

Bearbeiter: Getke

Datum: 19.01.2022

gepr.:



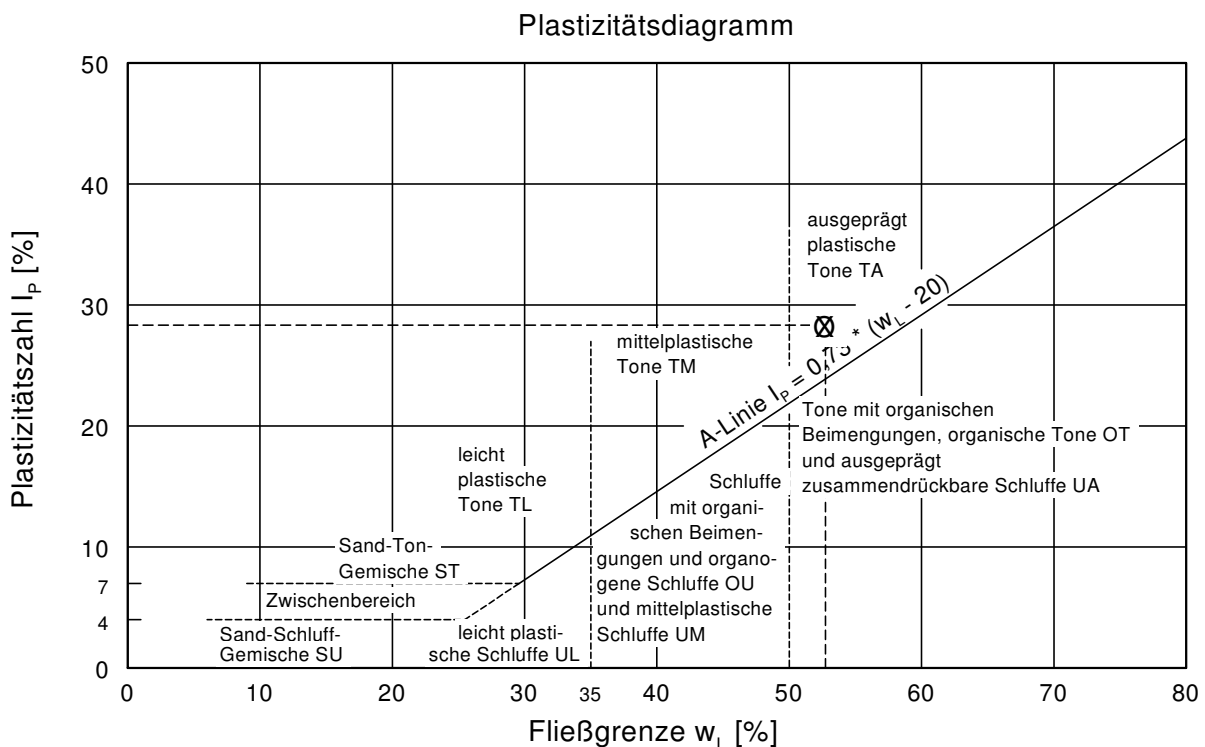
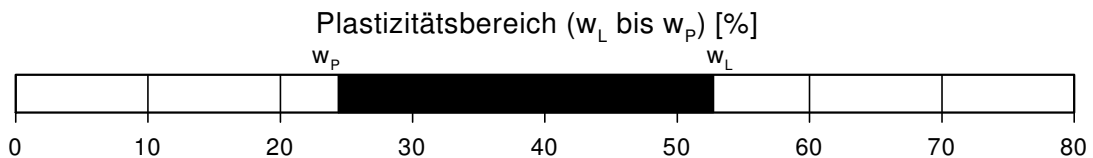
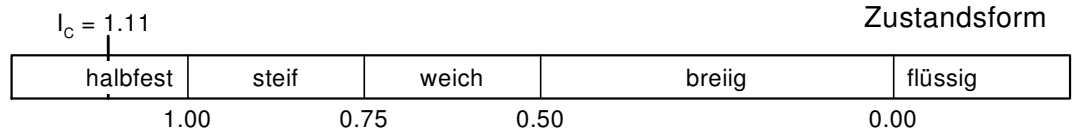
Wassergehalt w = 21.2 %

Fließgrenze w_L = 52.7 %

Ausrollgrenze w_p = 24.4 %

Plastizitätszahl I_p = 28.3 %

Konsistenzzahl I_c = 1.11





Zustandsgrenzen

nach DIN EN ISO 17892 - 12

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

Aufschluss:..... Sch 1.6

Tiefe:..... 0,8 m

Probe entnommen am:..... 16.12.21

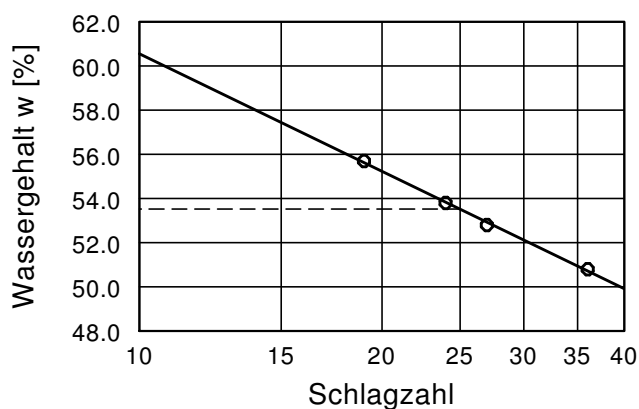
Probe entnommen von:..... kp

Bodenart nach DIN 4022 - 1:.. T, s

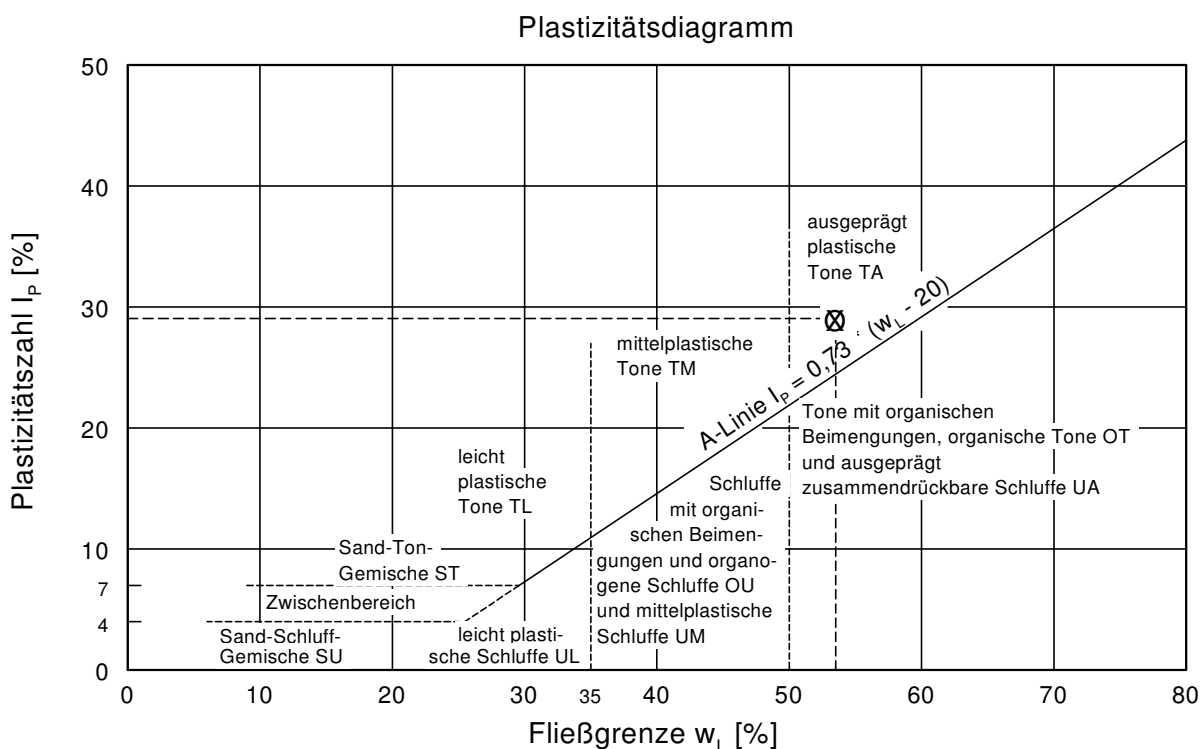
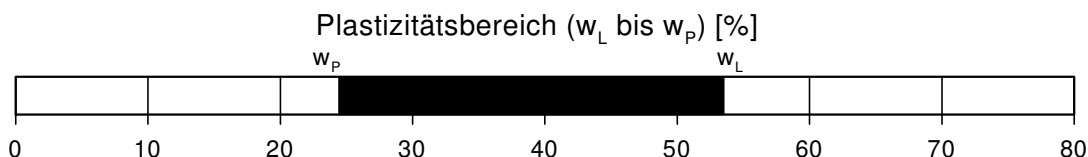
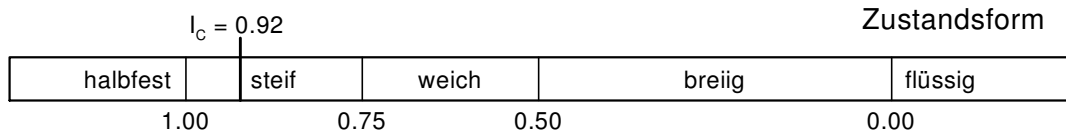
Bearbeiter: Getke

Datum: 18.01.2022

gepr.:



Wassergehalt $w =$ 26.7 %
Fließgrenze $w_L =$ 53.5 %
Ausrollgrenze $w_p =$ 24.4 %
Plastizitätszahl $I_p =$ 29.1 %
Konsistenzzahl $I_c =$ 0.92





Zustandsgrenzen

nach DIN EN ISO 17892 - 12

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

Aufschluss:..... Sch 2.6

Tiefe:..... 1,0 m

Probe entnommen am:..... 16.12.21

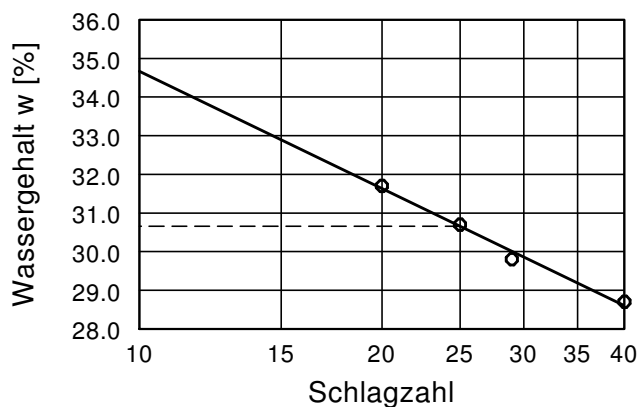
Probe entnommen von:..... kp

Bodenart nach DIN 4022 - 1:.. T, g

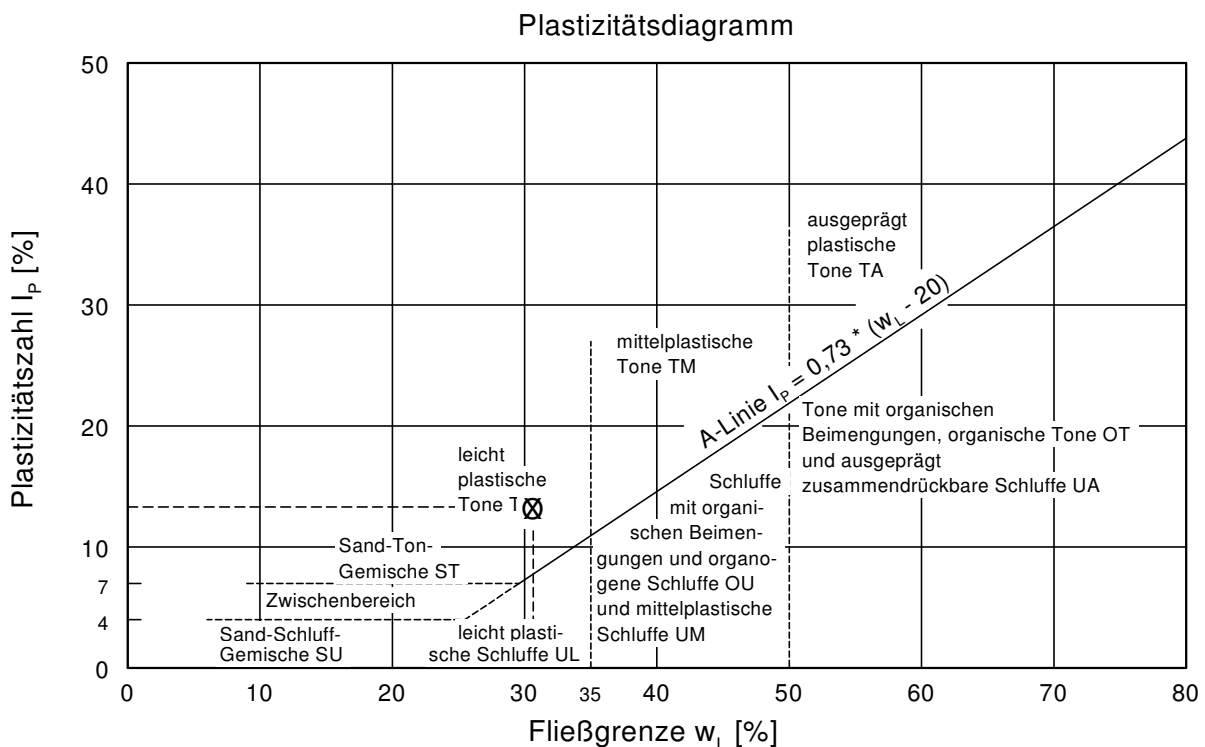
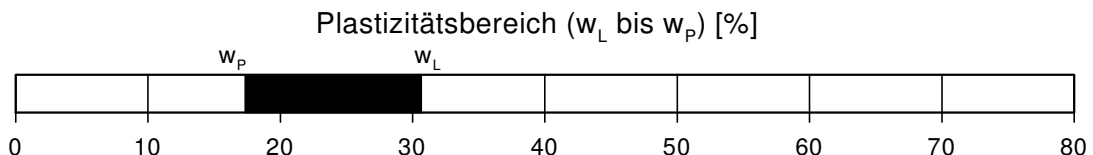
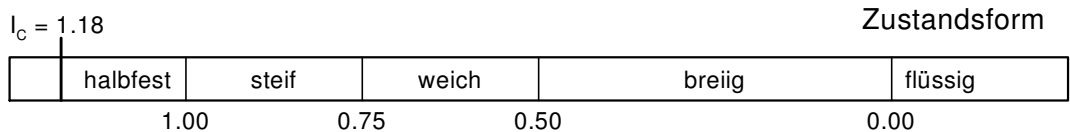
Bearbeiter: Getke

Datum: 18.01.2022

gepr.:



Wassergehalt w =	15.0 %
Fließgrenze w _L =	30.7 %
Ausrollgrenze w _p =	17.4 %
Plastizitätszahl I _p =	13.3 %
Konsistenzzahl I _c =	1.18





**WPW Geoconsult
Südwest**

Baugrund | Hydrogeologie | Umwelt

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892 - 4

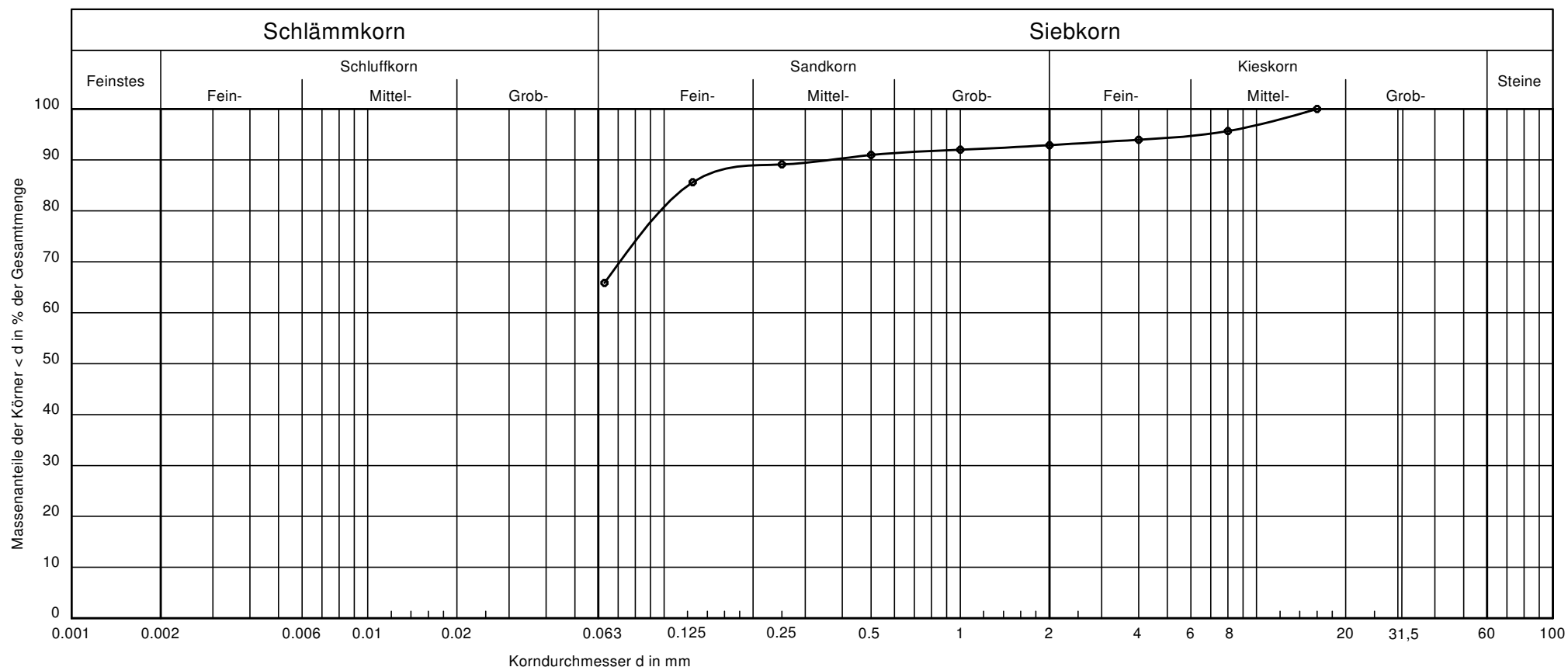
Windpark
Buchwald

Probe:..... Sch 1.1
Tiefe:..... 2,0 m
Probe entnommen am: 16.12.21
Probe entnommen von: kp

Bearbeiter: Getke

Datum: 18.01.2022

gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:

U, s, g'

Bodengruppe nach DIN 18196:

UL-UM

U/Cc:

-/-

Probe trocken [g]:

330,4

Wassergehalt [%]:

13,8

Feinkorngehalt [%]:

65,9

Anteile T/ U/ S/ G

- /65.9/27.0/7.1

Bemerkungen:

Anlage: 4.6

21.92681.1



**WPW Geoconsult
Südwest**

Baugrund | Hydrogeologie | Umwelt

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892 - 4

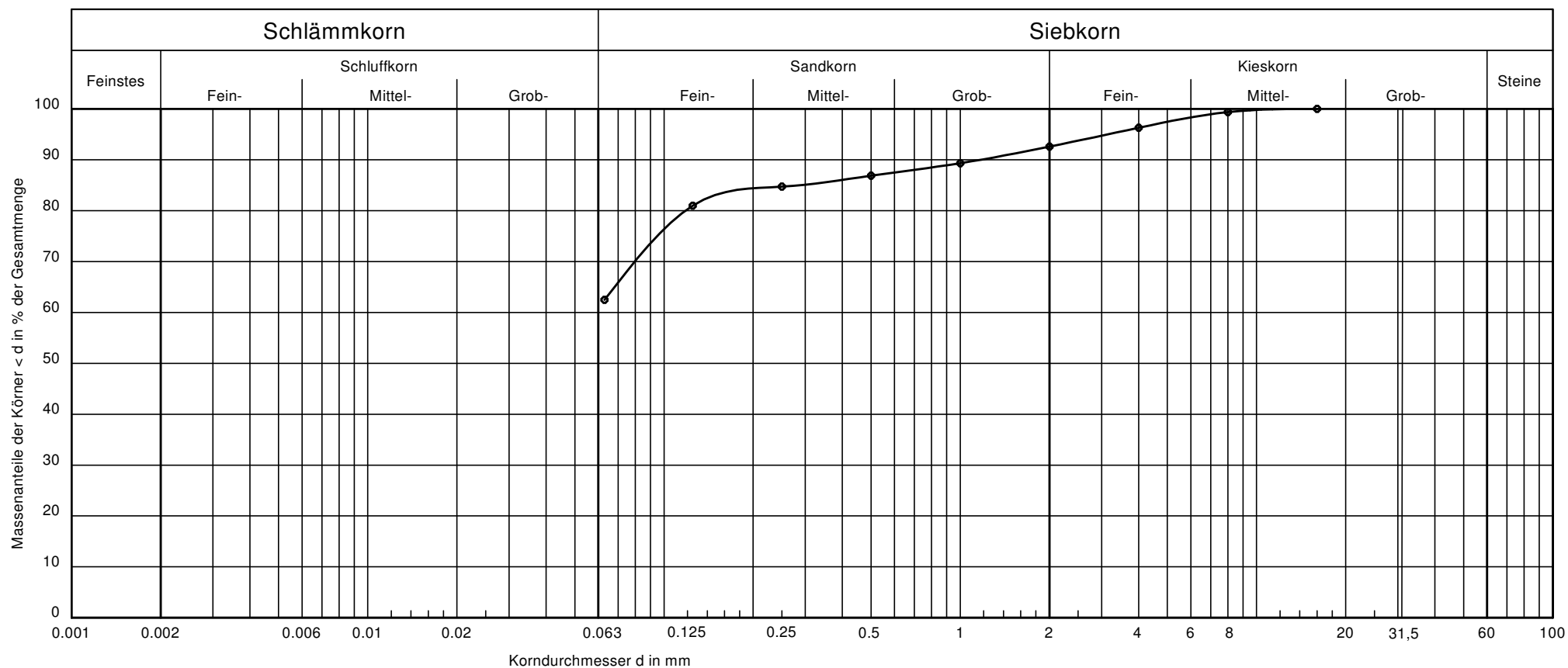
Windpark
Buchwald

Probe:..... Sch 1.2
Tiefe:..... 1,0 m
Probe entnommen am: 16.12.21
Probe entnommen von: kp

Bearbeiter: Getke

Datum: 18.01.2022

gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:

U, s, g'

Bodengruppe nach DIN 18196:

UL-UM

U/Cc:

-/-

Probe trocken [g]:

359,8

Wassergehalt [%]:

11,2

Feinkorngehalt [%]:

62,5

Anteile T/ U/ S/ G

- /62.5/30.1/7.4

Bemerkungen:

Anlage: 4.7

21.92681.1



**WPW Geoconsult
Südwest**

Baugrund | Hydrogeologie | Umwelt

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892 - 4

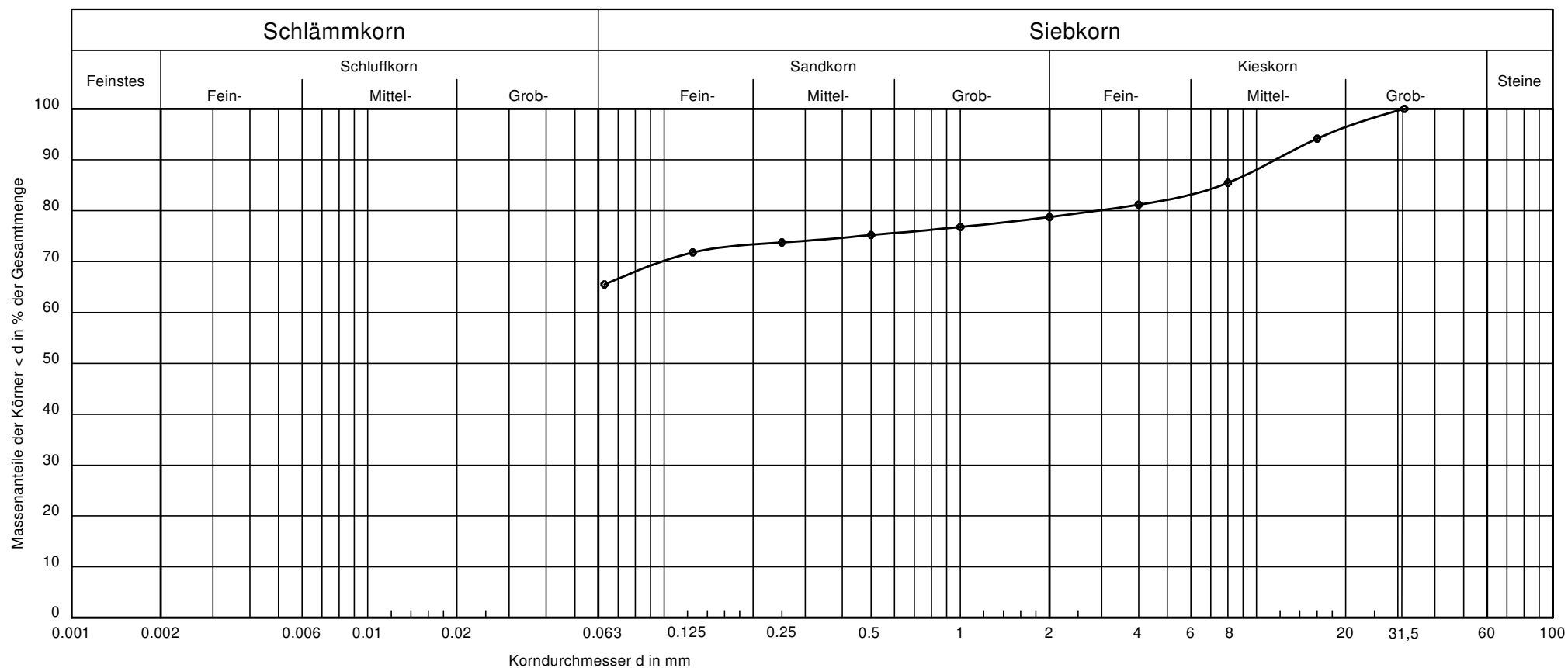
Windpark
Buchwald

Probe:..... Sch 2.1
Tiefe:..... 1,5 m
Probe entnommen am: 16.12.21
Probe entnommen von: kp

Bearbeiter: Getke

Datum: 18.01.2022

gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:

U, g, s'

Bodengruppe nach DIN 18196:

UM

U/Cc:

-/-

Probe trocken [g]:

681,6

Wassergehalt [%]:

12,6

Feinkorngehalt [%]:

65,5

Anteile T/ U/ S/ G

- /65.5/13.3/21.3

Bemerkungen:

Anlage: 4.8

21.92681.1



**WPW Geoconsult
Südwest**

Baugrund | Hydrogeologie | Umwelt

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892 - 4

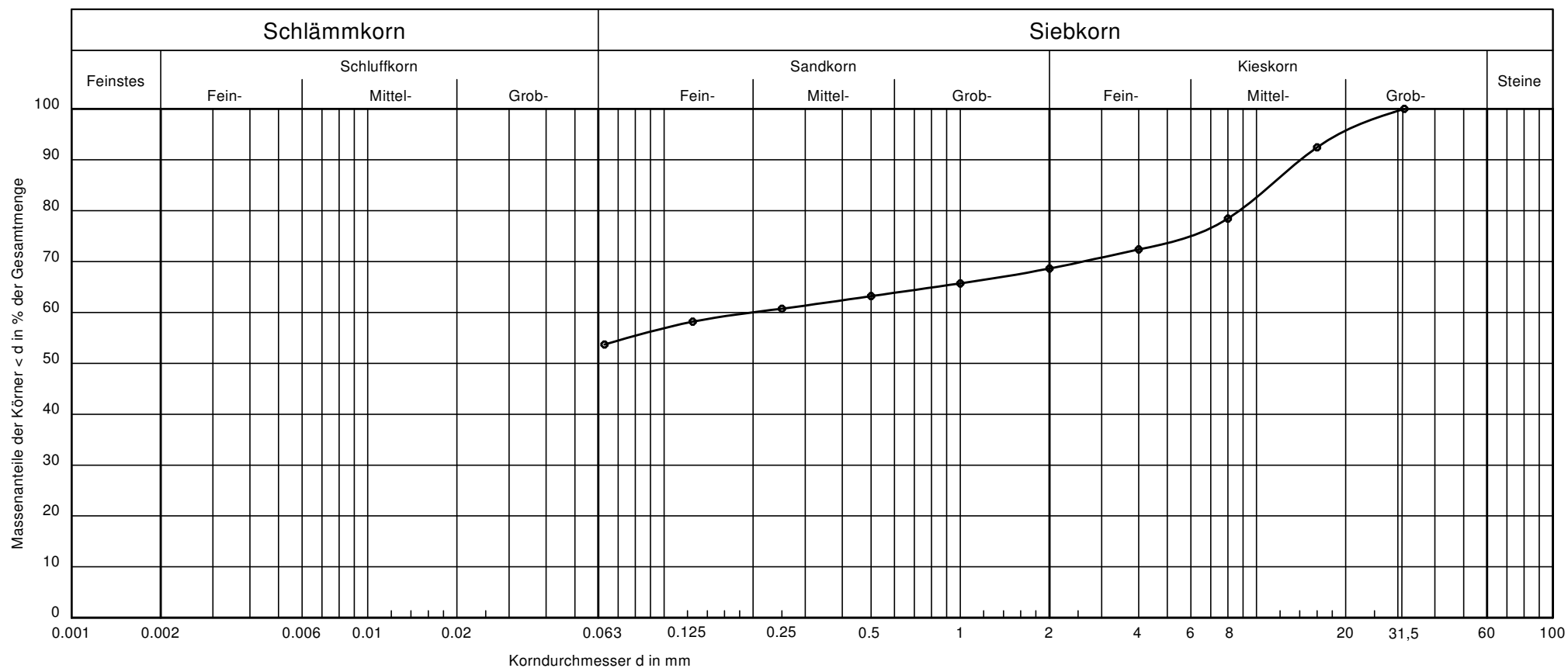
Windpark
Buchwald

Probe:..... Sch 2.1
Tiefe:..... 2,3 m
Probe entnommen am: 16.12.21
Probe entnommen von: kp

Bearbeiter: Getke

Datum: 18.01.2022

gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:

U, g, s'

Bodengruppe nach DIN 18196:

UL-UM

U/Cc:

-/-

Probe trocken [g]:

663,3

Wassergehalt [%]:

9,0

Feinkorngehalt [%]:

53,7

Anteile T/ U/ S/ G

- /53.7/14.9/31.4

Bemerkungen:

Anlage: 4.9

21.92681.1



**WPW Geoconsult
Südwest**

Baugrund | Hydrogeologie | Umwelt

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892 - 4

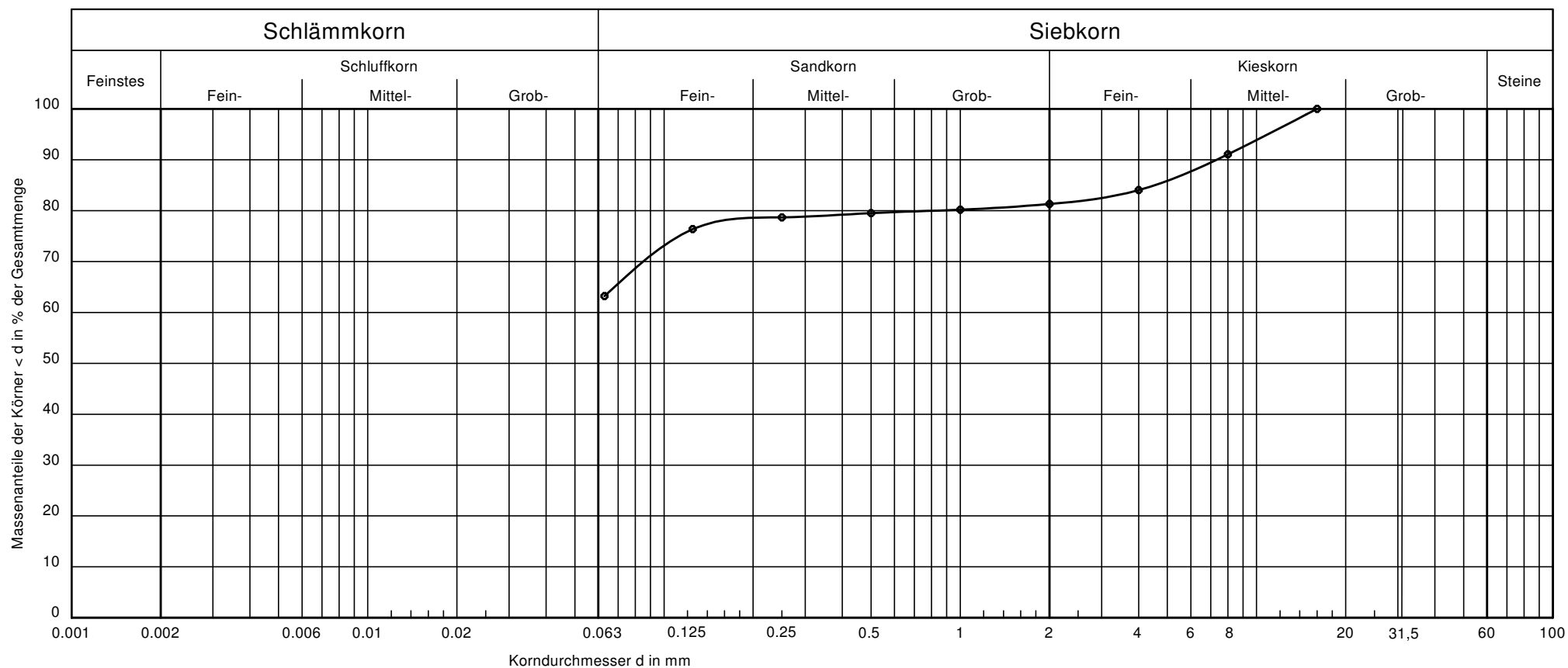
Windpark
Buchwald

Probe:..... Sch 2.2
Tiefe:..... 1,0 m
Probe entnommen am: 16.12.21
Probe entnommen von: kp

Bearbeiter: Getke

Datum: 18.01.2022

gepr.:



Bodenart nach DIN 4022:

U, g, s

Bodengruppe nach DIN 18196:

UL-UM

U/Cc:

-/-

Probe trocken [g]:

507,8

Wassergehalt [%]:

13,2

Feinkorngehalt [%]:

63,2

Anteile T/ U/ S/ G

- /63.2/18.1/18.7

Bemerkungen:

Anlage: 4.10

21.92681.1


chemlab

 Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

chemlab GmbH · Wiesenstraße 4 · 64625 Bensheim

WPW Geoconsult Südwest GmbH
Herr Porebski
Raiffeisenstraße 16
66877 Ramstein-Miesenbach

10.01.2022
21128059.2

 chemlab
Gesellschaft für Analytik und
Umweltberatung mbH

 Wiesenstraße 4
64625 Bensheim
Telefon (0 62 51) 84 11-0
Telefax (0 62 51) 84 11-40
info@chemlab-gmbh.de
www.chemlab-gmbh.de

 Volksbank Darmstadt-Südheffen eG
IBAN: DE65 5089 0000 0052 6743 01
BIC: GENODEF1VBD

 Bezirkssparkasse Bensheim
IBAN: DE48 5095 0068 0001 0968 33
BIC: HELADEF1BEN

 Amtsgericht Darmstadt
HRB 24061
Geschäftsführer:
Harald Störk
Hermann-Josef Winkels

 Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14010-01-01
D-PL-14010-01-02
D-PL-14010-01-03

 Durch die DAkkS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium

 Zulassung nach der
Trinkwasserverordnung

Messstelle nach § 29b BImSchG

 Zulassung als staatlich
anerkanntes EKVO-Labor

USt.-Id.Nr.: DE 111 620 831

Untersuchung von Feststoff

Ihr Auftrag vom: 17.12.2021

Projekt: 21.92681.1 - Windpark Buchwald

PRÜFBERICHT NR:

21128059.2

Untersuchungsgegenstand:

Feststoffproben

Untersuchungsparameter:

Betonaggressivität

Probeneingang/Probenahme:

Probeneingang: 17.12.2021

Die Probenahme wurde vom Auftraggeber vorgenommen.

Analysenverfahren:

Probenvorbereitung nach DIN 19747:2009-07

siehe Analysenbericht

Prüfungszeitraum:

17.12.2021 bis 10.01.2022

Gesamtseitenzahl des Berichts: 2



chemlab

Gesellschaft für Analytik
und Umweltberatung mbH

Auftraggeber: WPW Geoconsult Südwest GmbH
 Projekt: 21.92681.1 - Windpark Buchwald
 AG Bearbeiter: Herr Porebski
 Probeneingang: 17.12.2021

Analytiknummer:				21128059.1	21128059.2	
Probenart:				Boden	Boden	
Probenbezeichnung:				MP	MP	
				WEA 1	WEA 2	
Parameter	Einheit	Verfahren	BG			
Feststoffuntersuchung						
Trockensubstanz	%	DIN ISO 11465	0,1	87,9	87,4	
Chlorid aus Auszug	mg/kg	Hausmethode	75	<75	<75	
Sulfat aus Auszug	mg/kg	Hausmethode	150	<150	<150	
Sulfid	mg/kg TS	DIN 38 405 D26	1	<1	<1	
Säuregrad n. Baumann-Gully	ml/kg TS	DIN 4030 Teil 2	2	<2	<2	

Bemerkung: Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die Trockenmasse.

Bensheim, den 10.01.2022

chemlab GmbH

Dipl.-Ing. Störk
- Laborleiter -