

Geotechnischer Bericht

Auftraggeber: Stadtwerke Hockenheim
Obere Hauptstraße 8
68766 Hockenheim

Planung: SPIE SAG GmbH
Geschäftseinheit Grid Solutions
Servicebüro Hockenheim
Talhausstr. 4
68766 Hockenheim

Gegenstand: Geotechnische Untersuchung
20-kV-Freileitungsverkabelung
Erneuerung UW – Schalthaus Stadt

Datum: Alsfeld, 15.05.2026

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis.....	3
1 Einleitung	4
1.1 Geotechnische Kategorie	4
1.2 Unterlagen	4
2 Standort und Bauvorhaben	5
3 Geotechnische Untersuchungen	8
3.1 Felderkundung.....	8
3.2 Geologie	10
3.2.1 Beschreibung der geologischen Einheiten	11
3.3 Hydrogeologie	12
5 Bauverfahren / Bauausführung	17
5.1 Offener Grabenbau.....	17
5.2 HDD-Bohrungen	18
5.3 Bauausführung und Risiken bei HDD-Bohrverfahren	19
6 Schlussbemerkung	21
7 Anhang	22
7.1 Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte mit Verlauf der geplanten 20-kV-Kabelleitung in offener Bauweise (rote Linien) sowie den vorgesehenen HDD-Bohrungen (gelbe Linien) in Hockenheim.....	6
Abbildung 2: Schematische Darstellung des geplanten Grabenprofils (offene Bauweise).	6
Abbildung 3: Lageplan mit der geplanten HDD-Bohrung im Bereich der L722 mit dem vorgesehenen Grabenprofil.....	7
Abbildung 4: Lageplan mit der geplanten HDD-Bohrung unter dem Kraichbach mit vorgesehenem Grabenprofil.	7
Abbildung 5: Übersichtskarte mit Verlauf der geplanten 20-kV-Kabelleitung (rote Linie) und Lokation der Bohrpunkte (schwarze Kreuze, BP 1 bis BP 5)...	9
Abbildung 6: Auszug aus der geologischen Karte von Baden-Württemberg 1:50.000 mit Verlauf der geplanten 20-kV-Kabelleitung (rote Linie).	10
Abbildung 7: Auszug aus der hydrogeologischen Karte von Baden-Württemberg mit Überschwemmungsgebiete HQ10 und HQ50 im Bereich der geplanten Kabelleitung.	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung der Erkundungstiefe der Trockenbohrungen BP 1 bis BP 5.....	8
Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte der erbohrten Bodenschichten und Homogenbereiche.....	15
<i>Tabelle 3: Zusammenstellung bodenmechanischer Kenngrößen und der Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke der erkundeten Bodenschichten</i>	16

1 Einleitung

Die Stadtwerke Hockenheim beabsichtigen im Rahmen des Projekts „20-kV-Erneuerung UW – Schalthaus Stadt“ den Rückbau bestehender Freileitungsmasten im Bereich Hockenheim sowie deren Ersatz durch ein 20-kV-Mittelspannungskabel (Freileitungsverkabelung).

Die SPIE SAG GmbH, Grid Solutions, Fachbereich Ingenieurgeologie wurde mit der Durchführung der geotechnischen Vorerkundung entlang der geplanten Kabeltrasse sowie mit der geologischen und geotechnischen Bewertung des Untergrundes beauftragt. Die hierfür erforderlichen geologischen Felduntersuchungen wurden am 27.04.2026 durchgeführt.

Der vorliegende Bericht fasst die im Zuge der Baugrunderkundung durchgeführten Sondierungsarbeiten zusammen, beschreibt die angetroffenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse und bewertet diese im Hinblick auf die geplante Verlegung der 20-kV-Kabelleitung.

1.1 Geotechnische Kategorie

Nach DIN 4020 sind die geplanten Bauarbeiten zur Verlegung der 20-kV-Kabelleitung in die geotechnische Kategorie GK 2 einzuordnen.

1.2 Unterlagen

Für die Bearbeitung dieses Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:50.000
- Geologische Übersichtskarte von Baden-Württemberg 1:300.000
- Hydrogeologische Karte von Baden-Württemberg 1:50.000
- Hydrogeologische Übersichtskarte von Baden-Württemberg 1:350.000
- VOB (2016)
- DIN 18196 – Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- DIN EN 50341-1 (VDE 0210-1):2013-11
- DIN EN ISO 14688-1
- DIN EN 1997
- DIN EN ISO 22475-1
- Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ (EAU 2012)
- Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB 2012)
- Scheffer/Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde. Amelung et al., 2018

2 Standort und Bauvorhaben

Die untersuchte Kabeltrasse beginnt am bestehenden Mast mit der Baunummer 5, der im Zuge der Maßnahme zurückgebaut und durch einen wenige Meter nordwestlich gelegenen Neubaumast ersetzt wird. Von dort verläuft die Trasse entlang der Straße „Seewaldsiedlung“ über eine Länge von ca. 200 m in südöstlicher Richtung in offener Bauweise.

Auf Höhe der Zufahrt zur „Abfallumladeanlage Ketsch“ beginnt die erste HDD-Bohrung (Länge = 120 m), mit der die L722 unterquert wird. Die Unterquerung der Straße erfolgt mit einem vertikalen Mindestabstand von 4 m.

Im Anschluss setzt sich die Trasse zunächst über eine Länge von ca. 110 m in offener Bauweise fort. Im Bereich einer Baumreihe knickt sie ab und verläuft weitere ca. 230 m in nordöstlicher Richtung bis kurz vor den Kraichbach. Dort ist eine zweite HDD-Bohrung mit einer Länge von ca. 53 m vorgesehen, um das Fließgewässer mit einem vertikalen Mindestabstand von 1,5 m zu unterqueren. Anschließend verläuft die Kabeltrasse in südlicher Richtung weiter bis zum Kabelendmast mit der Baunummer 1. Die Gesamtlänge der Trasse beträgt ca. 780 m. Der geplante Trassenverlauf ist in Abbildung 1 dargestellt.

Geplant ist die Verlegung von drei verseilten 20-kV-Mittelspannungskabeln des Typs NA2XS(F)2Y 150 mm² in PEHD 225 × 20,5, einem Leerrohr (PVC 125 × 11,4) sowie einem Steuerkabel in PEHD DN 50 × 4,6. Im Bereich der offenen Bauweise ist ein Kabelgraben mit einer Tiefe von ca. 1,15 m und einer Breite von ca. 0,60 m vorgesehen. Eine schematische Darstellung des geplanten Grabenprofils ist in Abbildung 2 dargestellt.

Für die Durchführung der HDD-Spülbohrungen sind jeweils eine Start- und eine Zielgrube herzustellen. Die Lage der HDD-Bohrungen sowie die zugehörigen Grabenprofile sind in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt.

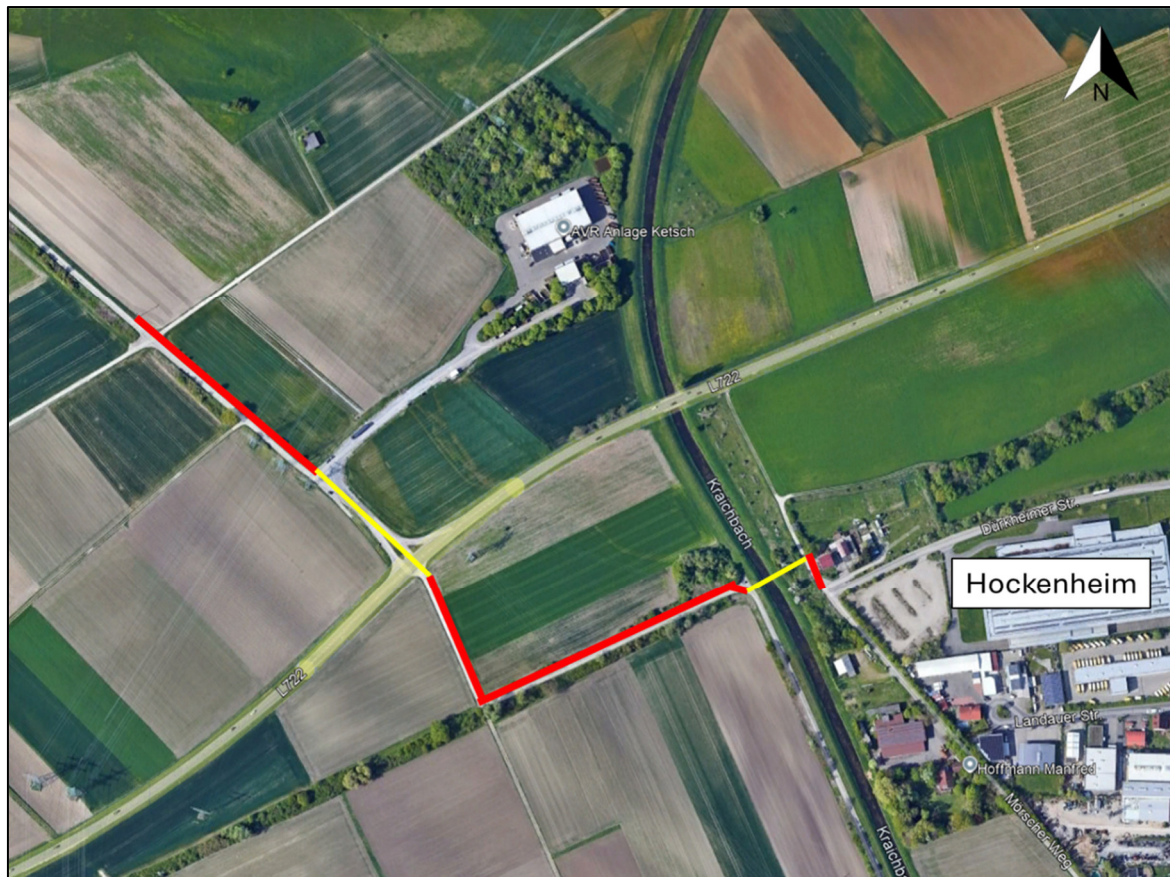
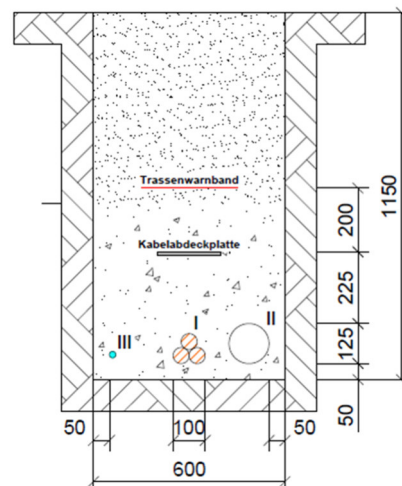


Abbildung 1: Übersichtskarte mit Verlauf der geplanten 20-kV-Kabelleitung in offener Bauweise (rote Linien) sowie den vorgesehenen HDD-Bohrungen (gelbe Linien) in Hockenheim.

Grabenprofil offene Bauweise



- I 20kV, NA2XS(F)2Y 150 mm² verseilt in PEHD 225x20,5
- II PVC 125x11,4 (leer)
- III Steuerkabel A-2YF(L)2Y 20x2x0,8 in PEHD DN50x4,6

Abbildung 2: Schematische Darstellung des geplanten Grabenprofils (offene Bauweise).

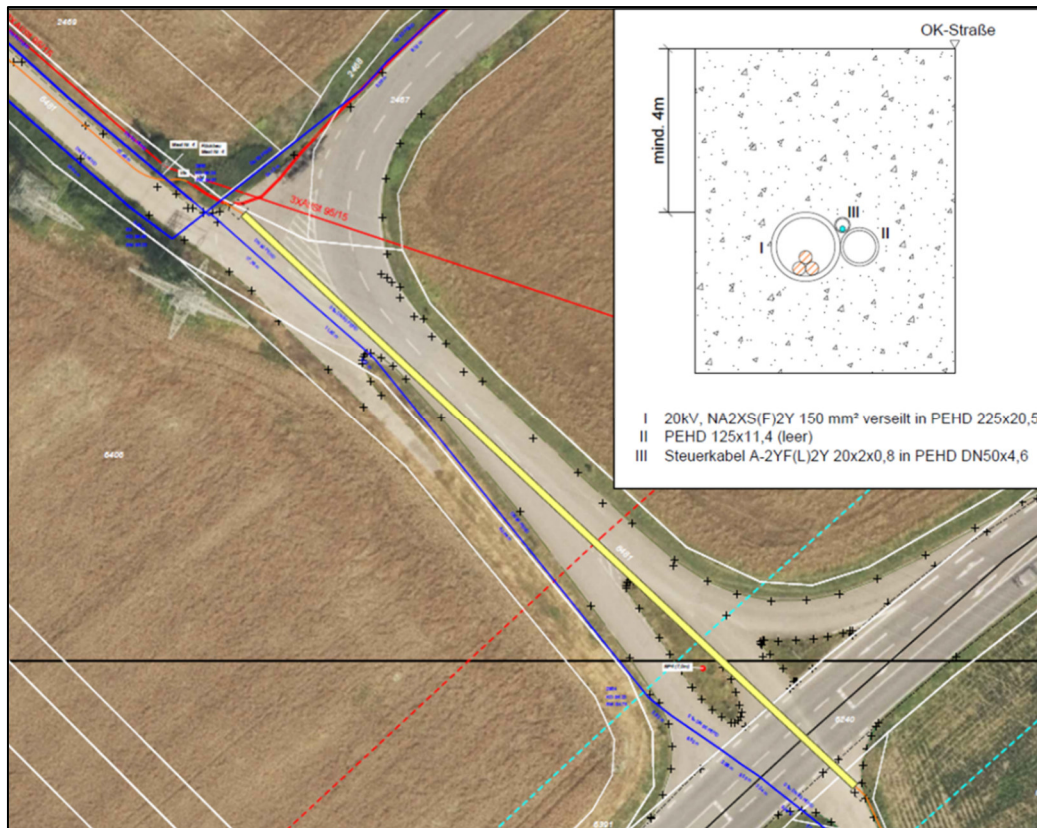


Abbildung 3: Lageplan mit der geplanten HDD-Bohrung im Bereich der L722 mit dem vorgesehenen Grabenprofil.

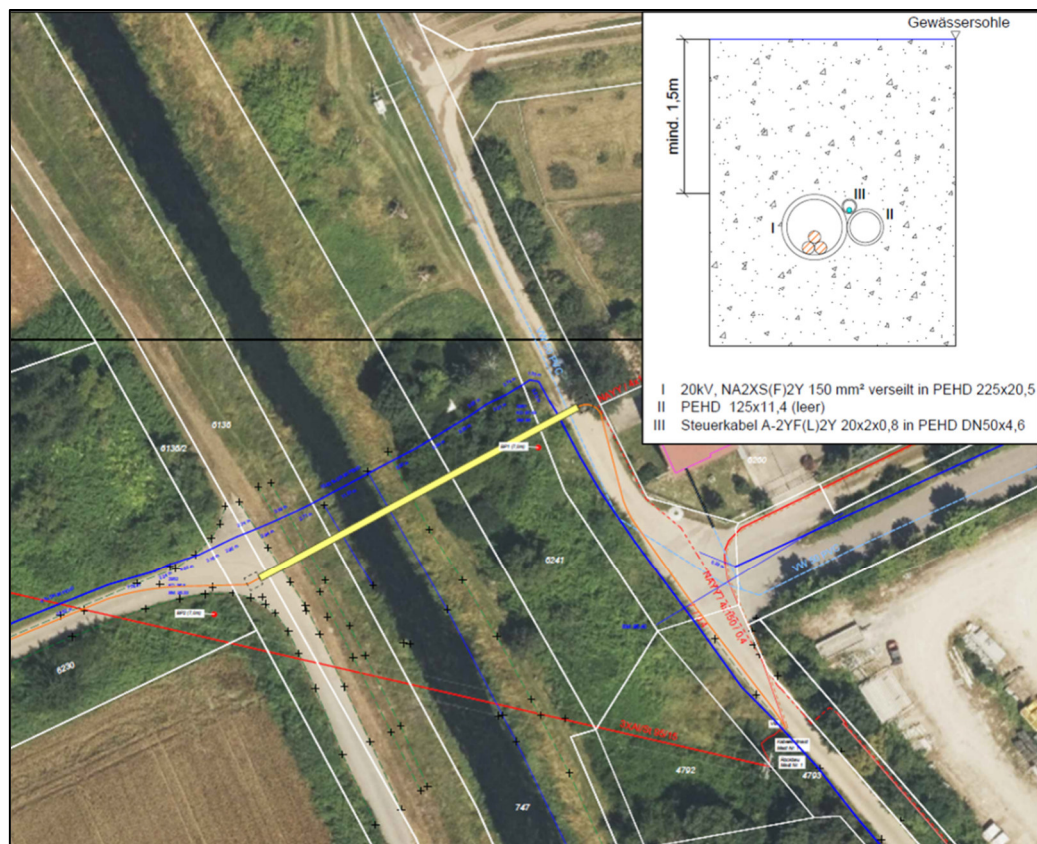


Abbildung 4: Lageplan mit der geplanten HDD-Bohrung unter dem Kraichbach mit vorgesehene Grabenprofil.

3 Geotechnische Untersuchungen

3.1 Felderkundung

Zur direkten Erkundung der geologischen Verhältnisse im Bereich der geplanten Kabeltrasse wurden am 27.04.2026 insgesamt fünf Erkundungs Sondierungen in Form von Rammkernbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 entlang des vorgesehenen Trassenverlaufs durchgeführt. Die Lage der Bohransatzpunkte ist in Abbildung 5 dargestellt.

Die bodenmechanische Ansprache des Untergrundes erfolgte anhand des geförderten Bodenmaterials gemäß DIN 4022. Die Ergebnisse wurden in Schichtenverzeichnissen dokumentiert. Die Ergebnisse der Rammkernbohrungen sind in der Anlage in Form von Bohrprofilen mit den zugehörigen Schichtenverzeichnissen graphisch dargestellt.

Tabelle 1 enthält eine Übersicht der Erkundungspunkte einschließlich der gemessenen Grundwasserstände sowie der erreichten Erkundungstiefen.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Erkundungstiefe der Trockenbohrungen BP 1 bis BP 5.

Bohrung	Ansatzhöhe m ü. NN	Endteufe		Grund-/ Schichtenwasser m u. GOK	Datum
		m ü. NN	m u. GOK		
BP 1	ca. 97,0	ca. 90,0	7,00	4,00	27.04.2026
BP 2	ca. 95,5	ca. 88,5	7,00	2,50	27.04.2026
BP 3	ca. 95,0	ca. 93,0	2,00	1,50	27.04.2026
BP 4	ca. 96,0	ca. 89,0	7,00	3,00	27.04.2026
BP 5	ca. 95,0	ca. 92,0	3,00	kein Wasser	27.04.2026

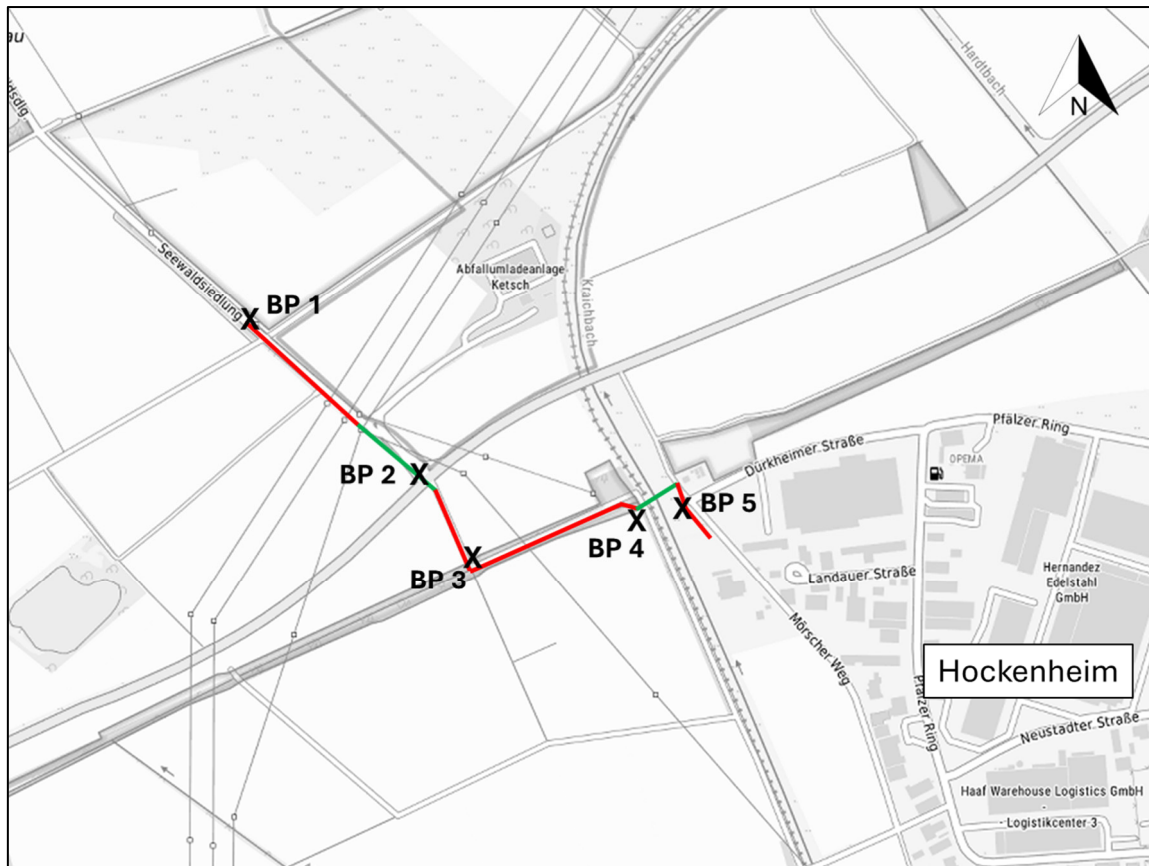


Abbildung 5: Übersichtskarte mit Verlauf der geplanten 20-kV-Kabelleitung (rote Linie) und Lokation der Bohrpunkte (schwarze Kreuze, BP 1 bis BP 5).

3.2 Geologie

Nach der Geologischen Karte von Baden-Württemberg im Maßstab 1:50.000 stehen im Bereich der geplanten Kabeltrasse oberflächennah überwiegend *ältere Auenlehme* an. Diese geologische Einheit besteht aus Tonen und Schluffen mit sandigen sowie schwach kiesigen bis kiesigen Beimengungen. Lokal ist zudem mit humosen Einschaltungen zu rechnen. Unterhalb dieser Einheit werden Kies- und Sandablagerungen erwartet.

Im westlichen Abschnitt der Kabeltrasse, im Bereich des Kraichbachs (Flussquerung), ist mit Ablagerungen der *Mannheim-Formation* zu rechnen. Diese setzt sich im erkundeten Bereich überwiegend aus bunten Kiesen bis Mittelsanden zusammen. Darüber hinaus können innerhalb dieser Gesteinseinheit vereinzelt Diamikte sowie selten Torflagen auftreten. Diamikte sind geologisch unsortierte Sedimentgemische, die gleichzeitig Ton, Schluff, Sand, Kies sowie häufig auch Steine oder Blöcke enthalten können.

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt der geologischen Karte im Bereich der geplanten Kabeltrasse.

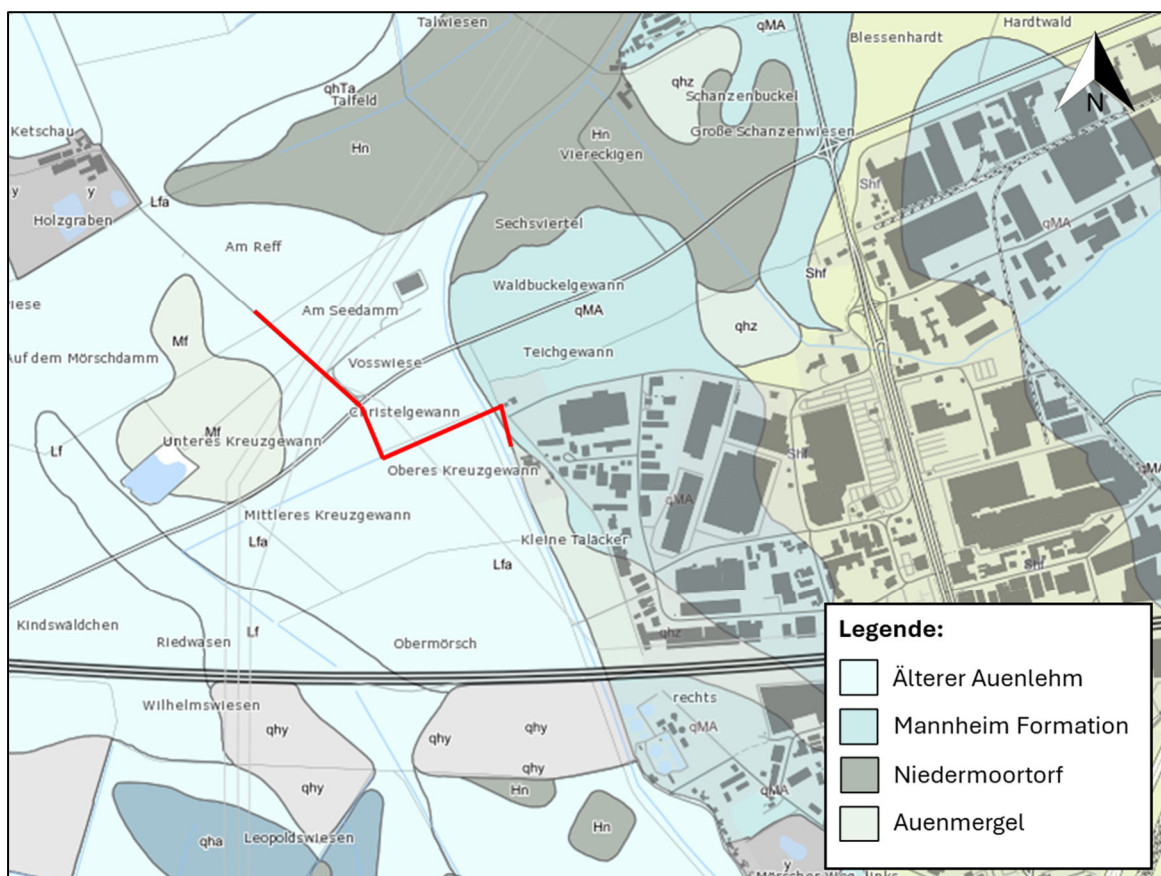


Abbildung 6: Auszug aus der geologischen Karte von Baden-Württemberg 1:50.000 mit Verlauf der geplanten 20-kV-Kabelleitung (rote Linie).

3.2.1 Beschreibung der geologischen Einheiten

Homogenbereich A bzw. A1– Oberboden (Mutterboden bzw. Auffüllung)

Im Zuge der Bohrarbeiten wurde an den Bohrpunkten BP 1 bis BP 3 sowie BP 5 bis in Tiefen von ca. 0,50 m bzw. 0,60 m u. GOK Mutterboden angetroffen, der als Homogenbereich A klassifiziert wird.

An BP 4 wurde anstelle von Mutterboden eine künstliche Auffüllung erbohrt. Diese besteht aus dicht gelagertem Sand mit Beimengungen von Kies und Steinen und wird dem Homogenbereich A1 zugeordnet.

Homogenbereich BU2 bzw. BT2 – Schluff bzw. Ton, sandig, kiesig (steif)

Die Homogenbereiche BU2 und BT2 bestehen aus Schluff (BU2) bzw. Ton (BT2) mit variierenden Sand- und Kiesanteilen. An BP 2 treten im Tiefenbereich zwischen 1,50 m und 4,20 m u. GOK zusätzlich schwache organische Beimengungen auf.

Diese bindigen Lockergesteine wurden an den Bohrpunkten BP 1 bis BP 3 angetroffen, wobei die Schichtmächtigkeiten lokal deutlich variieren. Bei BP 4 und BP 5 fehlen die Homogenbereiche BU2 und BT2 gänzlich. Die Konsistenz der Sedimente ist als steif einzustufen. Die Bodenfarbe reicht von braun bis hellgrau.

Homogenbereich BU3 bzw. BT3 – Schluff bzw. Ton, sandig, kiesig (halbfest)

Die Homogenbereiche BU3 und BT3 setzen sich aus Schluff (BU3) bzw. Ton (BT3) mit variierenden Sand- und Kiesbeimengungen zusammen. Sie wurden an BP 2 und BP 3 in Tiefenbereichen von 0,50 m bis 1,50 m bzw. 0,60 m bis 2,00 m u. GOK erkundet. Im Unterschied zu den Homogenbereichen BU2 und BT2 weisen diese Sedimente eine halbfeste Konsistenz auf. Die Farbe der bindigen Böden ist überwiegend hellgrau.

Homogenbereich C2 bzw. C3 – Sand, kiesig, tonig (mitteldicht bzw. dicht)

Die Homogenbereiche C2 und C3 bestehen überwiegend aus Sand mit variierenden Kies- und Tonbeimengungen. Mit Ausnahme von BP 3 wurden diese Sedimente an allen Bohrpunkten angetroffen. Die jeweiligen Tiefenlagen variieren dabei deutlich zwischen den einzelnen Aufschlüssen. Die Lagerungsdichte ist als mitteldicht (C2) bis dicht (C3) einzustufen. Die Bodenfarbe reicht von braun bis hellbraun.

3.3 Hydrogeologie

Nach der Hydrogeologischen Karte von Baden-Württemberg im Maßstab 1:50.000 stehen im oberflächennahen Bereich überwiegend Deckschichten aus Schluff bzw. Ton mit rolligen Beimengungen (*Altwasserablagerungen*) an. Darunter folgt die Mannheim-Formation. Geochemisch ist innerhalb des Untersuchungsbereichs mit silikatischen, karbonatischen sowie lokal organischen Gesteinstypen zu rechnen.

Mit Ausnahme von BP 5 wurde an sämtlichen Erkundungspunkten Grundwasser angetroffen. Die gemessenen Grundwasserstände lagen dabei in Tiefenbereichen zwischen ca. 1,50 m u. GOK und 4,00 m u. GOK. Innerhalb der bindigen Schichten aus Ton bzw. Schluff ist zudem mit dem Auftreten von Schichten- und Stauwasser zu rechnen.

Abbildung 7 zeigt die in der hydrogeologischen Karte dargestellten HQ10- und HQ50-Flächen. Diese kennzeichnen Bereiche, die statistisch bei Hochwasserereignissen unterschiedlicher Wiederkehrwahrscheinlichkeit überflutet werden können. Ein HQ10-Ereignis beschreibt ein Hochwasser, das im langjährigen Mittel einmal in 10 Jahren erreicht oder überschritten wird. Die statistische Eintrittswahrscheinlichkeit beträgt somit 10 % pro Jahr. Ein HQ50-Ereignis bezeichnet dagegen ein Hochwasser mit einer mittleren Wiederkehrzeit von 50 Jahren und einer jährlichen Eintrittswahrscheinlichkeit von 2 %. Es ist zu berücksichtigen, dass es sich hierbei um statistische Wiederkehrintervalle handelt, sodass mehrere Hochwasserereignisse auch innerhalb kurzer Zeiträume auftreten können.

Aufgrund der stark variierenden sowie lokal hohen Grundwasserstände entlang der geplanten Kabeltrasse ist während der Bauausführung voraussichtlich eine offene Wasserhaltung erforderlich.

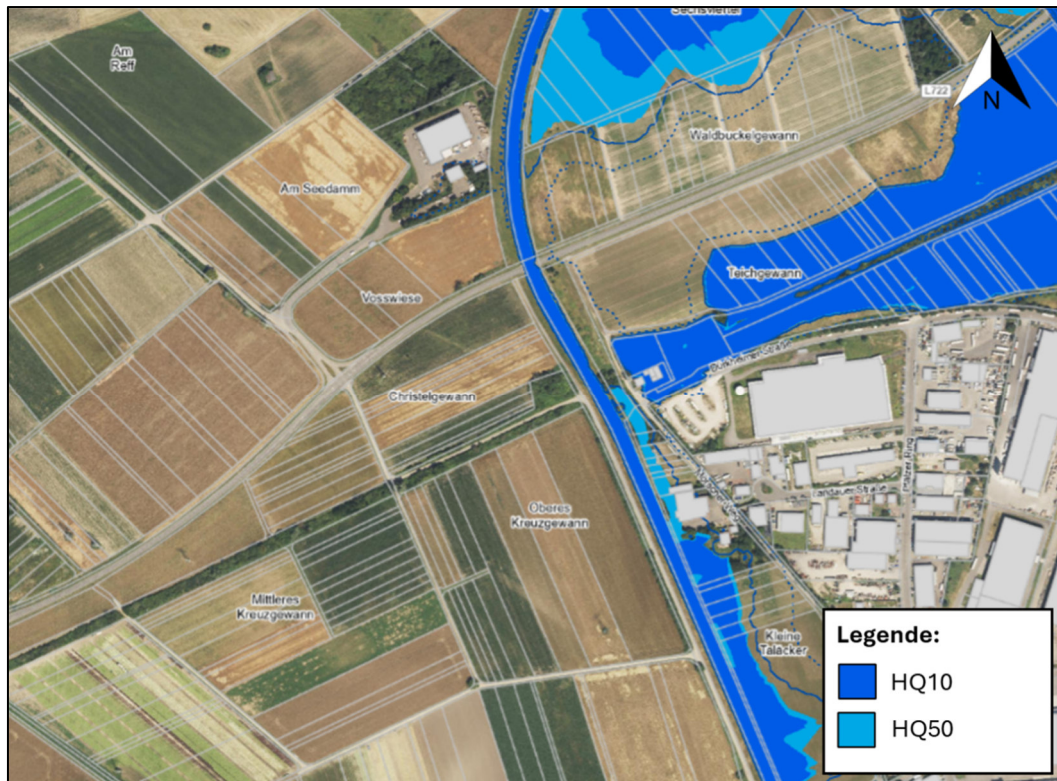


Abbildung 7: Auszug aus der hydrogeologischen Karte von Baden-Württemberg mit Überschwemmungsgebiete HQ10 und HQ50 im Bereich der geplanten Kabelleitung.

4 Baugrund

4.1 Baugrundbeurteilung

Die Kenntnisse zur geotechnischen Situation basieren sowohl auf der regionalgeologischen Ausgangssituation als auch auf den im Zuge der Baugrunderkundung durchgeführten fünf direkten Aufschlüssen nach DIN EN ISO 22475-1.

Wie in Kapitel 3 beschrieben, stehen im Untersuchungsgebiet oberflächennah überwiegend Auenlehme aus Schluff und Ton mit variablen Sand- und Kiesbeimengungen an. Unterhalb dieser bindigen Deckschichten ist mit Sandablagerungen zu rechnen. Die Mächtigkeit des Auenlehms variiert dabei lokal zum Teil deutlich.

Im östlichen Abschnitt der Kabeltrasse, im Bereich der Kraichbachquerung, ist mit Ablagerungen der Mannheim-Formation zu rechnen. Diese besteht im erkundeten Bereich überwiegend aus Kiesen bis Mittelsanden. Darüber hinaus können innerhalb dieser geologischen Einheit vereinzelt Diamikte sowie selten Torflagen auftreten.

In den Tabellen 2 und 3 werden die angetroffenen Bodenschichten auf Grundlage der Bodengruppeneinteilung nach DIN 18196 hinsichtlich ihrer bautechnischen Eignung bewertet. Dabei erfolgt in Tabelle 2 die Beurteilung im Hinblick auf die geplanten HDD-Bohrungen, während Tabelle 3 die Bewertung für die offene Bauweise enthält.

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte der erbohrten Bodenschichten und Homogenbereiche.

Homogenbereich mechanische Parameter	BU2 bzw. BU3	BT2 bzw. BT3	C2	C3
ortsübliche Bezeichnung [-]	Schluff, sandig, tonig	Ton, schluffig, sandig	Sand, kiesig, tonig	Sand, kiesig, tonig
Bodengruppe [-]	UM-UL	TM-TL	SU*/ST*	SW/SU/ST/ST*
Bodenklasse (DIN 18300)	4	4	4	3-4
Bodenklasse (DIN 18301)	BB2-BB3	BB2-BB3	BN2	BN1-BN2
Felsklasse (DIN 18301)	-	-	-	-
Korngrößenverteilung [%]	-	-	-	-
Massenanteil Steine, Blöcke & große Blöcke [%]	-	-	-	-
Mineralogische Zusammensetzungen der Steine & Blöcke [%]	-	-	-	-
Dichte [g/cm ³]	1,8 ± 0,2	2,0 ± 0,2	1,9 ± 0,2	2,0 ± 0,2
Wichte ohne Auftrieb γ [kN/m ³]	18 ± 2	20 ± 2	19 ± 2	20 ± 2
Wichte mit Auftrieb γ' [kN/m ³]	10 ± 2	10 ± 2	11 ± 2	12 ± 2
Kohäsion c' [kN/m ²]	10 ± 5	22 ± 8	-	-
Undränierete Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	30 ± 10	75 ± 25	-	-
Wassergehalt W_N [%]	5-15	10-25	5-20	5-20
Durchlässigkeit [m/s]	1*10 ⁻⁶ – 1*10 ⁻⁸	1*10 ⁻⁷ – 1*10 ⁻¹⁰	1*10 ⁻⁵ – 1*10 ⁻⁷	1*10 ⁻³ – 2*10 ⁻⁶
Konsistenz / Lagerungsdichte [-]	steif-halbfest	steif-halbfest	mitteldicht	dicht
Kalkgehalt [-]	-	-	-	-
Sulfatgehalt [-]	-	-	-	-
Organischer Anteil [-]	5%	-	-	-
Benennung & Beschreibung organischer Böden [-]	Torf	-	-	-
Abrasivität (Erfahrungswerte nach LCPC-ABR Index) [g/t]	200	150	300	500
Cerchar Abrasivitäts Index (CAI; Erfahrungswerte nach DGGT) [-]	-	-	-	-
Winkel der inneren Reibung ϕ' [°]	25 ± 5	20 ± 5	32 ± 5	35 ± 5
Einaxiale Druckfestigkeit (Erfahrungswert) [MN/m ²]	-	-	-	-

Wasserspiegel (m u. GOK)	Zulässige Bodenpressung bis 1,5 m Tiefe	Erdauflastwinkel β_{0S} [°]	Erdauflastwinkel β_{0A} [°]	Wichte mit Auftrieb γ' [kN/m³]	Wichte ohne Auftrieb γ [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ' [Grad]	Frostempfindlichkeit	Erosionsempfindlichkeit	Zusammendrückbarkeit	Verdichtungsfähigkeit	Scherfestigkeit	Konsistenz/Lagerungsdichte (im Gelände)	Homogenbereich	Bohrklassen (DIN 18301)	Bodenklasse (DIN 18300; VOB 2012)	Bodengruppe (DIN 18196)	Schicht (Tiefe bis m u. GOK)	Erkundungspunkt
1	4,00	Keine Angabe	siehe oben (Tabelle 2)	groß bis mittel	gering bis mittel	groß bis mittel	groß bis mittel	gering bis mittel	groß bis mittel	mäßig	mittel	-	A	BO1	1	OH	0,50	1
				sehr groß	groß	gering-groß	schlecht-mäßig	mäßig	steif	BU2	4	UM-UL	2,60					
				groß	groß bis mittel	gering bis mittel	mäßig	groß bis mittel	mitteldicht	C2	4	ST*	7,00					
2	2,50	Keine Angabe	siehe oben (Tabelle 2)	groß bis mittel	gering bis mittel	groß bis mittel	groß bis mittel	gering bis mittel	groß bis mittel	mäßig	mittel	-	A	BO1	1	OH	0,50	2
				groß bis mittel	groß bis mittel	gering-groß	schlecht	gering	halbfest	BT3	4	TM-TL	1,50					
				sehr groß	groß	gering-groß	schlecht-mäßig	mäßig	steif	BU2	4	UM-UL	4,20					
				groß	groß bis mittel	gering bis mittel	mäßig	groß bis mittel	mitteldicht	C2	4	ST*	7,00					
3	1,50	Keine Angabe	siehe oben (Tabelle 2)	groß bis mittel	gering bis mittel	groß bis mittel	groß bis mittel	gering bis mittel	groß bis mittel	mäßig	mittel	-	A	BO1	1	OH	0,60	3
				groß bis mittel	groß bis mittel	gering-groß	schlecht	gering	halbfest	BT3	4	TM-TL	2,00					

5 Bauverfahren / Bauausführung

5.1 Offener Grabenbau

Beim Einbau von erdverlegtem Kabeln kann bei der offenen Bauweise der Boden lagenweise ausgehoben und auf einzelnen Mieten separat zwischengelagert werden. Nach DIN 4124 sind die beim Aushub freigelegten Erdwände von Baugruben und Gräben so abzuböschen, zu verbauen oder anderweitig zu sichern, dass sie während der einzelnen Bauzustände standsicher sind. Baugruben und Gräben bis maximal 1,25 m Tiefe dürfen ohne Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn die angrenzende Geländeoberfläche nicht steiler als 1:2 bei mindestens steifen bindigen Böden bzw. 1:10 bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden ist. Bei einer Tiefe zwischen 1,25 m und 1,75 m muss der mehr als 1,25 m über der Sohle anstehende Bereich der Erdwand unter dem Winkel $\leq 45^\circ$ geböscht werden. Bei Baugruben und Gräben mit einer Tiefe $> 1,75$ m dürfen die jeweiligen Böschungswinkel ohne Nachweis der Standsicherheit nicht überschritten werden:

- $\beta = 45^\circ$ bei nichtbindigen oder weichen bindigen Böden
- $\beta = 60^\circ$ bei mindestens steifen bindigen Böden
- $\beta = 80^\circ$ bei Fels.

Ist aufgrund von beengten Platzverhältnissen und der geforderten Arbeitsraumbreite keine Böschung herzustellen, so ist die Baugruben- bzw. Grabenwand zu verbauen.

Ein rechnerischer Nachweis der Standsicherheit der Baugrube ist nachzuweisen, wenn die Höhe der Baugruben- bzw. Grabenwand > 5 m beträgt oder eine der Voraussetzungen nach DIN 4124 Abschn. 4.2.8 vorliegt.

Weiterhin sind Baugeräte sowie Fahrzeuge die folgenden Abstände zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante einzuhalten:

nach DIN 4124	Gewicht (t)	Abstand (m)
Baugeräte	bis 12	mindestens 1
	mehr als 12	mindestens 2

5.2 HDD-Bohrungen

Bei dem gesteuerten Spülbohrverfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 125 (6.1.3.3 HDD-Verfahren) wird der Boden mechanisch gelöst. Dies erfolgt in zwei Schritten. Mit der Pilotbohrung wird das Gestein mit einer Kombination aus Verdrängungs- und Spülungsverfahren gelöst, bzw. das Bohrgestänge unter Zuhilfenahme der Bohrsuspension, des Drehmoments und der Schubkraft von der Startgrube zur Zielgrube geführt.

Im Lockergestein wird die Pilotbohrung durch einen schrägen Bohrkopf gesteuert und kann über die Rotation des Bohrgestänges in jede Richtung gelenkt werden. Über den Druckstrahl der Bohrsuspension kann zusätzlich Einfluss auf die Richtung der Pilotbohrung genommen werden.

Die Ortung der Pilotbohrung erfolgt kontinuierlich auf ihre horizontale und vertikale Position hin. Sie basiert auf dem Sender-Empfänger Prinzip. Der Sender ist im Bohrkopf eingebaut und kann direkt über den Empfänger geortet werden. Bei HDD-Bohrungen, die keine Möglichkeit haben mittels „Overwalk-Verfahren“ den Sender zu orten, kann eine kabelgeführte Sonde an den Bohrkopf angebracht werden. Alle Bohrdaten können elektronisch in einem Bohrprotokoll gespeichert werden.

Nach der Pilotbohrung wird anstatt des Bohrkopfes ein Aufweitkopf oder „Backreamer“ an den Bohrstrang angebracht. Der Durchmesser des Aufweitkopfes kann aufgrund möglicher Mantelreibung ca. das 1,5-fache des Rohrdurchmessers betragen. Er ist von mehreren Kriterien abhängig:

- 1.) Durchmesser des einzuziehenden Rohres
- 2.) Bohrlänge
- 3.) Verbindungsmuffen und Rohrmaterial
- 4.) Bodenformation und Lagerungsdichte

Ist ein großer Rohrdurchmesser gefordert kann die Aufweitung in Abhängigkeit der Gesteinsformationen in mehreren Aufweitbohrungen erfolgen. In Abhängigkeit des Rohrmaterials werden für den Einzug spezielle Ziehköpfe verwendet. Bei HDPE-Rohren werden Spreiznippel mit innenliegendem Konus aufgeschraubt. Bei Stahlrohren verwendet man Klöppelböden mit Gabelkopf.

5.3 Bauausführung und Risiken bei HDD-Bohrverfahren

Die erkundeten Bodenschichten und Gesteinsformationen sind grundsätzlich für ein Spülbohrverfahren geeignet. Während der Bauausführung ist das Gelände laufend auf auffällige Veränderungen zu überprüfen. Um auftretende Ausspülungen zu erkennen ist eine laufende Massenkontrolle des Bentonits durchzuführen. Diesbezüglich ist vor Bohrbeginn der Mud-Faktor nach Vorgabe der DCA (Verband Güteschutz Horizontalbohrungen) zu erstellen. Bentonitzusammensetzung sowie die Volumina des geförderten und entsorgten Bentonits, wie auch die Vortriebs-, Torsions- und Einzugskräfte sind zu protokollieren. Die maximale Zugbelastung des Rohres ist mit den Zugkräften der Bohranlage abzustimmen.

Da die prägende Baukomponente beim HDD-Verfahren der anstehende Baugrund ist, und dieser niemals hinsichtlich seines Verhaltens auf die Bohrung vollständig erkundet werden kann, bleibt immer ein Baugrundrisiko bestehen. Wie in mehreren Literaturen beschrieben, sind Bereiche zu meiden, die nachweislich bei der Durchführung einer HDD-Bohrung zu Problemen führen können bzw. sind Maßnahmen zu treffen, die eine Durchörterung solcher geologischen Einheiten möglich machen.

Im Bereich der Start- und Zielgruben ist aufgrund der geringen Überdeckung, der Spülungsdruck so gering wie möglich zu halten, da es ansonsten zu **Ausbläsern** kommen kann. Ein Ausbläser tritt auf, wenn die Bohrspülung durch Schwachstellen im Boden, wie etwa Hohlräume oder stark durchlässige Schichten, entweicht. Dies kann zu Umweltbelastungen und Schäden an der Oberfläche führen. Die Anpassung des Drucks und der Zusammensetzung der Bohrspülung kann helfen, das Risiko von Ausbläsern zu minimieren.

Aufgrund der anstehenden bindigen Bodenschichten ist zudem mit einer möglichen **Verschmierung der Bohrdüsen** während der Pilotbohrung zu rechnen, wodurch die Wirksamkeit der Bohrspülung beeinträchtigt werden kann. Dieser Umstand ist insbesondere bei der Ausführung der HDD-Bohrungen im Bereich der Gewässerkreuzung zu berücksichtigen

Diamikte stellen aufgrund ihrer stark heterogenen und unsortierten Zusammensetzung eine erhöhte geotechnische Unsicherheit bei HDD-Bohrungen dar. Durch das Gemisch aus bindigen und rolligen Anteilen sowie möglichen Steinen oder Blöcken kann es lokal zu abrupt wechselnden Bohrwiderständen kommen. Dies kann zu einer erhöhten Belastung des

Bohrkopfes führen, die Steuerbarkeit der Pilotbohrung erschweren und das Risiko von Ablenkungen erhöhen. Zudem besteht die Gefahr eines ungleichmäßigen Bohrfortschritts sowie einer lokal instabilen Bohrlochwandung, was die Führung der Bohrspülung und den Einzug des Rohrstrangs beeinträchtigen kann.

Die vorzufindende Baugrundsituation beruht auf Interpolation und Interpretation punktuell erkundeter Aufschlüsse. Abweichungen können daher nicht ausgeschlossen werden und sind sofort anzuzeigen. Bei der Errichtung von Start- und Zielgruben ist die DIN 4124 einzuhalten. Die Baugruben sind gemäß der verfahrenstechnischen Anforderungen entsprechend zu dimensionieren sowie gegen herabstürzendes Material mittels adäquaten Verbau abzusichern und gegebenenfalls abzudichten. Außerdem ist bei der Herstellung der Baugruben ein Vergleich der angetroffenen Bodenverhältnisse zu den erstellten Schichtverzeichnissen durchzuführen. Bei deutlichen Abweichungen muss umgehend der Auftraggeber informiert und die Bauarbeiten den neuen Gegebenheiten angepasst werden. Treten im Verlauf der Bauarbeiten Unregelmäßigkeiten auf oder kündigen sich Schäden an, ist sofort ein Gutachter zu verständigen.

6 Schlussbemerkung

Im Rahmen der vorliegenden geotechnischen Stellungnahme wurden die durchgeführten Feldarbeiten und die geologischen Verhältnisse für die geplante Verlegung der 20-kV-Mittelspannungskabel in Hockenheim recherchiert, dokumentiert, zusammengestellt und bewertet.

Ziel der Untersuchung war es, die Untergrundverhältnisse im Bereich der Kabeltrasse zu beschreiben und die Bodenarten bzw. Bodenklassen für die technische Ausführung aufzubereiten. Da dem Baugrundsachverständigen derzeit nicht alle relevanten Gesichtspunkte bekannt sein können, erhebt dieser Bericht keinen Anspruch auf Vollständigkeit in allen Detailpunkten. Im Zuge der weiteren Planung und Bauausführung können in diesem Zusammenhang weitere Untersuchungen und geotechnische Beurteilungen erforderlich werden.

Es ist weiterhin zu beachten, dass während der Bauarbeiten die anstehenden Gesteinsschichten mit den Ergebnissen dieser Baugrunduntersuchung zu vergleichen sind, da Abweichungen der Untergrundverhältnisse außerhalb der punktuell erschlossenen Gesteinsformationen nicht auszuschließen sind. Bei Abweichungen der Verhältnisse und bei weiteren Fragen ist ein Baugrundsachverständiger einzuschalten. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die an der Planung und Bauausführung beteiligten Personen unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten und Angaben alle erforderlichen Nachweise etc. entsprechend dem Stand der Technik führen.

Für weitere geotechnischen Beratungen im Zuge dieses Projektes stehen wir gerne zur Verfügung.

Alsfeld, den 15.05.2026

A handwritten signature in blue ink that reads "I. A. Andrew Halloran".

Andrew Halloran
B. Sc. Geowissenschaften

7 Anhang

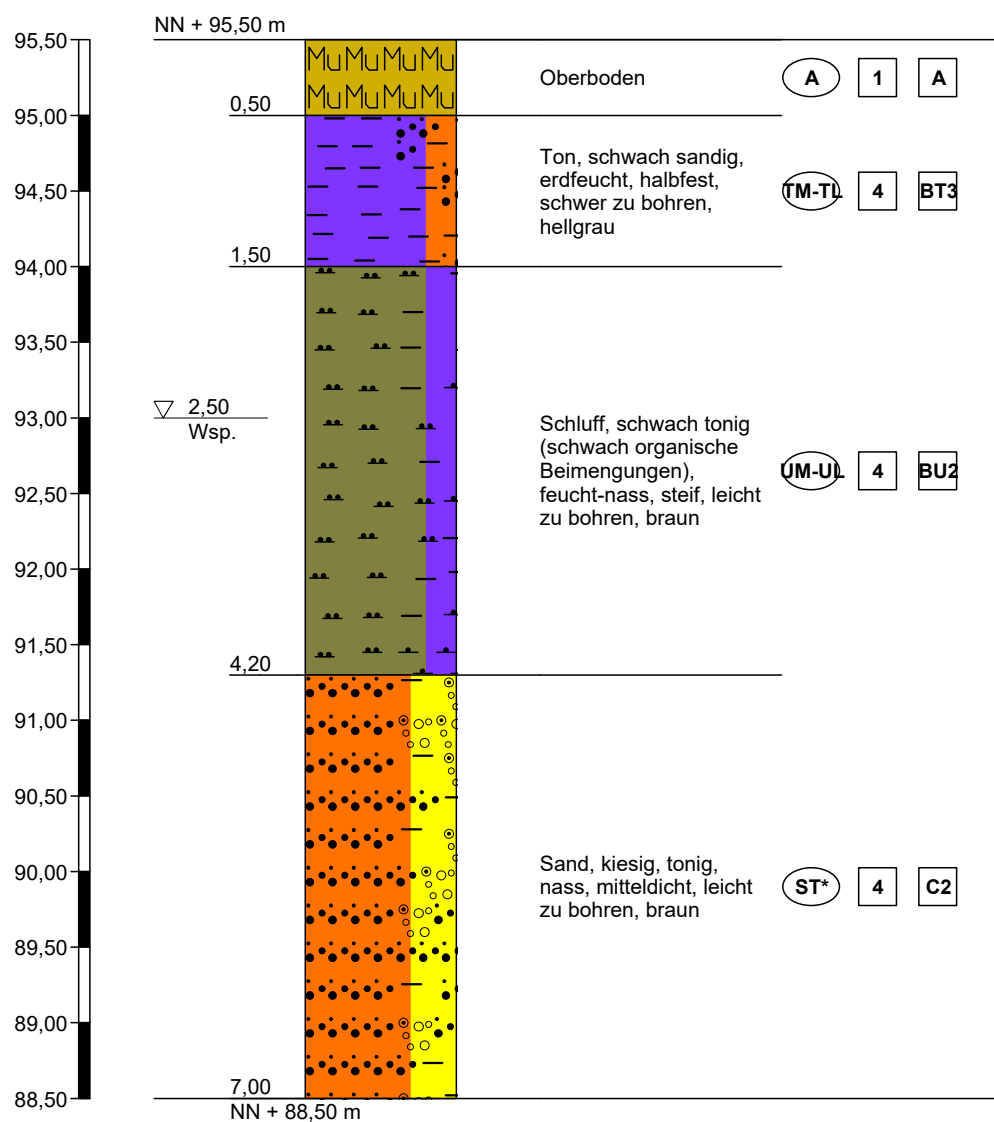
7.1 Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse



		Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1				Anlage Bericht: Az.:		
Bauvorhaben: 20-kV-Kabelleitung, Hockenheim								
Bohrung Nr BP 1 /Blatt 1						Datum: 27.04.2026		
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,50	a) Oberboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) A	i)				
2,60	a) Schluff, sandig, tonig, kiesig							
	b)							
	c) erdfeucht, steif	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) UM-UL	i)				
7,00	a) Sand, kiesig, tonig							
	b)							
	c) erdfeucht bis nass, mitteldicht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) ST*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.								

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

BP 2

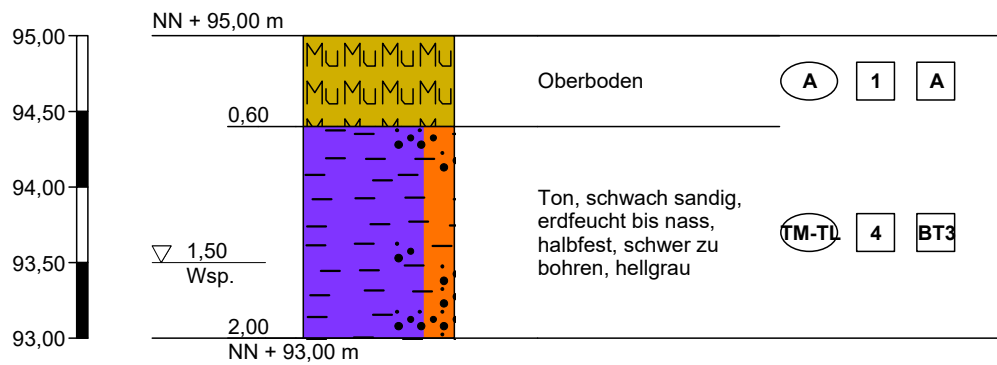


Höhenmaßstab 1:50

		Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1				Anlage Bericht: Az.:		
Bauvorhaben: 20-kV-Kabelleitung, Hockenheim								
Bohrung Nr BP 2 /Blatt 1						Datum: 27.04.2026		
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,50	a) Oberboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) A	i)				
1,50	a) Ton, schwach sandig							
	b)							
	c) erdfeucht, halbfest	d) schwer zu bohren	e) hellgrau					
	f)	g)	h) TM-TL	i)				
4,20	a) Schluff, schwach tonig (schwach organische Beimengungen)							
	b)							
	c) feucht-nass, steif	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) UM-UL	i)				
7,00	a) Sand, kiesig, tonig							
	b)							
	c) nass, mitteldicht	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) ST*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.								

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

BP 3

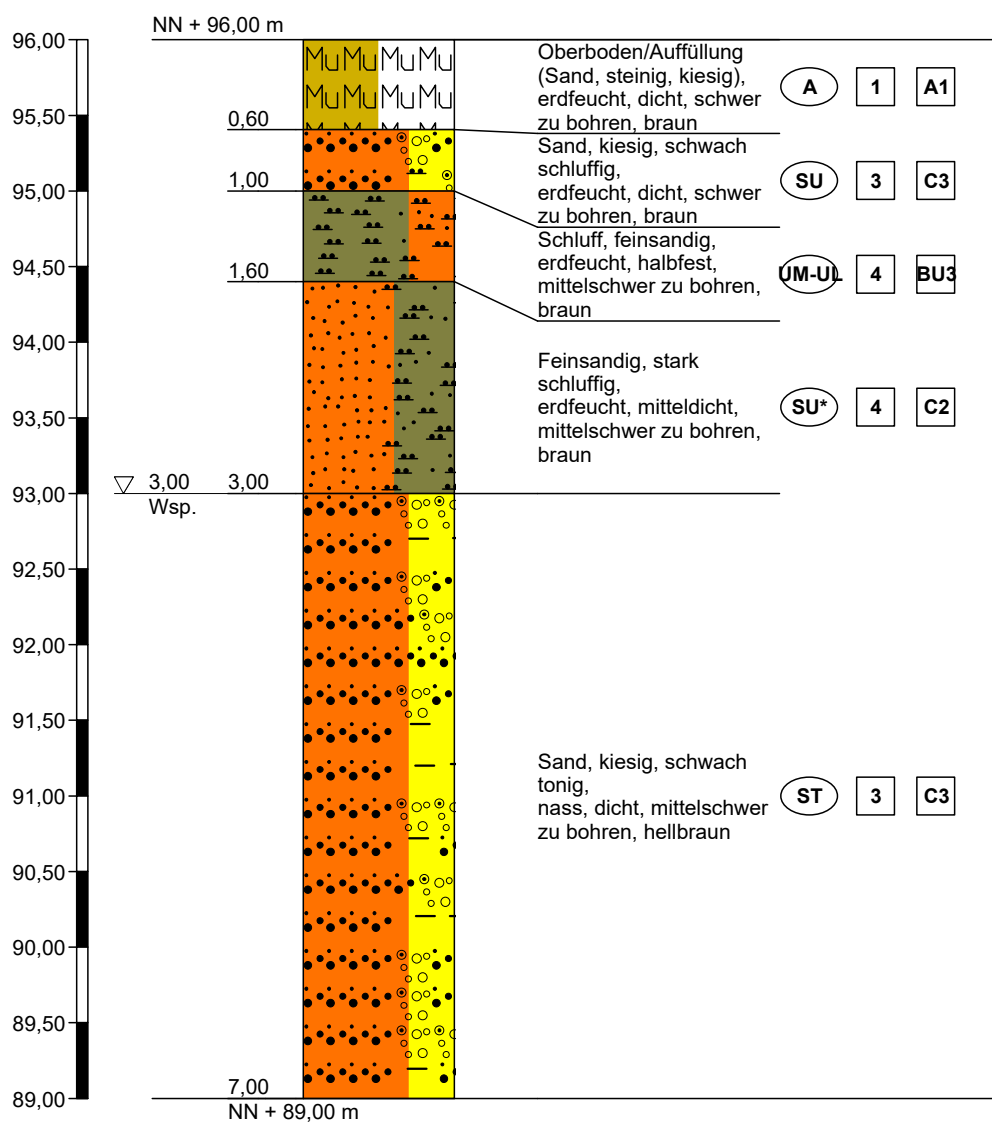


Höhenmaßstab 1:50

		Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1				Anlage Bericht: Az.:		
Bauvorhaben: 20-kV-Kabelleitung, Hockenheim								
Bohrung Nr BP 3 /Blatt 1						Datum: 27.04.2026		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,60	a) Oberboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) A	i)				
2,00	a) Ton, schwach sandig							
	b)							
	c) erdfeucht bis nass, halbfest	d) schwer zu bohren	e) hellgrau					
	f)	g)	h) TM-TL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.								

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

BP 4

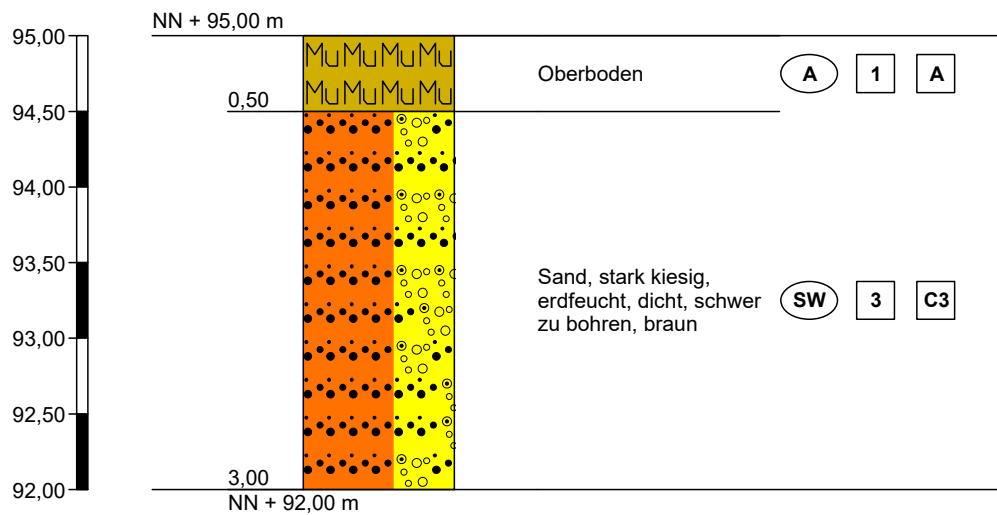


Höhenmaßstab 1:50

		Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1				Anlage Bericht: Az.:		
Bauvorhaben: 20-kV-Kabelleitung, Hockenheim								
Bohrung Nr BP 4 /Blatt 1						Datum: 27.04.2026		
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,60	a) Oberboden/Auffüllung (Sand, steinig, kiesig)							
	b)							
	c) erdfeucht, dicht	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) A	i)				
1,00	a) Sand, kiesig, schwach schluffig							
	b)							
	c) erdfeucht, dicht	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SU	i)				
1,60	a) Schluff, feinsandig							
	b)							
	c) erdfeucht, halbfest	d) mittelschwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) UM-UL	i)				
3,00	a) Feinsandig, stark schluffig							
	b)							
	c) erdfeucht, mitteldicht	d) mittelschwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SU*	i)				
7,00	a) Sand, kiesig, schwach tonig							
	b)							
	c) nass, dicht	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun					
	f)	g)	h) ST	i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.								

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

BP 5



Höhenmaßstab 1:50

		Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 14688-1/14689-1				Anlage Bericht: Az.:		
Bauvorhaben: 20-kV-Kabelleitung, Hockenheim								
Bohrung Nr BP 5 /Blatt 1						Datum: 27.04.2026		
1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,50	a) Oberboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) A	i)				
3,00	a) Sand, stark kiesig							
	b)							
	c) erdfeucht, dicht	d) schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) SW	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.								