



Bodenschutzkonzept

Anschluss Bachl

Objekt: 110-kV-Kabelleitung Anschluss Bachl

Version: 1.2

Auftraggeber: OMEXOM Hochspannung GmbH
Vahrenwalder Straße 261
30179 Hannover

im Auftrag der: Bayernwerk Netz GmbH
Luitpoldplatz 5
95444 Bayreuth

Berichtsdatum: 29.10.2021

Projektnummer: L20-II-387.242-2

Bearbeiter: Dipl.-Geogr. Kerstin Scholz

Berichtsumfang: Text: 24 Seiten
Anlagen: 4

i.A. Marco Vierkant
Dipl.-Geogr. Marco Vierkant
geschäftsführender Gesellschafter



i.A. K. Scholz

Dipl.-Geogr. Kerstin Scholz
Bearbeiter

Hauptsitz
Am Oberen Anger 9
04435 Schkeuditz

Niederlassung Süd
Röhrenbach 16
88633 Heiligenberg

Niederlassung Gera
Meuselwitzer Str. 46
07546 Gera

Projektbüro Koblenz
Jakob-Hasslacher-Str. 4
56070 Koblenz

I - Änderungshistorie

| Version | Aktualisierungsdatum | Bearbeiter | Freigegeben durch / am | Kurzbeschreibung / Anlass der Änderung |
|---------|----------------------|------------|------------------------|--|
| 1.0 | 09.09.2021 | Scholz | Azendorf / 09.09.2021 | Erstellung Bodenschutzkonzept |
| 1.1 | 30.09.2021 | Scholz | Azendorf / 30.09.2021 | redaktionelle Änderungen |
| 1.2 | 29.10.2021 | Scholz | Azendorf / 29.10.2021 | redaktionelle Änderungen |



II - Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1. Veranlassung | 4 |
| 2. Methodik | 5 |
| 3. Landschaft | 5 |
| 3.1 Geologie | 5 |
| 3.2 Relief | 6 |
| 3.3 Hydrogeologie | 7 |
| 3.4 Klima | 8 |
| 4. Pedosphäre | 8 |
| 4.1 Böden im Untersuchungsgebiet | 8 |
| 4.2 Gefährdungspotenziale | 10 |
| 4.2.1 Bodenverdichtung und Gefügeschäden | 10 |
| 4.2.2 Erosion | 11 |
| 4.2.3 Verschlammungsneigung | 12 |
| 4.2.4 Vermischung | 12 |
| 4.2.5 Wasserhaltungsmaßnahmen, Vernässungen | 13 |
| 4.2.6 Gefahren durch die geschlossene Bauweise | 13 |
| 4.2.7 Sonstige allgemeine Gefahren | 13 |
| 5. Maßnahmen zur Bauausführung | 14 |
| 5.1 Hinweise zum Bauzeitenplan / Schlechtwetterszenarien | 14 |
| 5.2 Arbeitsstreifenbreite | 14 |
| 5.3 Bodenabtragsplanung | 15 |
| 5.3.1 Aushub | 15 |
| 5.3.2 Zwischenlagerung | 16 |
| 5.3.3 Wiedereinbau | 17 |
| 5.4 Baustraßen | 17 |
| 5.5 Erosionsschutzmaßnahmen | 20 |
| 5.6 Schutz vor Vernässungen | 21 |



| | |
|---------------------------------|----|
| 6. Rekultivierungsmaßnahmen | 21 |
| 7. Bodenkundliche Baubegleitung | 23 |
| 8. Schlussbemerkung | 23 |
| 9. Quellenverzeichnis | 24 |

Anlagen

- 1 Schummerungskarte mit Trassenverlauf
- 2 Schummerungskarte mit Trassenverlauf und Gefährdungspotenzialen
- 3 Tabellarische Auflistung der Gefährdungspotenziale und empfohlenen Schutzmaßnahmen
- 4 Informationsblatt zur Zwischenbewirtschaftung „09.01.03_Infoblatt_Zwischenbewirtschaftung“



1. Veranlassung

Die OMEXOM Hochspannung GmbH plant im Auftrag der Bayernwerk Netz GmbH den Bau der 110-kV-Kabelleitung Anschluss Bachel. Die Kabelleitung beginnt am Mast 150n der 110-kV-Leitung Sittling – Regensburg (LH-08-01) südlich der Ortschaft Buchhofen in der Gemeinde Saal, verläuft östlich eines Waldgebietes bzw. westlich der Ortschaften Unterschambach und Großmuß, quert nordwestlich der Ortschaft Bachel den Hopfenbach und endet am Umspannwerk in Bachel. Die Trasse ist ca. 7 km lang.

Die Verlegung der Erdkabel soll nach derzeitiger Planung in offener Bauweise in einer Tiefe von ~ 1,65 m unter Geländeoberkante GOK erfolgen. Die Grabensohle bei einer offenen Bauweise ist in einer Tiefe von ~ 1,75 m geplant. An 9 Straßen- und Gewässerquerungen ist eine grabenlose Verlegung mittels Horizontalspülbohrverfahren (HDD) vorgesehen. Die Leitungstrasse besteht aus zwei parallelen Strängen mit jeweils drei Kabeln in insgesamt sechs PE-/PP- Schutzrohren mit einer Nennweite von DN180. Hinzu kommt ein LWL- Schutzrohr der Nennweite DN50. Das Regelgrabenprofil ist nachfolgend dargestellt:

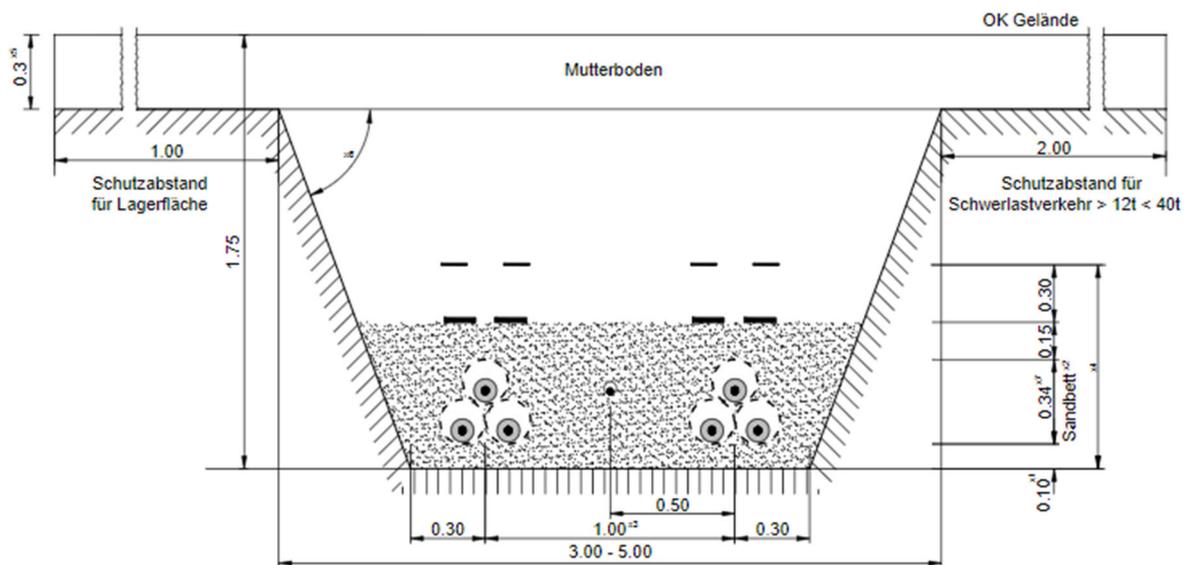


Abb. 1: Darstellung des geplanten Regelgrabenprofils (Quelle: OMEXOM Hochspannung GmbH)

Neben den beiden Kabelübergangsanlagen am Mast (Kabelübertragungstraverse) und im Umspannwerk sind im Kabelverlauf weitere Muffenstandorte (Verbindungs-muffen, Crossbonding- Muffen) vorgesehen.

Die Verlegung von unterirdischen Leitungen stellt dabei einen unvermeidbaren Eingriff in die Pedosphäre dar. Hierbei obliegt dem Vorhabenträger eine besondere Verantwortung bei Baumaßnahmen die natürlichen Bodenfunktionen nachhaltig zu sichern und wiederherzustellen, schädliche Bodenveränderungen auf ein Minimum zu reduzieren und die Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen zu treffen. In dem vorliegenden Bodenschutzkonzept soll der betroffene Naturraum beschrieben, mögliche Gefährdungspotenziale identifiziert und Maßnahmen im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes abgeleitet werden.

Mit den dafür notwendigen Rechercharbeiten, der bodenkundlichen Auswertung der abgeteufften Baugrunderkundungsbohrungen und -sondierungen und der Erstellung des Bodenschutzkonzeptes wurde die BUCHHOLZ + PARTNER GmbH beauftragt.

2. Methodik

Zur Charakterisierung der vorkommenden Böden im Untersuchungsgebiet sowie zur Ableitung des Bodenschutzkonzeptes wurden folgende Methoden eingesetzt:

- **Vorerkundung:** Auswertung von pedologischen, geologischen, hydrogeologischen und topographischen Quellen, Auswertung von Planungsunterlagen, Internetrecherche.
- **Baugrunduntersuchung:** Auswertung der Baugrunduntersuchung von 2021 hinsichtlich bodenkundlicher Aspekte.
- **Bodenschutzkonzept** – Ableitung von charakteristischen Bodeneigenschaften, damit verbundenen Gefährdungspotenzialen sowie Maßnahmen zum vorsorgenden Bodenschutz bei der vorgenannten Baumaßnahme.

Für die Beschreibung des Naturraumes sowie zur Ableitung der Bodentypen und -eigenschaften wurde folgendes Karten- und Datenmaterial verwendet:

- Übersichtsbodenkarte 1:25.000,
- Bodenschätzungsübersichtskarte 1:25.000,
- Standortkundliche Bodenkarte 1:25.000,
- Karten zum Bodenwasser (Grad der Grundnässe und Stau- oder Haftnässe),
- Karten zu Bodenfunktionen und Erosionsgefährdung,
- digitales Geländemodell (Rasterweite 1 m).

3. Landschaft

Die Trasse liegt im Naturraum Donau-Isar-Hügelland, das zu der Großlandschaft Niederbayerisches Hügelland und Oberbayerische Schotterplatten gehört. Es handelt sich um den Grenzbereich zwischen Alpenvorland und den südlichen Ausläufern der fränkischen Schichtstufenlandschaft mit periglazialer Überprägung.

Die sanft geschwungenen Hügelzüge werden durch ein feinverzweigtes Talnetz mit asymmetrischen Talhängen gegliedert. Das Gewässernetz ist jedoch lückenhaft, sodass nur in einem Teil des vorhandenen Talnetzes auch ein Fließgewässer vorhanden ist. Es können ebenso Trockentäler auftreten. Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Einzugsgebiet des Hopfenbaches, der bei Saal a. d. Donau in die Donau mündet. Jedoch beeinflusst die Donau die Oberflächenentwässerung nur in sehr geringem Maße. Die verkarstete Alb und die lokal auftretenden Terrassenkörper oder rolligen Molassesedimente entwässern das Untersuchungsgebiet vorrangig subterran.

Schutzgebiete sowie Überschwemmungsgebiete sind im geplanten Trassenbereich nicht betroffen.

3.1 Geologie

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Übergangsbereich der Frankenalb als Teil der süddeutschen Großscholle zur voralpinen Molassesenke mit periglazialer Überprägung. Es handelt sich aus der Sicht der Erdgeschichte um einen sehr ereignisreichen Raum, in dem viele verschiedenen geologische Prozesse



gewirkt haben und sich gegenseitig überprägen konnten. Auf diese Weise ist ein Mosaik verschiedenster Sedimente entstanden, das kleinräumig stark variieren kann. Lokal können auch erhebliche zeitliche Schichtlücken auftreten. Eine umfangreiche Beschreibung der Geologie kann dem geotechnischen Bericht zur Baugrunduntersuchung (BUCHHOLZ+PARTNER GmbH, Projektnummer L21-II-387.242-1, Version 1.2 vom 29.10.2021) entnommen werden.

Die im Untersuchungsgebiet angetroffenen Locker- und Festgesteine sind in Tabelle 1 zusammengestellt (die Nummerierung der Baugrundsichten ist dem geotechnischen Bericht entnommen). Als Bodenbildungsausgangsgesteine dienen vor allem die quartären Lockergesteine und nur am Anfang der Trasse auch die Alblehme, die das Verwitterungsprodukt der untergrundbildenden Festgesteine sind.

Tab. 1: Übersicht zu den Reliefbesonderheiten im Untersuchungsgebiet

| Baugrundsichten | | Bodenbildungsausgangsgestein |
|-----------------|-----------------------------|------------------------------|
| Nr. | Bezeichnung | |
| Y | Auffüllung | - |
| 1 | Oberboden | - |
| 2 | Kolluvium | ja |
| 3 | Löss / Sandlöss / Lösslehm | ja |
| 4 | Flugsand | ja |
| 5 | periglazialer Decklehm | ja |
| 6 | periglazialer Decksand | ja |
| 7 | Terrassenschotter | ja |
| 8 | Terrassensand | ja |
| 9 | Molasseton / Molasseschluff | ja |
| 10 | Molassesand | ja |
| 11 | Alblehm | ja |
| 12 | Kalkstein | nein |
| 13 | Kalksandstein | nein |
| 14 | Sandstein | nein |

3.2 Relief

Die Erdkabeltrasse befindet sich in einem sanft welligen Hügelland mit vorrangig Hangneigung kleiner 3°. Lediglich in fünf Abschnitten ist mit einer erhöhten Hangneigung von 3 bis 6° zu rechnen (vgl. Tabelle 2). Die erhöhte Hangneigung sollte bei der Anlage von Baustraßen bzw. beim Geräteinsatz berücksichtigt werden. Zusätzlich können anthropogene Veränderungen der Geländeoberfläche, wie z.B. Straßendämme, sichtbare Erhebungen darstellen.

Des Weiteren sollte bei der Baustelleinrichtung auf Bereiche natürlicher Abflussbahnen geachtet werden, da dort verstärkt Erosion und Vernässungen v. a. bei Starkniederschlagsereignissen auftreten können. Natürliche Abflussbahnen befinden sich an fünf Stellen entlang der Trasse (vgl. Tabelle 2).



Tab. 2: Übersicht zu den Reliefbesonderheiten im Untersuchungsgebiet

| Stationierung | | Reliefbesonderheit |
|---------------|---------|---|
| von | bis | |
| ~ 0+000 | ~ 0+080 | Hangneigung 3 bis 6° längs zur Trasse, natürliche Abflussbahn |
| ~ 0+450 | ~ 0+650 | Hangneigung 3 bis 6° quer zur Trasse |
| ~ 0+550 | | natürliche Abflussbahn |
| ~ 1+565 | ~ 1+700 | Hangneigung 3 bis 6° längs und quer zur Trasse |
| ~ 1+700 | ~ 2+010 | Hangneigung 3 bis 6° längs zur Trasse |
| ~ 2+820 | ~ 2+860 | natürliche Abflussbahn |
| ~ 5+300 | ~ 5+400 | Hangneigung 3 bis 6° längs zur Trasse |
| ~ 5+810 | ~ 5+850 | natürliche Abflussbahn |
| ~ 6+100 | ~ 6+240 | natürliche Abflussbahn |

3.3 Hydrogeologie

Das Untersuchungsgebiet liegt analog zur Geologie im Grenzbereich der hydrogeologischen Großräume Alpenvorland und Süddeutsches Schichtstufen- und Bruchschollenland bzw. der hydrogeologischen Räume Süddeutsches Molassebecken und Schwäbisch-Fränkische Alb bzw. der hydrogeologischen Teilräume Tertiär-Hügelland und Fränkische Alb. Dementsprechend befinden sich im Untergrund zwei Grundwasserkörper (GWK):

- GWK Malm Kehlheim ab ca. 360 m ü. NHN bzw. 30 bis 50 m u. GOK,
- GWK Vorlandmolasse ab ca. 375 m ü. NHN bzw. 15 bis 20 m u. GOK.

Bei der Baugrunderkundung ist nur bei vereinzelt Bohrungen und Sondierungen Wasser angetroffen worden. Bei dem angetroffenen Wasser handelt es sich vermutlich nur um Schichtenwasser bzw. um lokal auftretende schwebende Grundwasserlinsen (zwischen ca. 1 und 6 m u. GOK, meist oberhalb der weniger durchlässigen Schichten der Molassetone), da die gemäß der HYK 100 im Untergrund vorhandenen GWK Malm und Vorlandmolasse wesentlich tiefer zu erwarten sind. Generell kann in allen Tiefenlinien, wo sich der Oberflächenabfluss sammelt, abgeleitet oder versickert wird, zeitweise Schichtenwasser im Untergrund auftreten. Das gilt vor allem für Bereiche, wo ein geschichteter Untergrund aus gut wasser-durchlässigen über weniger wasser-durchlässigen Schichten vorhanden ist. Generell kann Schichtenwasser in allen Talbereiche auftreten zwischen Station:

- ca. 0+000 und 0+080 - Tälchen eines Zuflusses des Hopfenbachs von Buchhofen,
- ca. 2+820 und 2+860 - Tälchen eines namenlosen Grabens von Unterschambach,
- ca. 5+810 und 6+240 - Tal des Hopfenbachs.

Weitere Ausführungen zur Hydrogeologie können dem geotechnischen Bericht zur Baugrunduntersuchung (BUCHHOLZ+PARTNER GmbH, Projektnummer L21-II-387.242-1, Version 1.2 vom 29.10.2021) entnommen werden.

Entsprechend den Bodenbildungsausgangsgesteinen und den angetroffenen Wasserständen sind im Untersuchungsgebiet vor allem sicker- und stauwasserbestimmte Böden vorhanden. Grundwasserbeeinflusste Böden sind unwahrscheinlich. In Abhängigkeit der angetroffenen Bodenschichtung sind im Bereich



der Sandlöss, Flugsande, rolligen Kolluvien, Terrassensande, Molassesande und periglazialen Deck-
sande mit schnell dränenden Sickerwässern, im Bereich der bindigen Kolluvien, Löss, Lösslehme und
periglazialen Decklehme mit langsam dränenden Sickerwässern und im Bereich der Alblehne und Mo-
lassetone/-schluffe mit Stauwasser zu rechnen.

3.4 Klima

Im Untersuchungsgebiet herrscht ein warmgemäßigtes Klima, welches durch ganzjährige, aber im Sommer erhöhte Niederschläge sowie durch gemäßigte Temperaturen mit im Jahresverlauf stärkeren Schwankungen und einem Sommermaximum charakterisiert werden kann. Stellvertretend für die Region ist das Klimadiagramm von Bachtl in Abbildung 1 dargestellt. In Abhängigkeit der zu erwartenden Niederschlagsmengen und Sonneneinstrahlung bieten sich als günstige Monate für die Baumaßnahme September bis November an.

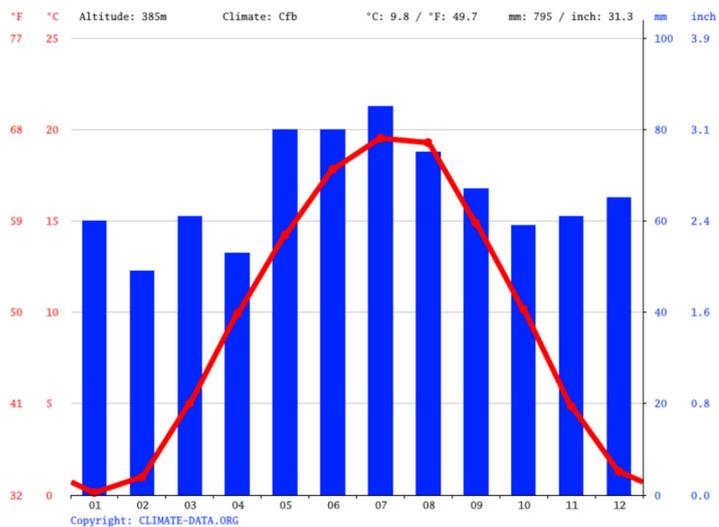


Abb. 1: Klimadiagramm Erding (Quelle: <https://de.climate-data.org/>)

4. Pedosphäre

4.1 Böden im Untersuchungsgebiet

Analog zur Geologie und Hydrogeologie kann die Trasse verschiedenen Bodenregionen zugewiesen werden:

- Bodenregion der Berg- und Hügelländer mit hohem Anteil an nichtmetamorphen karbonatischen Gesteinen mit Böden der Gebiete mit hohem Anteil an Kalkgesteinen, regional im Wechsel mit Lösslehmen und anderen Decksedimenten,
- Bodenregion der Deckenschotterplatten und Tertiärhügelländer im Alpenvorland mit Böden der Tertiärhügelländer,
- Bodenregion der Flusslandschaften mit Böden der Hochflutlehm-, Terrassensand- und Flussschottergebiete einschließlich der vergesellschafteten Flugsandgebiete.

In Abhängigkeit von Lage im Relief, Körnung der anstehenden Sedimente (Bodenausgangssubstrate) und den Wasserverhältnissen können sich unterschiedliche Bodentypen herausbilden, die entsprechend ihrer Eigenschaften unterschiedliche Gefährdungspotenziale aufweisen.

Gemäß Bodenübersichtskarte 1:25:000 haben sich im Untersuchungsgebiet vor allem **Braunerden** aus sandig-kiesigem bis lehmig-sandigem Material der Vorlandmolasse, aus sandig-kiesigen bis lehmig-sandigen Terrassenablagerungen, aus Flugsand, tlw. mit Lösslehmanteilen oder aus sandigem bis lehmig-sandigem Verwitterungsmaterial, bzw. diese Materialien, aber mit periglazialer Aufarbeitung, entwickelt. Das versickernde Niederschlagswasser führt zu einer Karbonatauswaschung und intensiveren Verwitterung der Minerale. Es folgte eine Verbraunung und die Bildung eines Unterbodenhorizontes. Die entstandenen Braunerden (mit dem Bodenprofil Ah/Bv/IC) sind durch einen karbonatarmen Oberbodenhorizont (Ah) charakterisiert, auf den ein verbraunter und verlehmteter Unterbodenhorizont folgt (Bv). Der IC-Horizont stellt den Untergrundhorizont und den Übergang zur geologischen Schicht als Bodenbildungsausgangssubstrat dar. Eine visuelle Unterscheidung zwischen Bv und IC-Horizont kann in den Lehmen schwierig sein. Aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung ist der Ah-Horizont stark überprägt. Der regelmäßige Einsatz mit dem Pflug oder eine anderweitige regelmäßige Bearbeitung hat zu einer Durchmischung des Bodens bis zur Bearbeitungstiefe (ca. 30 cm u. GOK) geführt. Damit einher geht die Belüftung des Oberbodens, die den Abbau von organischer Substanz beschleunigt. Infolgedessen wird der Oberboden als Ap-Horizont bezeichnet. Der Buchstabe „p“ steht für die anthropogene Überprägung durch einen Pflug oder ähnliche Bearbeitungsmethoden. Der Ap-Horizont besteht je nach Bodenbildungsausgangssubstrat aus schwach lehmigem Sand (Bodengruppe nach DIN 18196: OH) oder aus Lehm oder Schluff (Bodengruppe nach DIN 18196: OU). Der Oberboden ist in der Regel schwach bis mittel humos (Humusgehalt nach KA5: H2-H3) und liegt zwischen ca. 1 und 4 Massen-Prozent. Im bindigen Oberboden hat sich ein Krümelgefüge und im rolligen Oberboden ein Einzelkorngefüge herausgebildet. Die Farbe des Ap-Horizonts ist meist dunkelbraun bis graubraun. Oft hat sich an der Unterkante der Bearbeitungstiefe (ca. 30 cm u. GOK) eine sogenannte Ackersohle herausgebildet, die ein Plattengefüge aufweisen kann. Entlang der Trasse werden überwiegend Braunerden erwartet.

Örtlich unter Wald bzw. bei besonders gut wasserdurchlässigen Sanden ohne nennenswerten Schluff- oder Tonanteil als Bodenbildungsausgangssubstrat kann die Braunerde podsoliert sein bzw. Podsol-Braunerden oder reine Podsole auftreten. Typische **Podsole** entstehen in Folge einer Podsolierung. Der Prozess beschreibt die abwärts gerichtete Verlagerung gelöster, organischer Stoffe in Verbindung mit Aluminium, Eisen und Mangan im Profil. Dem zumeist humosen, schwarzgrauen Oberboden (A_{he}) folgt ein aschgrauer Bleichhorizont (A_e), welcher noch kaum organische Substanz enthält. Der ausgebleichte A_e- oder Eluvial-Horizont im Untersuchungsgebiet ist etwa 30 cm mächtig und wird von einem etwa 5-10 cm mächtigen Ablagerungs- bzw. Illuvialhorizont (B_h) unterlagert. Hier lagern sich die organischen Substanzen ab. Die organische Substanz nimmt gegenüber dem A_e-Horizont wieder zu. Die gelösten Oxide des Aluminiums, des Eisens sowie des Mangans werden im B_s-Horizont abgelagert, was dem Horizont seine typisch rotbräunliche Färbung verleiht. Aufgrund der Versauerung des Oberbodens und der folglich schlechten Nährstoffversorgung, ist der Bodentyp nicht besonders gut als Ackerboden nutzbar. Daher werden die Bereiche mit Podsolen für die Forstwirtschaft genutzt. Podsole konnten bei den KRB 76 (Station ~ 4+630), 78 (Station ~ 4+9300), 91 (Station ~ 6+280) und 92 (Station ~ 6+460) festgestellt werden.

In den Tiefenlinien treten vor allem rollige oder bindige Kolluvien als Ausgangssubstrate für die Bodenbildung auf. Entgegen den vorhandenen Karten scheinen jedoch nicht Schichten-, Stau- oder Grundwasser die bodenbildenden Prozesse zu steuern, sondern lediglich das Sickerwasser. Daher werden in den Tiefenlinien vor allem **Kolluvisole** mit der Horizontabfolge Ah/M/II IC erwartet. Unter dem Oberboden (Ah oder Ap, vgl. Absatz zur Braunerde), der in der Regel humoser als im Bereich der Braunerden ist



(Humusgehalt nach KA5: H3-H5), folgt ein Unterbodenhorizont aus abgeschwemmten und verlagerten Materialien. Da es sich um abgeschwemmtes Oberbodenmaterial aus höheren Reliefpositionen handelt, ist dieser M-Horizont oft hellgraubraun bis graubraun, sehr schwach bis schwach humos (Humusgehalt nach KA5: H1-H2) und kann zwischen wenige Dezimeter bis mehrere Meter mächtig sein. Da die Korngrößenzusammensetzung der Kolluvien abhängig ist vom Liefergebiet, das von Flugsanden, Lösslehmen, Lössen, periglaziale Decklehmen oder ähnlichen Sedimenten geprägt sein kann, können ebenso die M-Horizonte der Kolluvisole bindig oder rollig sein. Kolluvium mit einem ausgebildeten Kolluvisol wurde an den Ansatzpunkten 1 (Kabelendmast bis Station ~ 0+130) im Tälchen eines Zuflusses zum Hopfenbach, an den Ansatzpunkten 23, 102 und 24 in der Tiefenlinie eines Grabens (Station ~ 2+765 bis Station ~ 2+950) und an den Ansatzpunkten 83 bis 89 (Station ~ 5+610 bis Station ~ 6+220) im Hopfenbachtal festgestellt.

Eine Besonderheit scheint der Standort um die Baugrunderkundungsbohrung AP 102 (Station ~ 2+810) zu sein, weil zwischen ca. 3,3 m und 3,8 m u. GOK ein weiterer fossiler Oberbodenhorizont erkundet werden konnte. Vermutlich bildete dieser Oberbodenhorizont eine ehemalige Geländeoberfläche. Mit den beginnenden ackerbaulichen Tätigkeiten des Menschen und der vermehrten Erosion und Umlagerung von Oberbodenmaterial aus reliefhöheren Positionen, ist diese ehemalige Geländeoberfläche immer mehr begraben worden.

4.2 Gefährdungspotenziale

Entsprechend der beschriebenen Eigenschaften ergeben sich unterschiedliche Gefährdungspotenziale der Böden durch die Baumaßnahme. Betrachtet werden die Neigung zu Bodenverdichtung bzw. Gefügeschäden, Erosion und Vermischung sowie allgemeine Gefahren infolge Verunreinigung, Flächenverbrauch und hydrologische Auswirkungen. Die potenziellen Gefahrenquellen sind entsprechend der betroffenen Abschnitte inklusive Handlungsempfehlungen in Anlage 3 zusammengefasst.

4.2.1 Bodenverdichtung und Gefügeschäden

Entsprechend der Baugrunduntersuchung (vgl. Quelle 2) können die angetroffenen Substrate bis zur Aushubsole hinsichtlich einer Gefährdung zur Bodenverdichtung und zu Gefügeschäden stark variieren. Die rolligen Sedimente (rolliges Kolluvium, Sandlöss, Flugsand, periglazialer Decksand, Terrassensand, Terrassenkies und Molassesand) bestehen aus Sanden, Kiesen, Sand-Kies-Gemischen oder Schluff-Sand-Gemischen mit vorrangig Einzelkorngefüge. Generell weisen Böden mit kleinen Aggregaten eine geringe Stabilität gegenüber Belastung auf. Vor allem locker gelagerte Sande reagieren schnell auf einen Lasteintrag mit Verdichtung. Daher sind die rolligen Sedimente im Untersuchungsgebiet als verdichtungsanfällig zu kategorisieren. Aufgrund des rolligen Charakters der Sande sind jedoch Schäden am Bodengefüge (Einzelkorngefüge) nicht zu erwarten. Außerdem ermöglicht der rollige Charakter eine gute Rekultivierbarkeit durch tiefenlockernde Maßnahmen. Trassenabschnitte mit rolligen Sedimenten im Bereich der Ober- und Unterböden können Anlage 3 entnommen werden.

Des Weiteren bilden auch bindige Kolluvien, Löss, Lösslehme, periglaziale Decklehme, Alblehne und Molassetone den Baugrund bis zur geplanten Aushubsole. Dabei handelt es sich um bindige Sedimente



mit unterschiedlich hohem Anteil an Tonen, Schluffen und Sanden. Die Kolluvien, Lössen und Lösslehme sind vor allem Schluffe mit tonigen und sandigen Nebengemenganteilen, die eine steife bis halbfeste Konsistenz aufweisen und wenig konsolidiert sind. Diese Sedimente sind daher stark verdichtungsanfällig. Aufgrund des vergleichsweise geringen Tonanteils und mit zunehmenden Sandanteilen ist eine Rekultivierbarkeit bedingt gegeben. Die periglazialen Decklehme, Alblehme und Molassetone können sehr hohe Tonanteile aufweisen und haben eine steife bis halbfeste Konsistenz. Aufgrund ihrer Genese (Verwitterung, periglaziale Überprägung) und des höheren Alters im Vergleich zu den jungen Kolluvien, Lössen und Lösslehmen sind sie stärker konsolidiert. Die Ober- und Unterböden tolerieren im trockenen Zustand aufgrund der geogenen Vorbelastung einen höheren Lasteintrag als die weniger konsolidierten Sedimente bis eine Bodenverdichtung und/oder Gefügeschäden eintreten. Jedoch wird anfallendes Niederschlagswasser aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit nicht schnell in den Untergrund weitergeleitet, sondern verbleibt zunächst in oberflächennahen Bereichen. Der steigende Wassergehalt führt zu einem Konsistenzwechsel und damit verbunden zu deutlichen Tragfähigkeitsverlusten. Vor allem nach Niederschlagsereignissen sind die Böden im Untersuchungsgebiet bei z.B. unsachgemäßer Befahrung anfällig für massive Schäden. Problematisch ist die Erhöhung der Lagerungsdichte im Bereich der Unterböden, weil damit einhergehend die Porenräume bzw. die Kontinuität zwischen den Porenräumen zerstört wird und eine Wasser- bzw. Luftzirkulation nicht mehr möglich ist. Außerdem wird durch die Verdichtung und durch die knetende Wirkung der Ketten- und Radfahrzeuge das Bodengefüge irreversibel zerstört. Die Rekultivierbarkeit von tonhaltigen Böden ist sehr schwierig und langwierig, weshalb diese Bereiche besonders schützenswert sind.

4.2.2 Erosion

Wasser und Wind sind in der Lage, auch in kurzer Zeit große Mengen an Erdreich ungewollt zu bewegen. Das Gefährdungspotenzial kann in Abhängigkeit der Bodenart, dem Gehalt an organischen Bestandteilen, der Größe der Bodenaggregate und der Wasserleitfähigkeit geschätzt werden.

Das Untersuchungsgebiet hat ein ruhiges Relief, das nur an wenigen Stellen größere Hangneigung aufweist (vgl. Kap. 3.2). Jedoch ist die Erodierbarkeit der schluff- und feinsandhaltigen Substrate (Kolluvium, Löss, Sandlöss, Lösslehm, Flugsand, periglazialer Decksand und -lehm, Terrassensand, Molassesand) hoch bis sehr hoch. Das bedeutet im Falle eines Starkregenereignisses, dass die im Zuge der Bauausführung vegetationslosen Oberflächen bereits bei geringer Hangneigung stark wassererosionsgefährdet sind. Das betrifft ebenfalls die aus diesen Sedimenten aufgeschütteten Bodenmieten (vgl. Anhang 3). Die Erodierbarkeit der tonhaltigen Alblehme, Molassetone- und schluffe sowie die Terrassenkiese ist gering bis sehr gering.

Winderosion greift ebenfalls vor allem vegetationslose Flächen an. Besonders gefährdet sind zudem Substrate, die einen hohen Anteil an organischer Substanz aufweisen bzw. die aus Schluff-Feinsandgemischen bestehen und dabei kaum aggregiert und ausgetrocknet sind. Dementsprechend sind vor allem die sandigen Oberböden, die Kolluvien, Sandlössen, Flugsande, Terrassensande und Molassesande gefährdet. Jedoch sind mehr als 4 m/s Windgeschwindigkeiten (ab Beaufortgrad 3) notwendig um Grobschluff, Fein- und Mittelsande zu bewegen. Das gilt insbesondere für die niederschlagsarmen Perioden, in denen die oberflächennahen Bodenschichten ausgetrocknet sind. Generell liegt das Untersuchungsgebiet in einem



Gebiet mit vergleichsweise geringen mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit von < 3 m/s in 10 m Höhe über Grund und Fläche mit geringen Rauigkeiten. Die Winderosionsgefährdung kann jedoch durch Hindernisse, die den Wind abbremsen reduziert werden (z.B. Hangkanten, Vegetation, etc.). Ein guter Schutz vor Winden aus westlicher und südwestlicher Richtung, die die Hauptwindrichtung darstellen, bietet der parallel zur Trasse verlaufende Forst zwischen Bachl und der Bundesstraße 16. Winde aus östlicher Richtung gehören zum sekundären Windrichtungsmaximum mit einer Häufigkeit < 25 % und treffen nahezu ungebremst auf das Untersuchungsgebiet. Da keine geeignete Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes in der Nähe des Untersuchungsgebietes existiert, kann keine ausführlichere Gefährdungsabschätzung hinsichtlich der statistischen Häufigkeiten zu Windrichtung und Windgeschwindigkeiten durchgeführt werden.

Die Trasseneinteilung zur Erosionsgefährdung hinsichtlich der Erodierbarkeit der anstehenden Sedimente erfolgt in Anlage 3.

4.2.3 Verschlammungsneigung

Die Verschlammungsneigung ist abhängig vom Grobschluff- und Feinsandanteil in den Bodensubstraten bei einem sehr geringen oder fehlenden Tonanteil. Diese Sedimente haben eine geringe Gefügestabilität, da die Fließgrenze erreicht wird bevor eine volle Wassersättigung herrscht. Besonders relevant wird diese Eigenschaft bei Starkregenereignissen oder bei hohen Bodendrücken (z.B. bei Befahrung).

Im Untersuchungsgebiet sind besonders die Kolluvien, Löss, Lösslehme und Sandlöss betroffen. Die restlichen Sedimente haben nur eine sehr schwach Verschlammungsneigung.

4.2.4 Vermischung

Der oberflächennahe Bereich im Untersuchungsgebiet ist durch die Abfolge von zahlreichen verschiedenen Sedimenten gekennzeichnet, die sich vor allem hinsichtlich der Korngrößenverteilung und der damit verbundenen Wasserdurchlässigkeit stark unterscheiden. Die ausgebildeten Bodenhorizonten sind dahingegen bei den Braunerden, Podsolen und Kolluvien überschaubar, sodass neben der Trennung von Ober- und Unterboden ein besonderes Augenmerk auf die unterschiedlichen Sedimente des Untergrundes bis zur geplanten Aushubsohle gelegt werden sollte. Entsprechend der unterschiedlichen Körnung, dem Gehalt an organischer Substanz und der anthropogenen Belastung kann es bei unsachgemäßem Ausbau, Lagerung und Wiedereinbau zu Vermischungen der verschiedenen Substrate kommen. Werden die ausgebauten Substrate nicht wieder gemäß ihrer natürlichen Schichtung eingebaut, kann der Standort nachhaltig degradiert sein. Um die natürlichen Bodenfunktionen wiederherstellen zu können, ist eine Vermischung der anstehenden Substrate unbedingt zu vermeiden (vgl. DIN 19731).

Die im Trassenverlauf bis zur Aushubsohle zu erwartenden Sedimente sind in Tabelle 3 in Kapitel 5.3.1 tabellarisch zusammengestellt.



4.2.5 Wasserhaltungsmaßnahmen, Vernässungen

Aufgrund des teilweise hohen Tonanteils und der damit einhergehenden geringen Wasserdurchlässigkeit der periglazialen Decklehme, Molasseschluffe und -tone sowie Alblehme kann es nach Stark- oder Dauerniederschlagsereignissen zu aufstauendem Niederschlagswasser in den Baugruben, in natürlichen oder anthropogen verursachten Senken oder vor Hindernissen in Abflussrichtung kommen. Die anstehenden Lehme nehmen die anfallenden Wassermengen langsam, aber stetig auf, wobei infolgedessen die Konsistenzigenschaften und damit verbunden die Tragfähigkeit verändert werden.

Mit der Wasserabgabe verhält es sich äquivalent, wohingegen die Wasserwegsamkeit innerhalb der bindigen Sedimente abhängig vom Sandanteil ist. Daher ist zu beachten, dass es bei trockenen Bodenabschnitten im Lehmereich im Laufe unterschiedlicher Zeiträume zur Entwässerung kommen kann. Es ist mit dem Austritt von Stau- und Hangwässern zu rechnen. Ein einheitliches Niveau des vorkommenden Stauwasseraustrittes ist dabei nicht bzw. nur schwer auszumachen.

Werden Bereiche mit Vernässungen befahren oder aufgeweichte Bodenschichten mit breiiger bis weicher Konsistenz bearbeitet (Aushub, Wiedereinbau), kann das Bodengefüge irreversibel geschädigt werden.

4.2.6 Gefahren durch die geschlossene Bauweise

Generell ist die geschlossene Bauweise eine sehr bodenschonende Methode zur Verlegung von unterirdischen Leitungen. Jedoch können bei einer unsachgemäßen Ausführung Probleme bzgl. des vorsorgenden Bodenschutzes auftreten.

Insbesondere beim Einsatz von Bohrspülungen können in locker bis mitteldicht gelagerten Sanden Ausbläser auftreten, die zu einer Verunreinigung der Oberböden am Austrittsort führen kann. Sollten Ausbläser auftreten, ist das Verfahren anzupassen (Reduzierung des Spülungsdrucks, Entlastungsbohrungen, etc.) und der betroffene Bereich sofort zu reinigen. Ebenfalls sollten die Flächen für die Zwischenlagerung der Bohrspülung inklusive der Reinigungsanlagen ausreichend groß dimensioniert werden, sodass keine Verunreinigungen durch überschwappende Bohrsuspensionen auftreten können. Das Bohrklein sollte separat der umliegenden Bodenmieten gesammelt und fachgerecht entsorgt werden. Eine Vermischung ist unbedingt zu vermeiden.

4.2.7 Sonstige allgemeine Gefahren

Generell geht der Eingriff in das Schutzgut Boden mit verschiedenen Gefährdungspotenzialen einher, die unter anderem auch durch menschliches Versagen ausgelöst werden können. Gemeint sind:

- unsachgemäßer Umgang/Lagerung/Transport von Fremd- und Schadstoffen,
- unkontrollierte Flächeninanspruchnahme durch wildes Befahren, Lagerung von Arbeitsmaterialien, Abstellen von Baufahrzeugen, etc.,
- schlecht organisierte Logistik auf der Baustelle (Lieferung von Baumaterialien, Abtransport von Erdstoffen, etc.).



5. Maßnahmen zur Bauausführung

Entsprechend der verschiedenen Gefährdungspotenziale können unterschiedlich Maßnahmen für die Bauausführung abgeleitet werden. Generell ist zu erwähnen, dass trotz aller Maßnahmen negative Einwirkungen auf das Schutzgut Boden nicht verhindert, aber auf ein Minimum reduziert werden können. Das Ziel ist, die natürlichen Bodenfunktionen zu erhalten.

5.1 Hinweise zum Bauzeitenplan / Schlechtwetterszenarien

Der Bauablauf sollte so konzipiert werden, dass der Kabelgraben an einer Stelle maximal drei bis fünf Tage geöffnet ist. Der Bodenaushub sollte dementsprechend zeitlich optimiert werden, sodass die Oberbodenmieten nicht zu lange im Vorfeld der eigentlichen Baumaßnahme angelegt werden.

Entsprechend Kapitel 3.4 empfehlen wir, die Baumaßnahme in einer niederschlagsarmen Periode durchzuführen. Generell sind der Sommer und Herbst besser als der Winter und Frühling für Erdarbeiten geeignet, dennoch sind ganzjährig Bodenarbeiten möglich. Es sollte unbedingt vermieden werden, direkt nach dem Bodenfrost mit den Arbeiten zu beginnen, da erfahrungsgemäß Böden im frisch aufgetauten Zustand am instabilsten sind. Empfehlenswert ist, die Baumaßnahme in den Monaten September bis November durchzuführen, weil neben den abnehmenden Niederschlagsmengen eine immer noch relativ hohe Evapotranspiration die Bodenfeuchte erfahrungsgemäß senkt. Außerdem sollten mehrtägige Baustellenstillstandszeiten infolge von Stark- und Dauerniederschlagsereignissen bei der Planung einkalkuliert werden.

5.2 Arbeitsstreifenbreite

Bei der Festlegung der Arbeitsstreifenbreite müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- (1) Breite des Kabelgrabens
- (2) Breite der notwendigen Schutzstreifen
- (3) Breite der Fahrwege/Baustraße
- (4) Anzahl der Bodenmieten
- (5) evtl. Lagerflächen für Baustoffe

Punkt (1), (2) und (5) sind durch den Planer festzulegen.

Die trassenparallelen Fahrwege bzw. Baustraßen sollten um mindestens 1 m die maximale Spurbreite der befahrenden Fahrzeuge überschreiten. Wir empfehlen, die Baustraße als Einbahnstraße festzulegen oder vereinzelt Ausweichstellen (mit der doppelten Breite) einzuplanen, um die Gesamtfläche der Baustraße auf ein erforderliches Minimum zu reduzieren.

Entsprechend der Anzahl der erforderlichen Bodenmieten ist die Arbeitsstreifenbreite anzupassen.

Es sollte im Vorfeld der Baumaßnahme geprüft werden, ob weiterer Platzbedarf z.B. für das Auslegen und Verbinden der Schutzrohre oder ähnliche Arbeiten benötigt wird. Die Baustraße sollte für die Lagerung von Baustoffen auch nicht temporär genutzt werden.



Für die Anlage eines Baulagers bzw. für die Lagerung von Baustoffen, Maschinen und Ähnliches empfiehlt es sich, bereits versiegelte Flächen in der näheren Umgebung zur Baustelle anzumieten.

5.3 Bodenabtragsplanung

Das Bodenmanagement ist nachfolgend gemäß DIN 19731 (Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial) zusammengefasst. Das Bodenmanagement umfasst den Bodenabtrag, die Zwischenlagerung und die Wiederverfüllung.

5.3.1 Aushub

Ein Oberbodenabtrag darf nur im geplanten Leitungsbereich bzw. im Bereich der Unterbodenmieten erfolgen. Das Abschieben von Oberboden mittels Planierdrauen oder ähnlichen Fahrzeugen ist generell nicht zulässig, weil auf diese Weise das Bodengefüge zerstört wird. Der Bodenaushub sollte nur mit Raupenbaggern mit möglichst breiten Ketten erfolgen.

Bindigen Erdstoffe dürfen nur bei mindestens steifplastischer Konsistenz ausgehoben werden. Dementsprechend müssen die Erdstoffe möglichst trocken sein und dürfen nicht wassergesättigt bzw. wasserübersättigt sein. In vorflutnahen Bereich ist gegebenenfalls eine dem Baugrubenaushub vorausseilende Entwässerung in Pumpensümpfen innerhalb der Baugrube bzw. durch Drainagen entlang des offenen Kabelgrabens empfehlenswert. Das Bodenmaterial ist horizont- und schichtenweise abzutragen. Hierbei darf es zu keiner Vermischung der verschiedenen Bodenhorizonte bzw. geologischen Schichten kommen. Wir empfehlen den getrennten Ausbau folgender Horizonte und Schichten:

- Oberboden (Ap, Ah):
 - ca. 0,2 – 0,5 m mächtig,
 - Farbe: grau, braungrau, dunkelgrau, schwarz,
 - Krümelgefüge, Einzelkorngefüge,
 - humose Nebengemengteile,
- Unterboden (Bv, Bv-Bh, Bv-Bs):
 - wenn nicht durch Farbwechsel erkennbar (z.B. im periglazialen Decklehm) dann Aushub mit Untergrundhorizont vertretbar,
 - ca. 0,3 – 0,8 m mächtig / bis ca. 0,8 – 1,2 m u. GOK,
 - Farbe: braun, braungrau, in der Regel brauner als der Untergrundhorizont (IC) bzw. den Ausgangsgesteinen zur Bodenbildung (geologischen Schichten),
 - Subpolyederggefüge, Polyederggefüge, Einzelkorngefüge,
 - steife bis halbfeste Konsistenz,
- Unterboden der Kolluvien (M-Horizont):
 - ca. 0,9 – 3,3 m mächtig,
 - Farbe: grau, braungrau, dunkelgrau, ein wenig heller als Oberboden,
 - Krümelgefüge, Einzelkorngefüge,
 - humose Nebengemengteile,
- Untergrund (IC bzw. diverse geologische Schichten):
 - verschiedene Mächtigkeiten und Färbungen (in der Regel weniger braun als Bv-Horizont),
 - Trennung nach Körnung und Farbwechsel,



- Unterscheidungsmerkmale aller geologischen Schichten können dem Baugrundgutachten entnommen werden (Quelle 2).

Die Anzahl, Teufenbereiche und Erkennungsmerkmale der zu trennenden Bodenhorizonte und geologischen Schichten sind mit der Bodenkundlichen Baubegleitung abzustimmen. Die Reihenfolge der auszubauenden Horizonte und Schichten ist zu dokumentieren und die Bodenmieten sind entsprechend zu kennzeichnen, um einen naturgemäßen Wiedereinbau zu gewährleisten.

5.3.2 Zwischenlagerung

Um lange Transportwege und nachteilige Prozesse für den Boden zu vermeiden, sollte das Material in einem Arbeitsgang abgetragen und seitlich, parallel zum Trassenverlauf in Bodenmieten abgelegt werden. Oberbodenmieten können auf benachbarten Oberboden und Unterbodenmieten auf dem vom Oberboden befreiten Unterboden angelegt werden. Alternativ kann der Unterboden durch ein Geotextil getrennt auf den anstehenden Oberboden zwischengelagert werden. Substratvermischungen sind zu vermeiden. Für Oberbodenmaterial sollen die Mieten eine maximale Schutthöhe von 2 m und für Unterbodenmaterial von maximal 3,5 m aufweisen. Die Bodendepots sollten möglichst trocken und trapezförmig geschüttet werden sowie gut durchlüftet sein. Ist aufgrund eines Platzmangels kein ausreichender Abstand zwischen den Bodenmieten möglich, muss für die Aneinanderlagerung der Bodenmieten ein Geovlies zwischen die verschiedenen Erdstoffe gelegt werden.

Werden beim Aushub verschiedene Bodenhorizonte bzw. geologische Schichten ausgehoben, ist auf einen getrennten Ausbau und Lagerung zu achten. Tabelle 3 in Kapitel 5.3.1 gibt eine Übersicht über die vermutlich notwendige Anzahl von Bodenmieten. Die Angaben der Trassenabschnitte (Stationierung) dient als Orientierung. Die zwischen den Bohransatzpunkten festgelegten Schichtverläufe (vgl. Quelle 2, Anlage 3) sind interpoliert und können von der Realität abweichen.

Eine Vernässung durch aufstauendes Sickerwasser in den Bodenmieten ist unbedingt zu verhindern. Das Eindringen von Sickerwasser kann durch Profilieren und Glätten der Oberfläche reduziert werden. Treten Vernässungen auf, ist eine temporäre Oberflächenentwässerung einzurichten.

Bodenmieten aus sandigem Oberboden, Kolluvium, Sandlöss, Flugsand, Terrassensand und Molasse-sand sind anfällig für Winderosion. Wir empfehlen zur Verhinderung von ungewolltem Bodenabtrag die Mieten während ihrer Standzeit mit Folien abzudecken oder zu bewässern. Die Profilierung der Bodenmieten aus bindigen Substraten dient ebenfalls dem Schutz gegen Wassererosion. Bei der Profilierung der Bodenmieten sollte darauf geachtet werden, dass es nicht zu einer Verschmierung der Oberflächen kommt. In der Regel genügt ein leichtes Andrücken mit der Baggerschaufel. Gegebenenfalls entstandene Erosionsrinnen müssen umgehend beseitigt werden.

Überschreitet die Standzeit der Bodenmieten 8 Wochen, ist eine Zwischenbegrünung aus tiefwurzelnden und wasserzehrenden Pflanzen (z.B. Luzerne-Kleegrasmischung) empfehlenswert. So kann einer Vernässung und Verunkrautung entgegengewirkt werden. Die Begrünung sollte direkt nach der Aufmietung erfolgen.

Generell dürfen Bodenmieten nicht befahren werden.



5.3.3 Wiedereinbau

Bei der Wiederverfüllung des zwischengelagerten Ausgangssubstrats sollen die ursprünglichen Bodenverhältnisse, die Lagerung und Funktion des Bodens wiederhergestellt werden. Hierbei ist eine Bodenvermischung zu vermeiden und das Material entsprechend der vorgefundenen Schichtung, Reihenfolge und Tiefenlage wieder einzubauen. Die ggf. vorhandene Wasserhaltung ist aufrechtzuerhalten bzw. die Gräben vor dem Einbau leer zu pumpen. Eine übermäßige Verdichtung und Verschmierung ist zu vermeiden. Der Wiedereinbau von bindigen Erdstoffen ist ebenfalls nur möglich, wenn diese eine mindestens steifplastische Konsistenz aufweisen. Sind vor dem geplanten Wiedereinbau starke Niederschläge vorausgesagt, empfiehlt es sich die bindigen Bodenmieten mit Folien abzudecken, um ein Aufweichen der Erdstoffe zu verhindern.

Das Unterbodenmaterial ist in einem Arbeitsgang in den Kabelgraben einzufüllen. Nach dem Einfüllen sind die Erdstoffe mit der Baggerschaufel anzudrücken. Bindige Substrate dürfen nicht glattgestrichen und nicht dynamisch verdichtet werden. Das Oberbodenplanum kann nach Abtrocknung mit geeigneten Kettenfahrzeugen hergestellt werden. Eine leichte Überhöhung ist vorzusehen (ca. 10-20 % der Aushubtiefe), um die Entstehung von Tiefstellen infolge der Eigenkonsolidierung zu vermeiden.

In Hanglagen (vgl. Kap. 3.2) sollte der Unterboden vor dem Wiedereinbau des Oberbodens nicht ange-drückt werden, sondern der Oberboden sollte direkt auf den geschütteten Unterboden aufgebracht werden. So entsteht eine Verzahnung beider Bodenhorizonte und die Gefahr eines Abgleitens des Oberbodens bei Niederschlagsereignissen wird reduziert.

Bei der Verwendung ortsfremden Bodens ist für diesen die Eignung für den Einbau und die Schadstofffreiheit in Abhängigkeit vom Verwendungszweck nachzuweisen (mit Herkunftsnachweis, Eignungszertifikat). Bodenüberschüsse, die nicht wieder eingebaut werden können, sind gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz fachgerecht zu verwerten bzw. zu entsorgen. Gegebenenfalls wertvolles Bodenmaterial (z.B. stark humose Substrate) können anderenorts als Bodenverbesserung genutzt werden.

Die wiederverfüllten Bereiche sind auf eventuell erfolgte Verdichtungen oder Bodengefügeschädigungen zu überprüfen. Gegebenenfalls sind Rekultivierungsmaßnahmen erforderlich (siehe Kapitel 6). Generell sollten die wiederverfüllten Bereiche zum Schutz gegen Erosion umgehend begrünt werden.

Auf die Flächen der bereits rückverfüllten Gräben darf kein Boden zwischengelagert werden, da diese lastfrei zu halten sind. Nach Herstellung der Bodenoberfläche dürfen nur bei geringer Bodenfeuchte die Flächen von geeigneten Maschinen zur weiteren Rekultivierung befahren werden.

Der Einsatz von schiebenden Fahrzeugen, zum Beispiel Planiertrauben, sollte vermieden werden, da auf diese Weise das Bodengefüge irreversibel zerstört werden kann.

5.4 Baustraßen

Die im Untersuchungsgebiet vorrangig anzutreffenden schluffig-sandigen Böden sind als verdichtungs-anfällig zu charakterisieren. Bei einem ausreichenden Planungsvorlauf zum Baustart, empfehlen wir, im Bereich der geplanten Baustraße eine begrünte Fahrtrasse in Verbindung mit einer befestigten Baustraße anzulegen. Die so entstandene Grasnarbe verfügt über ein dichtes Wurzelgeflecht, dass ähnlich einer Tragschicht wirkt und die Bodenbelastung besser verteilt. Außerdem würde der Lastabtrag vor allem im



Oberboden erfolgen und nur noch stark reduziert im Unterboden. Oberböden sind generell durch natürliche Prozesse besser rekultivierbar als Unterböden, weil Frost-Tau-Wechsel, Austrocknungs-Durchfeuchtungswechsel, bodenwühlende Tiere und Wurzeln vor allem in den oberen 30 cm wirksam werden. Der Boden kann auf natürliche Art und Weise das Bodengefüge stabilisieren. Die beschriebenen Prozesse finden im Unterboden nur noch sehr eingeschränkt statt.

Wir empfehlen für einen bodenschonenden Bauablauf den Bau einer befestigten Baustraße im Bereich der Zuwegungen, Aufstellflächen und in allen Bereichen, in denen ein LKW- und Maschinenverkehr auf nicht versiegelten Flächen geplant ist. Generell gelten für befestigte Baustraßen folgende Hinweise:

- Der Baustraßenaufbau sollte Vor-Kopf und der Rückbau von der Baustraße aus rückschreitend durchgeführt werden.
- Der Straßenaufbau sollte auf dem Oberboden erfolgen. Das gilt für Acker- und Grünlandstandorte. Das Entfernen des Oberbodens bzw. der Vegetation ist nicht erforderlich, weil die organischen Bestandteile (Grasnarbe, Humus, Wurzelgeflecht etc.) ein stabiles Bodengefüge schaffen und infolgedessen die Lastausbreitungstiefe im Unterboden reduziert wird. Da eine Bodenverdichtung auch durch den Einsatz von Baustraßen nicht verhindert werden kann, ist es wichtig, die Tiefe des Lasteintrages zu minimieren. Dabei ist zu beachten, dass eine Verdichtung im Unterboden schlechter zu rekultivieren ist als im Oberboden.
- Die Baustraße sollte 1 m breiter als die benötigte Fahrspur sein. Außerdem sind Ausweichstellen für entgegenkommende Fahrzeuge einzuplanen bzw. die Option einer Einbahnstraßenregelung zu prüfen (Minimierung des Flächenbedarfs).
- Der Straßenaufbau darf nicht auf nassen, bindigen Böden mit breiiger Konsistenz erfolgen. Gegebenenfalls muss gewartet werden, bis die Böden oberflächennah abgetrocknet sind. Die Böden müssen mindestens weichplastisch sein bzw. eine Saugspannung von mindestens 6 cbar aufweisen, bevor die Straßenelemente verlegt werden dürfen. Befahrung und Rückbau der Straßenelemente ist bei sachgemäßer Ausführung unabhängig von der Bodenfeuchte möglich. Jedoch dürfen Baustraßen nicht befahren werden, wenn sie zum Beispiel in Senken nach Stark- oder Dauerereignissen komplett unter Wasser stehen.
- Generell sollte auf einer temporären Baustraße langsam gefahren werden und es sollten die Überfahrten durch eine überlegte Logistik auf ein Minimum reduziert werden.
- Die Baustraßen sollten regelmäßig auf Schadstellen und Funktionstüchtigkeit geprüft werden und gegebenenfalls ausgebessert werden.
- Die temporäre Baustraße ist nach Beendigung der Arbeiten zeitnah bzw. abhängig von der Baustraßenlogistik rückzubauen, der Untergrund auf mögliche Verdichtungen oder andere schadhafte Veränderungen zu untersuchen, und gegebenenfalls sind Rekultivierungsmaßnahmen durchzuführen.

Die temporären Baustraßen und Baubedarfsflächen können entweder aus Lastverteilplatten oder aus einer nicht gebundenen, mineralischen Schüttung aufgebaut werden. Bei einem mineralischen, nicht gebundenen Aufbau sind weitere Aspekte zu beachten:

- Um das Einsinken bzw. die Vermischung der Schüttmaterialien in den Oberboden zu vermeiden, sollte ein reißfestes Geotextil/Vlies mit mindestens einer Geotextilrobustheitsklasse (GRK) 4 zwi-



schen der Schüttung und dem Oberboden verlegt werden. Dabei ist zu beachten, dass anfallendes Niederschlagswasser seitlich abgeleitet wird oder aufgrund eines wasserdurchlässigen Vlieses versickern kann. Ein Aufstau des Oberflächenwassers sollte unbedingt vermieden werden. Die Verlegung eines Vlieses ist außerdem zweckmäßig, um ein Verschmieren der Bodenoberfläche vorzubeugen. Das Vlies sollte mindestens 1 m überstehen oder umgeschlagen werden.

- Die Mächtigkeit der Schüttmaterialien ist von den zu erwartenden Lasteinträgen und der Überrollhäufigkeit abhängig. Auf das Geovlies erfolgt der lagenweise (maximale Schütthöhe 0,2 m), verdichtende Aufbau eines mindestens 0,3 m mächtigen Bodenpolsters aus einem gut verdichtbaren Mineralgemisch. Vor allem bei unebenem Gelände ist die Mindestschütthöhe unbedingt zu beachten.
- Schüttmaterialien können Kies, Schotter oder geeignete Recyclingmaterialien (mit Nachweis zur Einhaltung von Schadstoffgrenzwerten) sein und müssen den zu erwartenden, mechanischen Belastungen angepasst werden. Ein entsprechender statischer Nachweis ist erforderlich.

Alternativ kann die befestigte Baustraße aus Baggermatratzen, starren Plattensystemen und Verbundplattensystemen hergestellt werden. Jedoch ist zu beachten, dass die Auflagefläche eben ist, weil sonst die Straßenelemente unter Last wippen und/oder verrutschen können. Die Bewegung der Straßenelemente kann dazu führen, dass der unterlagernde Boden verschmiert und das Bodengefüge geschädigt wird. Außerdem können die Straßenelemente bei feuchter Witterung rutschige Oberflächen bilden, die zu Einschränkung der Arbeitssicherheit bzw. zu Bauverzögerung und Baustopp führen können. Erhebliche Hangneigungen $> 6^\circ$ längs oder quer zur Trasse sind im Untersuchungsgebiet nicht anzutreffen. Lediglich zwischen den Stationen **0+450 bis 0+650 und 1+565 bis 1+700** ist eine Querneigung zwischen ca. 3 und 6° festgestellt worden, die bei der Planung der Baustraßen beachtet werden sollte. Unebenheiten im Mesorelief können überall auftreten und sollten bei der Planung der Baustraßen ebenfalls berücksichtigt werden. Sollten Baustraßen mit Straßenelementen aus Holz, Stahl, Aluminium o.Ä. errichtet werden, sind aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes folgende Aspekte zu beachten:

- Für eine effektive Lastverteilung sollten die Straßenelemente quer zur Fahrtrichtung und ohne Abstand zueinander verlegt werden.
- Die Verwendung von Holzbohlen (Baggermatratzen) als Straßenelemente ist aufgrund ihres geringen Eigengewichts die bevorzugte Variante. Jedoch muss eine Baustraße aus Holzelementen während der Benutzung sachgemäß gewartet werden. Vor allem Raupenfahrzeuge mit Stegrau-pen können die Holzbohlen beschädigen. Defekte Elemente müssen sofort ersetzt werden. Die Dicke der Baggermatratzen aus Holzbohlen sollte für die Benutzung durch LKW und Bagger ausreichend stark sein.
- Starre Plattensysteme (v.a. Stahlplatten) haben den Vorteil, dass diese durch eine sehr gute Lastverteilung gekennzeichnet sind. Nachteil ist ihr hohes Eigengewicht. Die Stahlplatten sind weniger anfällig für Schäden im Zuge der Befahrung durch Baustellenfahrzeuge, jedoch sollte die Lage der Platten vor allem bei geneigtem Gelände stets überprüft werden.
- Weiterhin ist zu beachten, dass auf den temporären Baustraßen die Rutschsicherheit (z.B. Elemente mit Riffeln) der Baufahrzeuge gewährleistet ist, da ansonsten auch bei leichter Neigung mit Behinderungen im Bauablauf und einer negativen Beeinträchtigung von zusätzlichen Flächen (vermeidbare Flurschäden) zu rechnen ist. Dies gilt vor allem für niederschlagsreiche Witterungsperioden.



Für den Bau einer temporären Baustraße hat sich bei vorrangegangenen Projekten gezeigt, dass der Aufbau einer Baustraße unabhängig seiner Art und Weise, aber auf einer intakten Grasnarbe den effektivsten Schutz vor Bodenschadverdichtungen darstellt. Daher empfehlen wir für die Grünlandstandorte, den Oberboden mit Grasnarbe zu erhalten und darauf die Baustraße zu errichten.

Generell sollte die Überrollhäufigkeit der Raupenbagger auf dem ungeschützten Boden so gering wie möglich sein. In diesem Zusammenhang empfehlen wir, die Baustellenlogistik so anzupassen, dass die Raupenbagger nur für den Aushub und Wiedereinbau eingeplant werden. Jegliche Transportarbeiten (z.B. Auf- und Abbau der Baustraßen, Auslegen der Leerrohre) sollten auf der befestigten Baustraße durchgeführt werden.

Sind zusätzliche Baustraßen außerhalb des Arbeitsstreifens für z.B. die Lieferung von Baumaterialien, Kabeltrommeln oder generell Lagerplätze notwendig, empfehlen wir bereits versiegelte Flächen (z.B. Feldwege etc.) zu nutzen bzw. entsprechend den technischen Notwendigkeiten auszubauen. Die Neuversiegelung von Flächen ist zwingend zu vermeiden.

Die Baustraßen sind nach Beendigung der Arbeiten zeitnah bzw. abhängig von der Baustraßenlogistik zurückzubauen, der Untergrund auf mögliche Verdichtungen oder andere schadhafte Veränderungen zu untersuchen und gegebenenfalls Rekultivierungsmaßnahmen durchzuführen.

Wir empfehlen, dass im Vorfeld der Baumaßnahme ein Wegebaukonzept durch die ausführende Bau-firma erstellt wird und dieses durch ein unabhängiges Fachbüro hinsichtlich Umsetzbarkeit beurteilt wird.

5.5 Erosionsschutzmaßnahmen

Die Sedimente im Bereich der baulichen Eingriffe sind teilweise winderosionsgefährdet. In Anlage 3 sind die Trassenabschnitte gekennzeichnet, wo aufgrund fehlender Hindernisse, wie zum Beispiel Vegetation, gegebenenfalls Maßnahmen zum Winderosionsschutz notwendig werden können. Winderosion tritt ab Windgeschwindigkeiten $> 4 \text{ m/s}$ (10 m ü. GOK) auf, was dem Beaufortgrad 3 entspricht. Ab Winden der Stufe 5 der Beaufortskala ($> 8 \text{ m/s}$) ist mit steigenden Abtragsraten zu rechnen. Aufgrund der Begrenzung des Untersuchungsgebietes im Westen durch ein ausgedehntes Waldgebiet, sind vor allem Winde aus Nord, Nordost und Ost potenzielle Auslöser für Verwehungen von Bodensubstraten. Zur Reduzierung der Winderosion empfehlen wir folgende Schutzmaßnahmen:

- Beregnung der Bodenmieten – feuchte Substrate können nicht oder nur sehr schwer mobilisiert werden oder
- Abdeckung der Bodenmieten mit Folien.

In den Bereichen zwischen Station **~0+000 bis ~0+080**, **~1+565 bis ~2+010** und **~5+300 bis ~5+400** werden Hänge mit einer Hangneigung zwischen 3° und 6° längs gequert. Der vom Oberboden befreite, linearen Kabelgraben stellt dabei eine bevorzugte Abflussbahn für Niederschlagswasser dar. Daher sind Maßnahmen zum Schutz gegen Wassererosion zu empfehlen. Wassererosion kann bei einer Hangneigung ab 2° einsetzen. Vor allem sandige Lehme und lehmige Sande sind bei Niederschlagsmengen $> 7,5 \text{ mm}$ oder einer Niederschlagsintensität $> 5 \text{ mm/h}$ wassererosionsgefährdet. Sollte der Kabelgraben länger als drei Tage offen stehen empfehlen wir den potenziell als Abflussbahn wirksam werdende



Kabelgraben alle 25 m mit einer Rinne quer zur Kabelrichtung zu unterbrechen. So kann eventuelle entstehender Oberflächenabfluss gebremst und zur Seite abgeleitet werden. Alternativ kann bei vorhersehbaren Starkniederschlagsereignissen der Kabelgraben an geeigneten Stellen mit Strohbinden präpariert werden, um ebenfalls abfließendes Wasser zu bremsen und zu streuen.

Des Weiteren sollten nach Wiederverfüllung des Kabelgrabens und nach Rückbau der Baustraße die betroffenen Flächen **sofort** begrünt werden. Die Bearbeitungsrichtung sollte quer zur Hangneigung angelegt werden, um keine hangparallelen Abflusslinien zu etablieren. Weitere Hinweise sind Kapitel 6 zu entnehmen.

In Hanglagen (vgl. Kap. 3.2) sollte der Unterboden vor dem Wiedereinbau des Oberbodens nicht ange-drückt werden, sondern der Oberboden sollte direkt auf den geschütteten Unterboden aufgebracht werden. So entsteht eine Verzahnung beider Bodenhorizonte und die Gefahr eines Abgleitens des Oberbodens bei Niederschlagsereignissen wird reduziert.

5.6 Schutz vor Vernässungen

Eine Tagwasserhaltung mittels Pumpensämpfen und Schmutzwasserpumpen, Drainagen etc. zur Abführung ggf. anfallender Oberflächen- und/oder Schichtwässer ist in jedem Fall vorzuhalten. Das ggf. zufließende Oberflächen- und Schichtenwasser ist vor Eintritt in das Baufeld über einen Graben oder ein Dränagesystem schadlos zu fassen und kontrolliert abzuleiten. Insbesondere nach Niederschlägen sind die Start- und Zielgruben der Horizontalbohrungen bzw. der Kabelgraben unverzüglich vom aufstauenden Niederschlagswasser zu befreien. Die besonders von aufstauendem Niederschlagswasser oder Schichtenwasser betroffenen Trassenabschnitte können Anlage 3 entnommen werden.

Im Hinblick auf eine Reduzierung des Wasserhaltungsaufwandes wird empfohlen, die Baumaßnahme während einer trockenen, niederschlagsarmen Witterungsperiode (September bis November) sowie während eines Niedrigwasserstandes der jeweiligen Vorflut durchzuführen.

6. Rekultivierungsmaßnahmen

Das Bodengefüge wird trotz aller Maßnahmen zum Bodenschutz durch Befahren, Umlagerung etc. beeinträchtigt und instabil. Die übermäßige Belastung des baubedingt beeinträchtigten Bodengefüges kann durch eine ungünstige Folgenutzung dazu führen, dass das Bodengefüge nachträglich geschädigt wird. Die mittel- bis langfristige Stabilisierung kann nur durch eine bodenschonende Folgebewirtschaftung unterstützt werden.

Die Durchführung von jeglichen Rekultivierungsmaßnahmen ist nur bei ausreichend trockenen Bodenverhältnissen möglich, bzw. wenn bindige Böden eine mindestens steifplastische Konsistenz aufweisen. Die Befahrbarkeit durch Fahrzeuge für die Rekultivierung (z.B. Tieflockerungsgeräten) bzw. landwirtschaftliche Maschinen für die Zwischenbewirtschaftung ist genauso wie für Baumaschinen durch Bodenfeuchte und Flächenpressung reglementiert. Wir empfehlen geringe Achslasten und niedrige Reifendrücke.



Eine Tiefenlockerung ist normalerweise nur sinnvoll, wenn eine Bodenschadverdichtung ersichtlich ist. Die bodenkundliche Baubegleitung kann am Ende der Baumaßnahme die Rekultivierungsmaßnahmen entsprechend anpassen.

Zusätzlich sollten die Flächen im Bereich des Arbeitsstreifens umgehend nach der vollständigen Rückverfüllung des Grabens angesät werden. Zur Wiederherstellung bzw. zur Unterstützung des bestehenden Bodengefüges empfehlen wir eine mehrjährige, schonende Bewirtschaftung. Wir empfehlen die Ansaat von tiefwurzelnden, wasserzehrenden, frostfesten und mehrjährigen Pflanzen. So kann infolge der Durchwurzelung, der Schrumpf- und Quellvorgänge sowie Gefrier- und Auftauprozesse die Wiederherstellung des Bodengefüges unterstützt werden. Pflanzen mit geeigneten Eigenschaften sind:

- Ackerland:
 - Kreuzblütler (z.B. Senf, Ölrettich),
 - Schmetterlingsblütler (z.B. Esparsette, Luzerne, Lupine, Kleeegrasmischungen),
 - Wasserblattgewächse (z.B. Phacelia),
- Grünland:
 - standortangepasste Saatgutmischungen mit einem erhöhten Anteil an tiefwurzelnden, mehrjährigen Pflanzen, wie z.B. Luzerne, Obergräser etc.,
 - in erosionsgefährdeten Lagen eignet sich als zusätzliches Saatgut Hafer oder Sommergerste,
- Waldgebiete:
 - zur Erosionsvermeidung Anbau von tiefwurzelnden Pflanzen für mind. 3 Jahre gemäß den Angaben für das Ackerland,
 - Bereiche, wo tiefwurzelnde Bäume zulässig sind: Baumartenwahl entsprechend den lokalen Standortverhältnissen.
- Generell ist eine für den Naturraum angepasste Saatgutmischung / Baumartenauswahl zu verwenden. Eine Beratung durch lokalen Hersteller ist zu empfehlen.

Sollte das Ende der Baumaßnahme in die Wintermonate fallen, sind Pflanzen anzubauen, deren Keimfähigkeit bereits bei 0 °C beginnt. Vegetationslose Flächen sind unbedingt zu vermeiden, da auch kurzzeitig wirkende Erosion flächenhaften Bodenabtrag oder Verschlammung verursachen kann.

Des Weiteren empfehlen wir, mit dem Eigentümer oder Bewirtschafter eine Zwischenbewirtschaftungsvereinbarung, ggf. mit einem eingebunden Beweissicherungskonzept, abzuschließen, um zu gewährleisten, dass der betroffene Boden Zeit hat, sich auf natürliche Art und Weise zu rekultivieren und ein gesundes Bodengefüge aufzubauen. Dazu empfehlen wir, bei der Folgebewirtschaftung auf den Anbau von Hackfrüchten bzw. Reihenkulturen in den ersten Folgejahren zu verzichten. Hackfrüchte, wie z.B. Kartoffeln, Zuckerrüben oder Mais, haben zum einen ein kaum den Boden stabilisierendes Wurzelgeflecht und zum anderen einen geringen Überdeckungsgrad, der wiederum Erosion begünstigt. Sollte es dennoch nicht möglich sein auf Reihenkulturen zu verzichten, empfehlen wir den Anbau in Form einer Mulchsaat. Außerdem empfehlen wir auf eine Beweidung bzw. intensive Bewirtschaftung innerhalb der ersten drei Vegetationsperioden zu verzichten.



Weitere Maßnahmen, wie z.B. Kalkung, Ausbringung organischen Düngers oder Mulchen mit den einzelnen Schnitten, unterstützen ebenfalls den Humusaufbau sowie die Gefügebildung und können bei Bedarf zum Einsatz kommen.

Die bindigen Substrate werden nach dem Einbau durch natürliche Prozesse (Wiederbefeuchtung, Gefrier- und Auftauprozesse im Winter) weiter konsolidiert. Obwohl sich die Bodenoberfläche absenken kann, bleiben bei dieser natürlichen Konsolidation die Porenräumen für die Luft- und Wasserzirkulation erhalten. Sollte die angelegte Überhöhung im Bereich des Kabelgrabens und der Baugruben nicht ausreichen, um die Setzungen auszugleichen, sind die Sackungen und Senken mit geeignetem Material aufzufüllen. **Im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes ist eine nachträgliche Verfüllung von Senken einer potenziellen Unterbodenverdichtung, welche bei einem massiven Einbau der Erdstoffe eintreten kann, vorzuziehen.**

Zusätzlich verweisen wir auf das Informationsblatt zur Zwischenbewirtschaftung 09.01.03_Infoblatt_Zwischenbewirtschaftung der Bayernwerk Netz GmbH (Anlage 4).

7. Bodenkundliche Baubegleitung

Zur Durchführung der Baumaßnahme im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes ist eine bodenkundliche Baubegleitung empfehlenswert. Die bodenkundliche Baubegleitung sollte bereits in der Planungsphase einbezogen werden.

8. Schlussbemerkung

Das Bodenschutzkonzept ist unter anderem in Anlehnung an das projektspezifische Baugrundgutachten (Quelle 2) erarbeitet worden und nur zusammen mit diesem zu betrachten. Die bodenkundlichen Aussagen sind vor allem anhand bodenkundlicher Quellen abgeleitet, weshalb Abweichungen von den getroffenen Aussagen möglich sind. Sollten bei den Aufgrabungsarbeiten besonders vernässte Stellen oder stark humifizierte Standorte gefunden werden, ist ein Bodengutachter hinzuzuziehen, um diese Standorte zu dokumentieren und um vor Ort geeignete Schutzmaßnahmen festzulegen.

Das Bodenschutzkonzept basiert auf den zum Zeitpunkt der Bearbeitung bereitgestellten Unterlagen (Stand Oktober 2021). Ergeben sich in der weiteren Planungsphase Änderungen, so sind vom zuständigen Gutachter zusätzliche Empfehlungen einzuholen bzw. sind die Angaben zu überprüfen.

Das Bodenschutzkonzept ist nur in seiner Gesamtheit (24 Seiten, 4 Anlagen) gültig.



9. Quellenverzeichnis

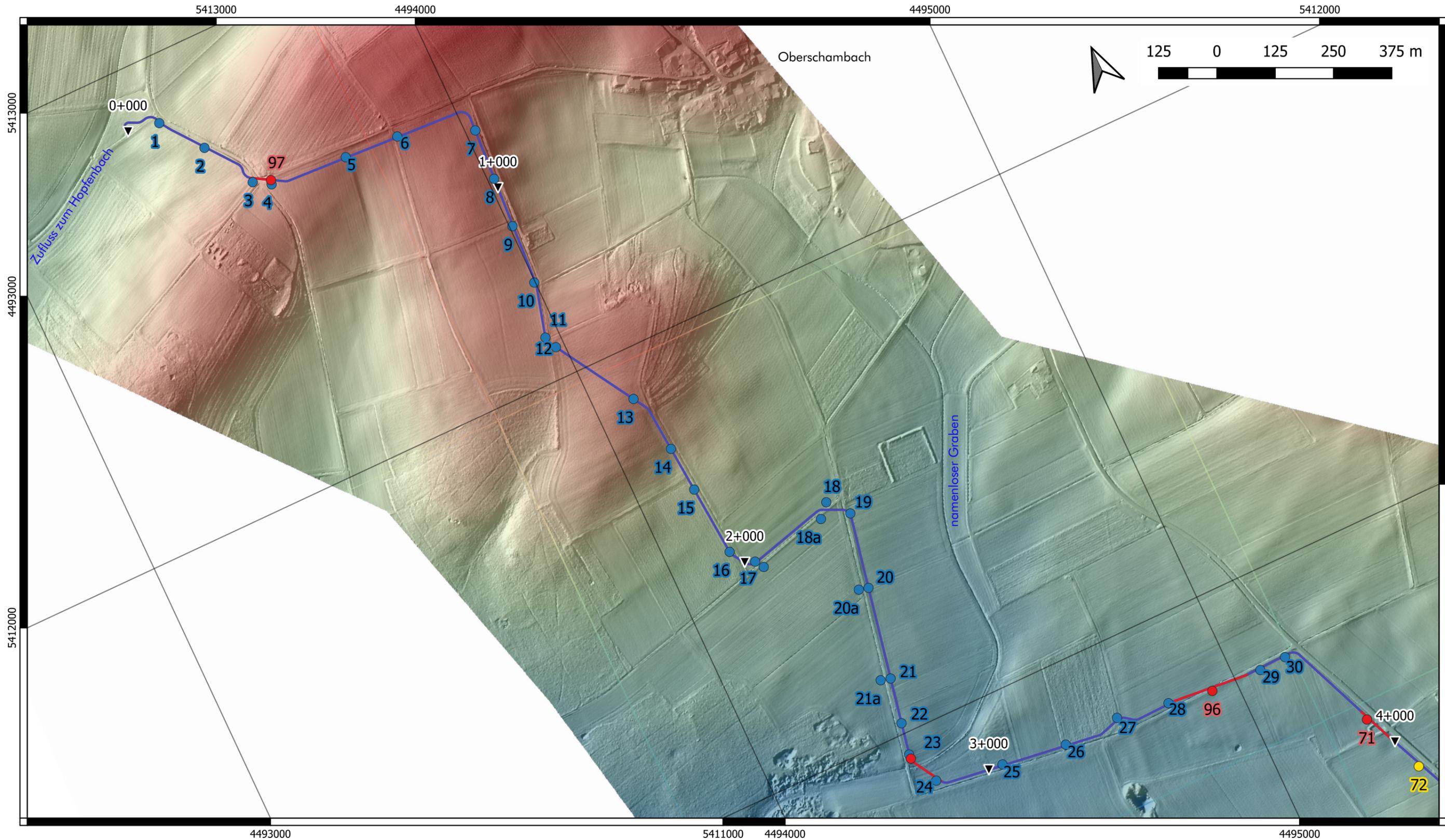
1. OMEXOM Hochspannung GmbH: Trassenverlauf und geschlossene Querungen als Shapefile.
Aktualität: 25.10.2021
2. BUCHHOLZ+PARTNER GmbH: geotechnischer Bericht zur Baugrunduntersuchung für die 110-kV-Kabelleitung Anschluss Bachl, Projektnummer L21-II-387.242-1, Version 1.2, 29.10.2021
3. OMEXOM Hochspannung GmbH: Digitales Geländemodell mit Rasterweite 1 m
4. Bayerisches Landesamt für Umwelt: Bayern-Atlas, <http://www.umweltatlas.bayern.de>, Zugriff: 08/2021:
 - Grundwasserisohypsen und Grundwassermessstellen,
 - Übersichtsbodenkarte 1:25.000,
 - Bodenschätzungsübersichtskarte 1:25.000,
 - Standortkundliche Bodenkarte 1:25.000,
 - Bodenchemie / Humusgehalte,
 - Karten zum Bodenwasser (Grad der Grundnässe und Stau- oder Haftnässe).
5. Bundesamt für Naturschutz: Landschaftsteckbriefe Mecklenburg-Vorpommern; Bonn 2010
6. AD-HOC-Arbeitsgruppe Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Bodenkundliche Kartieranleitung KA5; Hannover 2005
7. Bundesverband Boden: BVB-Merkblatt 2, Bodenkundliche Baubegleitung, Leitfaden für die Praxis; Berlin 2013
8. Scheffer / Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde; Berlin 2009
9. Stahr / Kandeler / Hermann / Streck: Bodenkunde und Standortlehre; UTB-Verlag; Stuttgart 2008
10. Institut für Länderkunde, Leipzig (Hrsg.): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland, Bd. 3 – Natur und Umwelt II: Klima, Pflanzen- und Tierwelt, Spektrum Akad. Verl., Berlin 2003



Anlage 1

Schummerungskarte mit Bohransatzpunkten

(2 Seiten)



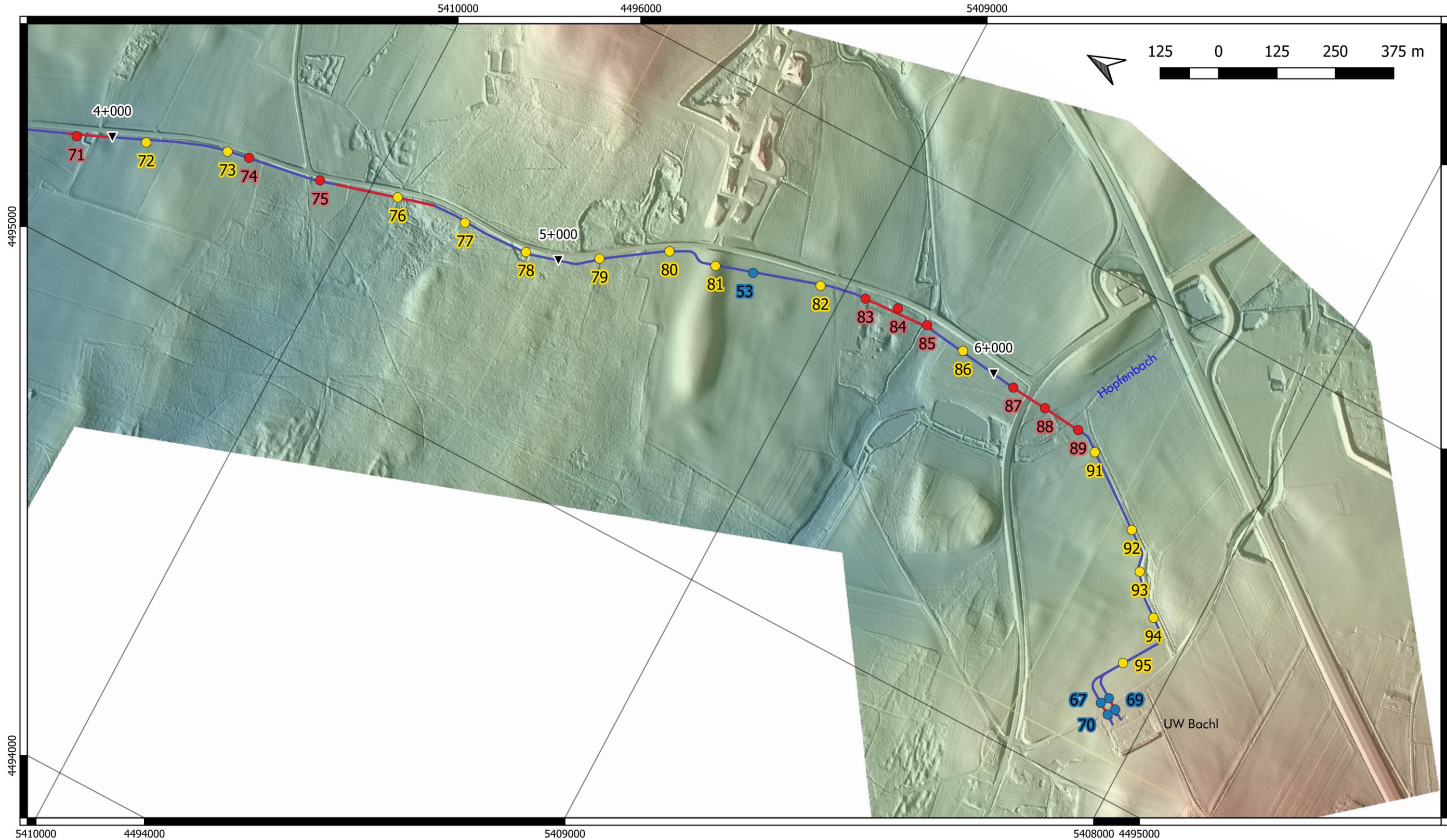
LEGENDE

- Höhe in m ü. NHN
- 368
 - 378
 - 384
 - 394
 - 423
- Kabeltrasse
- geschlossene Querungen
- ▼ Stationierung
- Baugrunduntersuchung 2021
- Rotationskernbohrungen
 - Kleinrammbohrungen
- Baugrunduntersuchung 2018
- Kleinrammbohrungen

Datengrundlage:

| EPGS: 25832 | Bezeichnung | Datenquelle |
|------------------|-------------------|--|
| Karten-grundlage | Schummerungskarte | Bayrisches Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung |
| Karteninhalt | Kabelleitung | Omexom Hochspannung GmbH |
| Karteninhalt | Bohransatzpunkte | Buchholz + Partner GmbH |

| | | | | |
|---|---|------------------|------------|-------------|
| Objekt: | 110-kV-Kabelleitung Anschluss Bachl | | | |
| Darstellung: | Schummerungskarte mit Bohransatzpunkten | | | Version: |
| | | | | 1.2 |
| Auftraggeber: | Bearb.: | Auftrags-Nr.: | Plandatum: | Anhang-Nr.: |
| OMEXOM Hochspannung GmbH | KS | L20-II-387.242-2 | 10/2021 | 1.1 |
| Am Oberen Anger 9 04435 Schkeuditz info@buchholz-und-partner.de www.buchholz-und-partner.de | | | | |
| BUCHHOLZ + PARTNER | | | | |



LEGENDE

- Höhe in m ü. NHN
- 368
 - 378
 - 384
 - 394
 - 423
 - Kabeltrasse
- geschlossene Querungen
 - Stationierung
 - Baugrunduntersuchung 2021**
 - Rotationskernbohrungen
 - Kleinrammbohrungen
 - Baugrunduntersuchung 2018**
 - Kleinrammbohrungen

Datengrundlage:

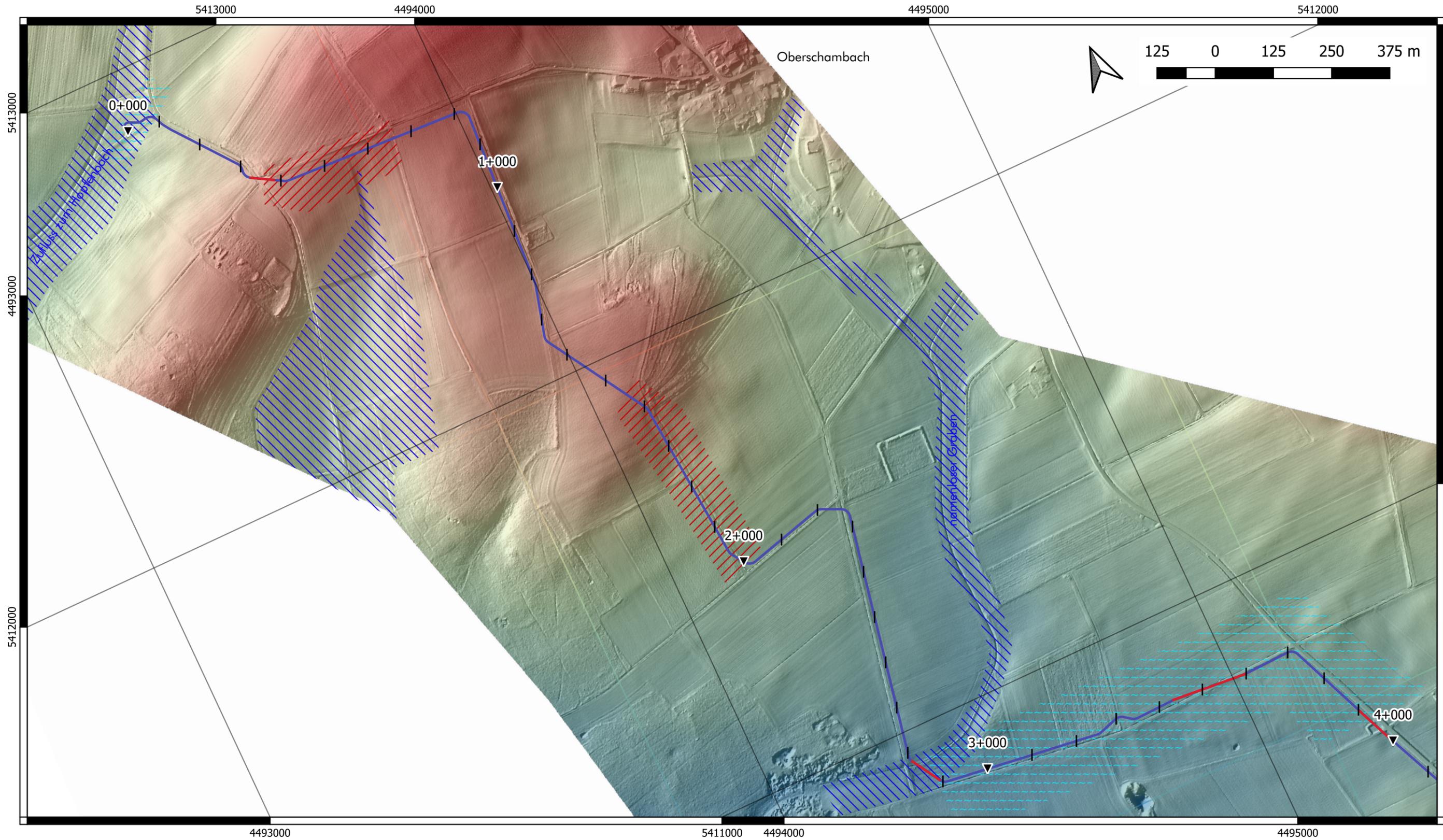
| EPSG: 25832 | Bezeichnung | Datenquelle |
|------------------|-------------------|--|
| Karten-grundlage | Schummerungskarte | Bayrisches Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung |
| Karteninhalt | Kabelleitung | Omexom Hochspannung GmbH |
| Karteninhalt | Bohransatzpunkte | Buchholz + Partner GmbH |

| | | | | |
|--------------------------|---|------------------|------------|-------------|
| Objekt: | 110-kV-Kabelleitung Anschluss Bachtl | | | |
| Darstellung: | Schummerungskarte mit Bohransatzpunkten | | | Version: |
| | | | | 1.2 |
| Auftraggeber: | Bearb.: | Auftrags-Nr.: | Plandatum: | Anhang-Nr.: |
| OMEXOM Hochspannung GmbH | KS | L20-II-387.242-2 | 10/2021 | 1.2 |

Anlage 2

Schummerungskarte mit Gefährdungspotenzialen

(2 Seiten)

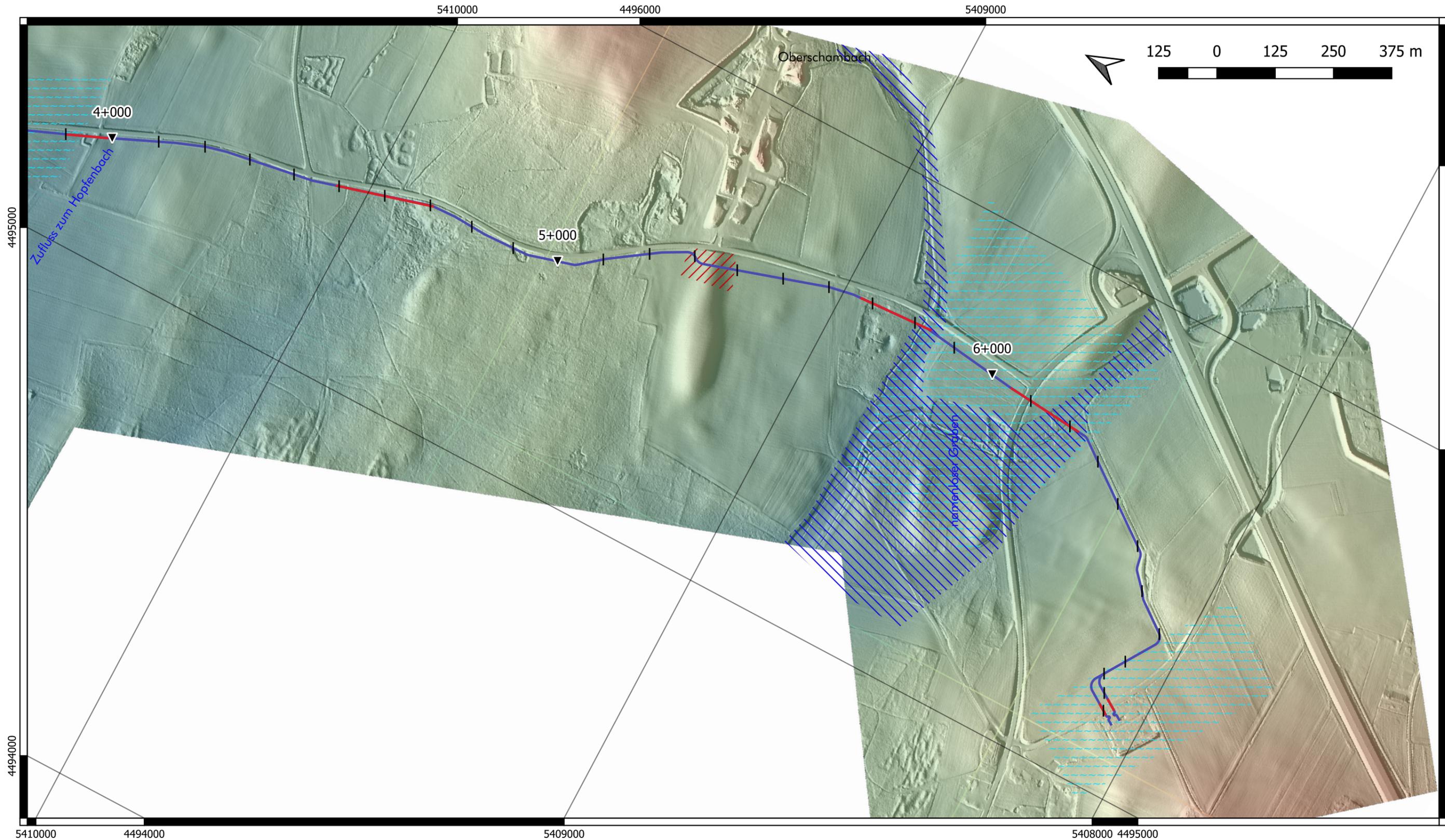


LEGENDE

- Kabeltrasse
 - geschlossene Querungen
 - ▼ Stationierung
 - Gefährdungspotenziale**
 - // Hangneigung
 - // natürliche Abflussbahn
 - ~ Schichtenwasser
- | Höhe in m ü. NHN | |
|---|-----|
| ■ | 368 |
| ■ | 378 |
| ■ | 384 |
| ■ | 394 |
| ■ | 423 |

| Daten- grundlage: | EPSG: 25832 | Bezeichnung | Datenquelle |
|----------------------|-------------|-----------------------|--|
| Karten- grundlage | | Schummerungskarte | Bayrisches Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung |
| Karteninhalt | | Kabelleitung | OMEXOM Hochspannung GmbH |
| Karteninhalt | | Gefährdungspotenziale | BUCHHOLZ + PARTNER GmbH |

| | | | | |
|---|--|------------------|------------|-----------------|
| Objekt: | 110-kV-Kabelleitung Anschluss Bachl | | | |
| Darstellung: | Schummerungskarte mit Gefährdungspotenzialen | | | Version: 1.2 |
| Auftraggeber: | Bearb.: | Auftrags-Nr.: | Plandatum: | Anhang-Nr.: |
| OMEXOM Hochspannung GmbH | KS | L20-II-387.242-2 | 10/2021 | 2.1 |
| Am Oberen Anger 9 04435 Schkeuditz info@buchholz-und-partner.de www.buchholz-und-partner.de | | | | |
| BUCHHOLZ + PARTNER | | | | |



LEGENDE

- Kabeltrasse
 - geschlossene Querungen
 - ▼ Stationierung
 - Gefährdungspotenziale**
 - /// Hangneigung
 - /// natürliche Abflussbahn
 - Schichtenwasser
- | Höhe in m ü. NHN | |
|---|-----|
| ■ | 368 |
| ■ | 378 |
| ■ | 384 |
| ■ | 394 |
| ■ | 423 |

| Daten-grundlage: | EPSG: 25832 | Bezeichnung | Datenquelle |
|------------------|-------------|-----------------------|--|
| Karten-grundlage | | Schummerungskarte | Bayrisches Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung |
| Karteninhalt | | Kabelleitung | OMEXOM Hochspannung GmbH |
| Karteninhalt | | Gefährdungspotenziale | BUCHHOLZ + PARTNER GmbH |

| | | | | |
|--------------------------|--|------------------|------------|-----------------|
| Objekt: | 110-kV-Kabelleitung Anschluss Bachl | | | |
| Darstellung: | Schummerungskarte mit Gefährdungspotenzialen | | | Version: 1.2 |
| Auftraggeber: | Bearb.: | Auftrags-Nr.: | Plandatum: | Anhang-Nr.: |
| OMEXOM Hochspannung GmbH | KS | L20-II-387.242-2 | 10/2021 | 2.2 |

Am Oberen Anger 9 | 04435 Schkeuditz
 info@buchholz-und-partner.de
 www.buchholz-und-partner.de



Anlage 3

Tabellarische Auflistung der Gefährdungspotenziale und empfohlenen
Schutzmaßnahmen

(2 Seiten)

110-kV-Kabelleitung Anschluss Bachl

Anl. 3: Tabellarische Auflistung der Gefährdungspotenziale und empfohlenen Schutzmaßnahmen

Stand: 29.10.2021

AG: OMEXOM Hochspannung GmbH

Projekt: L20-II-387.242-2

Version: 1.2

| Stationierung 1) | Abfolge der geologischen Schichten | Hangneigung | Gefährdungspotenzial | | | | | | | | | empfohlene Schutzmaßnahmen | | | | weitere Bemerkungen |
|------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|-----------------------|---------------|-------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---|----------------------|--|---|----------------------------|---|---|
| | | | Verdichtung | Bodengeügeschäden | Wassererosion | Winderosion | Verschlämmungsneigung | Vermischung von untersch. UB-Material | Vernässungen durch Schichtenwasser | Vernässungen durch aufstauendes Regenwasser | befestigte Baustraße | Schutzmaßnahmen Wassererosion vgl. Kapitel 5.5 | Schutzmaßnahmen Winderosion vgl. Kapitel 5.5 | Tagwasserhaltung vorhalten | | |
| 0+000 | 0+080 | 1 / 2 | 3-6 längs | ++ | ++ | ++ | + | ++ | - | + | - | x ²⁾ | x | x | x | |
| 0+080 | 0+130 | 1 / 2 | | ++ | ++ | + | + | ++ | - | - | - | x | x ³⁾ | x | | |
| 0+130 | 0+300 | 1 / 5 / 10 / 9 | | + | + | + | ++ | - | ++ | - | + | x | x ³⁾ | x | x | |
| 0+300 | 0+335 | 1 / 5 / 12a | | + | + | + | - | - | + | - | + | x | x ³⁾ | | x | |
| 0+335 | 0+405 | 1 / 5 / 9 / 11 | | geschlossene Bauweise | | | | | | | | | | | | |
| 0+405 | 0+630 | 1 / 5 | 3-6 quer | + | + | + | - | - | - | - | + | x ²⁾ | x ³⁾ | | x | |
| 0+630 | 0+800 | 1 / 3 / 11 | | ++ | ++ | + | ++ | ++ | + | - | + | x | x ³⁾ | x | x | |
| 0+800 | 0+900 | 1 / 11 | | + | + | - | - | - | - | - | + | x | | | x | |
| 0+900 | 1+280 | 1 / 5 | | + | + | + | - | - | - | - | + | x | x ³⁾ | | x | |
| 1+280 | 1+420 | 1 / 5 / 10 | | + | + | + | ++ | - | + | - | - | x | x ³⁾ | x | | |
| 1+420 | 1+565 | 1 / 5 / 11 | | + | + | + | - | - | + | - | + | x | x ³⁾ | | x | |
| 1+565 | 1+670 | 1 / 5 / 11 | 3-6 längs + quer | + | + | ++ | - | - | + | - | + | x ²⁾ | x | | x | |
| 1+670 | 1+760 | 1 / 5 / 10 | 3-6 längs | + | + | ++ | ++ | - | + | - | - | x ²⁾ | x | x | | |
| 1+760 | 1+960 | 1 / 2 | 3-6 längs | ++ | ++ | ++ | + | ++ | - | - | - | x ²⁾ | x | x | | |
| 1+960 | 2+585 | 1 / 3 | | ++ | ++ | + | ++ | ++ | - | - | - | x | x ³⁾ | x | | |
| 2+585 | 2+765 | 1 / 4 / 6 | | ++ | - | + | ++ | - | + | - | - | x | x ³⁾ | x | | evtl. kann der Flugsand und der periglaziale Decksand gemeinsam ausgebaut, gelagert und wieder eingebaut werden |
| 2+765 | 2+820 | 1 / 2 / 7 | | ++ | ++ | + | + | ++ | + | - | - | x | x ³⁾ | x | | |
| 2+820 | 2+890 | 1 / 2 / 7 | | geschlossene Bauweise | | | | | | | | | Ausbläser möglich | | | |
| 2+890 | 2+950 | 1 / 2 / 7 | | ++ | ++ | + | + | ++ | + | + | - | x | x ³⁾ | x | x | |
| 2+950 | 3+130 | 1 / 4 / 6 | | ++ | - | + | ++ | - | + | + | - | x | x ³⁾ | x | x | evtl. kann der Flugsand und der periglaziale Decksand gemeinsam ausgebaut, gelagert und wieder eingebaut werden |
| 3+130 | 3+235 | 1 / 4 / 5 | | ++ | - | + | ++ | - | + | + | + | x | x ³⁾ | x | x | |
| 3+235 | 3+360 | 1 / 4 / 7 | | ++ | - | + | ++ | - | + | + | - | x | x ³⁾ | x | x | |
| 3+360 | 3+430 | 1 / 6 | | + | - | + | - | - | - | + | - | x | x ³⁾ | | x | |
| 3+430 | 3+600 | 1 / 6 / 10 / 9 | | geschlossene Bauweise | | | | | | | | | Ausbläser möglich | | | |
| 3+600 | 3+660 | 1 / 3 / 6 | | ++ | ++ | + | ++ | ++ | + | + | - | x | x ³⁾ | x | x | |
| 3+660 | 3+700 | 1 / 4 | | ++ | - | + | ++ | - | - | + | - | x | x ³⁾ | x | x | |
| 3+700 | 3+900 | 1 / 6 / 5 | | + | - | + | - | - | + | + | + | x | x ³⁾ | | x | |
| 3+900 | 3+990 | Y / 14a | | geschlossene Bauweise | | | | | | | | | anthropogene Auffüllung, Wiedereinbaukriterien nach LAGA beachten | | | |
| 3+990 | 4+265 | 1 / 6 | | + | - | + | - | - | - | - | - | x | x ³⁾ | | | |
| 4+265 | 4+350 | 1 / 2 / 5 | | ++ | ++ | + | + | ++ | + | - | + | x | x ³⁾ | x | x | |
| 4+350 | 4+495 | 1 / 2 / 4 | | ++ | ++ | + | ++ | ++ | + | - | - | x | x ³⁾ | x | | |
| 4+495 | 4+705 | 1 / 2 / 9 | | geschlossene Bauweise | | | | | | | | | | | | |
| 4+705 | 4+880 | 1 / 6 / 10 | | + | - | + | ++ | - | + | - | - | x | x ³⁾ | x | | |
| 4+880 | 5+010 | 1 / 6 | | + | - | + | - | - | - | - | - | x | x ³⁾ | | | |
| 5+010 | 5+190 | 1 / 5 / 9 | | + | + | + | - | - | + | - | + | x | x ³⁾ | | x | |
| 5+190 | 5+260 | 1 / 10 / 9 | | ++ | + | + | ++ | - | + | - | + | x | x ³⁾ | x | x | |
| 5+260 | 5+340 | 1 / 9 / 10 | 3-6 längs | + | + | ++ | ++ | - | + | - | - | x ²⁾ | x | x | | |
| 5+340 | 5+400 | 1 / 10 | 3-6 längs | ++ | - | ++ | ++ | - | - | - | - | x ²⁾ | x | x | | |

Anl. 3: Tabellarische Auflistung der Gefährdungspotenziale und empfohlenen Schutzmaßnahmen

Stand: 29.10.2021

AG: OMEXOM Hochspannung GmbH

Projekt: L20-II-387.242-2

Version: 1.2

| Stationierung 1) | Abfolge der geologischen Schichten | Hangneigung | Gefährdungspotenzial | | | | | | | | | empfohlene Schutzmaßnahmen | | | | weitere Bemerkungen |
|------------------|------------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|---------------|-------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---|----------------------|--|--|----------------------------|---|---------------------|
| | | | Verdichtung | Bodengeügeschäden | Wassererosion | Winderosion | Verschlämmungsneigung | Vermischung von untersch. UB-Material | Vernässungen durch Schichtenwasser | Vernässungen durch aufstauendes Regenwasser | befestigte Baustraße | Schutzmaßnahmen Wassererosion vgl. Kapitel 5.5 | Schutzmaßnahmen Winderosion vgl. Kapitel 5.5 | Tagwasserhaltung vorhalten | | |
| 5+400 | 5+450 | 1 / 4 / 7 | ++ | - | + | ++ | - | + | - | - | x | x ³⁾ | x | | | |
| 5+450 | 5+540 | 1 / 4 / 10 | ++ | - | + | ++ | - | + | - | - | x | x ³⁾ | x | | evtl. kann der Flugsand und der Molassesand gemeinsam ausgebaut, gelagert und wieder eingebaut werden | |
| 5+540 | 5+610 | 1 / 10 | ++ | - | + | ++ | - | - | - | - | x | x ³⁾ | x | | | |
| 5+610 | 5+680 | 1 / 2 | ++ | ++ | + | + | ++ | - | - | - | x | x ³⁾ | x | | | |
| 5+680 | 5+825 | 2 / 8 / 9 | geschlossene Bauweise | | | | | | | | | | | | | Ausbläser möglich |
| 5+825 | 6+050 | 1 / 2 | ++ | ++ | + | + | ++ | - | + | - | x | x ³⁾ | x | x | | |
| 6+050 | 6+220 | 1 / 2 / 10 / 9 | geschlossene Bauweise | | | | | | | | | | | | | Ausbläser möglich |
| 6+220 | 6+250 | 1 / 2 | ++ | ++ | + | + | ++ | - | + | - | x | x ³⁾ | x | x | | |
| 6+250 | 6+370 | 1 / 4 / 8 | ++ | - | + | ++ | - | + | - | - | x | x ³⁾ | x | | evtl. kann der Flugsand und der Terrassensand gemeinsam ausgebaut, gelagert und wieder eingebaut werden | |
| 6+370 | 6+490 | 1 / 8 | ++ | - | + | - | - | - | - | - | x | x ³⁾ | | | | |
| 6+490 | 6+600 | 1 / 9 | + | + | - | - | - | - | - | + | x | | | x | | |
| 6+600 | 6+735 | 1 / 10 | ++ | - | + | ++ | - | - | - | - | x | x ³⁾ | x | | | |
| 6+735 | 6+910 | 1 / 7 | - | - | - | - | - | - | + | - | x | | | x | | |
| 6+910 | 6+940 | 1 / 7 / 9 / 10 / 5 | geschlossene Bauweise | | | | | | | | | | | | | |
| 6+940 | UW Bacht | 1 / 5 / 9 | + | + | + | - | - | + | + | + | x | x ³⁾ | | x | | |

- Legende:
- gering gefährdet
 - + gefährdet
 - ++ sehr stark gefährdet
 - Y bindige Auffüllung
 - 1 Oberboden
 - 2 Kolluvium
 - 3 Löss / Sandlöss / Lösslehm
 - 4 Flugsand
 - 5 periglazialer Decklehm
 - 6 periglazialer Decksand
 - 7 Terrassenschotter
 - 8 Terrassensand
 - 9 Molasseton / -schluss
 - 10 Molassesand
 - 11 Alblehm
 - 12 Kalkstein
 - 13 Kalksandstein
 - 14 Sandstein

- Fußnoten:
- ¹⁾ Die Angaben der Trassenabschnitte (Stationierung) dient als Orientierung. Die zwischen den Bohransatzpunkten festgelegten Schichtverläufe (vgl. Quelle 2, Anlage 3) sind interpoliert und können von der Realität abweichen.
 - ²⁾ Hangneigung beachten
 - ³⁾ bei Stark- und Dauerniederschlagsereignissen im Bereich der Bodenmieten

Anlage 4

Informationsblatt "09.01.03_Infoblatt_Zwischenbewirtschaftung"

(2 Seiten)

Empfehlungen zur Zwischenbewirtschaftung von Flächen nach dem Bau von 110-kV-Erdkabelleitungen

Nach dem Bau von 110-kV-Erdkabelleitungen ist zur Wiederherstellung des Bodengefüges und der Bodenstabilität zu empfehlen, eine bodenschonende Zwischenbewirtschaftung einzuplanen. Diese sorgt nach Befahrung, Aushub, Zwischenlagerung und Rückbau für die Regeneration des Bodens.

Der Boden wird nach Abschluss der Bauarbeiten von der durch das Bayernwerk beauftragten Baufirma fachgerecht rekultiviert. Ein dauerhafter Erfolg einer Trassenrekultivierung hängt unter anderem von der Folgebewirtschaftung ab.

Je länger die Zwischenfrucht angebaut wird, umso größer der Erfolg einer Rekultivierung. Die Zwischenbewirtschaftung sollte bis zu drei Vegetationsperioden dauern und unmittelbar nach der Baumaßnahme durchgeführt werden.

Bei Interesse an einer Zwischenbewirtschaftung steht das Bayernwerk mit der bodenkundlichen Baubegleitung kostenlos für eine individuelle Beratung zur Verfügung.

Empfehlungen zur Zwischenbewirtschaftung

- Ansaat
 - o sobald als möglich nach der Rekultivierung
 - o Saatbettvorbereitung und Ansaat nur mit Maschinen, die einen geringen Bodendruck verursachen
- Befahrung
 - o möglichst wenig Befahrung der Rekultivierungsflächen
 - o Hohe Bodenschonung bei der Bewirtschaftung (geringe Achslasten, niedriger Reifendruck)
- Düngung (Ackerland und Grünland)
 - o Bedarfsgerechte Düngung, aber Vermeidung von Überangebot bei Stickstoff
 - o Ausbringung von Wirtschaftsdünger zur Förderung von Bodenleben und Bodengare unter Beachtung niedriger Bodendrucke und der gesetzlichen Vorgaben
 - o Kalkdüngung bei Böden, die zur Verschlammung oder Verdichtung neigen
- Mulchen (Ackerland und Grünland)
 - o Regelmäßiges Mulchen zur Förderung der Humusbildung und Vermeidung von Verunkrautung bei Verbleib des Aufwuchses auf der Fläche)
- extensive Bewirtschaftung der Fläche

Ackerland

- Ansaat tiefwurzelnder Kulturen, wie Leguminosen oder Cruciferen, wie z.B.:
 - o Luzerne rein oder in Kombination mit anderen Saaten
 - o Kleegrasmischungen
 - o Ölrettich

- Lupinen
- Phacelia
- Bei erosionsgefährdeten Lagen sollte auf Reihenkulturen auch nach der Zwischenbewirtschaftung verzichtet werden. Wenn trotzdem Reihenkulturen angebaut werden, sollte dies in Form der Mulchsaat erfolgen

Grünland

- Ansaat mit standortangepassten Saatgutmischungen und erhöhtem Anteil von tiefwurzelnden Pflanzen, wie Luzerne, Obergräser etc.
- Bei erosionsgefährdeten Lagen: zusätzliches Saatgut wie Hafer oder Sommergerste in die Mischung zum Erhalt einer Deckfrucht geben (Schröpfschnitt zum Ährenschieben der Deckfrucht nicht vergessen)
- Durchführung eines Schröpfschnittes mit Beseitigung des Aufwuchses zur Unkrautreduzierung und Förderung der Bestockung
- Verzicht auf Beweidung und intensive Bewirtschaftung

Wald

- Anbau tiefwurzelnder Pflanzenarten wie bei Ackerland als Lebendverbauung über mindestens 3 Jahre zur Erosionsvermeidung
- Baumartenauswahl entsprechend den lokalen Standortverhältnissen
- Pionierbäume, wie Kiefer, Birke etc. bei ungünstigen Verhältnissen
- Wirtschaftsbaumarten, wie Eiche, Buche, Fichte bei günstigen Verhältnissen
- Kalkdüngung bei Böden, die zur Verschlammung oder Verdichtung neigen
- Schonung des Bodens bei Kultur- und Pflegearbeiten

Sonder- und Dauerkulturen

- Bei Sonder- und Dauerkulturen ist eine Zwischenbewirtschaftung sinnvoll, muss aber aufgrund der besonderen Bewirtschaftungsweisen Art, Umfang und Dauer der Zwischenbewirtschaftung mit dem Leitungsbetreiber, der bodenkundlichen Baubegleitung und dem Bewirtschafter abgeklärt werden.