

## Ostbayernring - Ersatzneubau 380/110 kV- Höchstspannungsleitung Redwitz - Schwandorf

### Abschnitt Umspannwerk Mechlenreuth - Umspannwerk Etzenricht

#### Baugrundvoruntersuchung

Auftraggeber:



TenneT TSO GmbH  
Bernecker Straße 70  
95448 Bayreuth

Auftragsdatum: 18.05.2017

Aktenzeichen: 4529048839/3111/HH7/NB

Auftragnehmer:



Ingenieurbüro BGA GbR  
Zuckerbergweg 22  
38124 Braunschweig

Bearbeiter: T. Franke (MSc.), Dr. Zarske

Projektnummer: 657.17 (Za/Fra/Neu)

Ausfertigung: / 1

Entwurf: 30.08.2017

Abschluss der  
Bearbeitung: 30.05.2018

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Anlagenverzeichnis	3
1. Vorgang, Aufgabenstellung	4
2. Unterlagen	4
3. Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen	5
4. Untersuchungsergebnisse	5
4.1 Morphologische Gliederung	6
4.2 Geologische Einheiten, Baugrundsichten	7
4.3 Vorläufige bodenmechanische Kennwerte	8
4.4 Hydrogeologische Situation	12
4.5 Besondere Randbedingungen	13
4.5.1 Schutzgebiete	13
4.5.2 Bergbau	13
4.5.3 Altlasten und Kampfmittelverdacht	14
5. Vorläufige Einschätzung der Gründungssituation	15
6. Umfang der Baugrund-Hauptuntersuchung	16
6.1 Flachgründungen	16
6.2 Tiefgründung auf Pfählen	18
6.3 Chemische Untersuchungen	18
7. Homogenbereiche für Erkundungsarbeiten	19
8. Gerätekonzept und Zeitrahmen der Erkundungen	20
9. Schlussbemerkungen	22

## Anlagenverzeichnis

- 1           Übersichtsplan
- 2           Geologische Karte i. M. 1 : 25 000
- 3           Mastliste mit den Ergebnissen der Voruntersuchung
- 4           Stellungnahmen von Behörden
- 5           Quellenverzeichnis

## 1. Vorgang, Aufgabenstellung

Die TenneT TSO GmbH, 95448 Bayreuth plant den Bau einer 380 kV-Leitung zwischen Redwitz (Oberfranken) und Schwandorf (Oberpfalz). Wir wurden beauftragt, die Baugrundvoruntersuchung bzw. „geotechnische Voruntersuchung“ i. S. von [8] für die Planungsabschnitte A-C durchzuführen. Der vorliegende Bericht gilt für den Abschnitt:

- Umspannwerk Mechlenreuth - Umspannwerk Etzenricht

## 2. Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden uns vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

- [1] Mastliste
- [2] Trassenführung als Shape-Files
- [3] Trassenführung als KML-Files sowie Übersichtspläne im PDF-Format, Zusendung am 29.05.2018<sup>1</sup>

Ferner waren im Downloadbereich für das Projekt verfügbar:

- [4] Übersichtskarten Oberfranken und Oberpfalz mit Eintragung des Trassenverlaufs i. M. 1 : 25 000 als Luftbilder und topographische Karten, imp GmbH, Mai 2017 (pdf)
- [5] Lagepläne i. M. 1 : 25 000, erstellt durch TNL Umweltplanung und ifuplan, November 2016

---

1 evtl. noch zu erwartende Änderungen z.B. bei den Rückbaumasten sind für die Beurteilung nicht relevant

Für die Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden uns ferner von TenneT zur Verfügung gestellt:

- [6] Ergebnisse von Bohrungen für benachbarte Mast-Standorte der parallel verlaufenden, bestehenden Leitung, Erkundungen aus 1972

Von dem Ingenieurbüro ifuplan erhielten wir:

- [7] Shapedateien der Landschaftsschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete

Bezüglich der Anforderungen an die Baugrundvorbeurteilung wurden uns übergeben:

- [8] Auszüge aus "Handbuch Bauen und Errichten", Abschnitt 2.1.11.1 "Technische Bedingungen für Baugrunduntersuchungen"

### **3. Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen**

Im Zuge der Bearbeitung wurden diverse Unterlagen, wie geologische und topographische Karten, Behördenangaben etc. recherchiert und ausgewertet. Die verwendeten Quellen sind in der Anlage 5 aufgelistet.

Etwaige Bohr-, Sondier- oder Laborarbeiten wurden nicht ausgeführt (siehe [8], 2.1.11.1.3.3).

### **4. Untersuchungsergebnisse**

Die generelle Lage der Trasse geht aus dem Übersichtsplan (Anlage 1) hervor. In der Anla-

ge 2 sind die geologischen Verhältnisse an den Maststandorten auf Grundlage der geologischen Karte dargestellt. Die wesentlichen Untersuchungsergebnisse sind in der Anlage 3 in tabellarischer Form zusammengestellt:

- Morphologische Position
- Erwartete Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
- Hinweise zu sonstigen Randbedingungen, wie z. B. Schutzgebiete
- Einschätzung der Gründung
- Beurteilung des gründungsspezifisch erforderlichen Baugrunduntersuchungsprogramms einschließlich Laborversuche
- Angaben zu Zuwegungen

Die Gliederung der Tabelle in Anlage 3 entspricht der Mastnumerierung. Diese erfolgt von Norden (Mechlenreuth) nach Süden (Etzenricht). Um Verwechslungen zu vermeiden, wurde die Numerierung der geplanten Trasse gegenläufig zur Numerierung der Masten der Bestandstrasse vorgenommen.

Nachfolgend wird in genereller Form auf wesentliche Gesichtspunkte hingewiesen. Details sind den genannten Anlagen zu entnehmen.

#### **4.1 Morphologische Gliederung**

Die Trasse verläuft zunächst von der Münchberger Hochfläche über das Fichtelgebirge zur Naab-Wondreb-Senke und zur Tirschenreuther Teichpfanne. Dabei werden die Täler der Sächsischen Saale, der Lamitz, der Eger und der Kösseine gequert.

Im Weiteren verläuft die Trasse durch die Hügellandschaft des Oberpfälzer Waldes zu den Tälern von Waldnaab und Haidenaab.

## **4.2 Geologische Einheiten, Baugrundsichten**

Aus geologischer Sicht liegt die Baustrecke am westlichen Rand der Böhmisches Masse. Der Untergrund wird hier überwiegend von metamorphen und intrusiven Gesteinen aufgebaut. Im Fichtelgebirge besteht der Fels z. T. aus nicht oder nur schwach metamorphen Schiefen des Paläozoikums. Über dem Fels hat sich eine Verwitterungsdecke, z. T. gravitativ verlagert ("Wanderschutt" bzw. Solifluktionsschutt) gebildet.

Im Bereich von Wiesau werden Ablagerungen des Tertiärs innerhalb umgebender kristalliner Gesteine gequert (sog. Fichtelgebirgstertiär). Diese Ablagerungen bestehen in erster Linie aus Tonen und Sanden mit Braunkohleeinlagerungen.

Im Raum Weiden und im Landkreis Neustadt an der Waldnaab ragt ein Ausläufer des Mesozoischen Hügellandes von Westen in das Kristallin der Böhmisches Masse hinein. Unter der Lockergesteinsbedeckung wird der Untergrund dort von Schichten der Oberkreide, der Trias sowie des Rotliegenden aufgebaut. Es handelt sich in erster Linie um Sandsteine, Tone und Tonsteine, lokal Kalk- und Mergelsteine.

In den gequerten Flusstälern ist in erster Linie mit Ablagerungen aus Sand und Kies mit größeren Steinen und Blöcken zu rechnen.

Unter Berücksichtigung der Erkundungen für die Masten der benachbarten Bestandstrasse sind für die Gründung voraussichtlich die folgenden Baugrundhorizonte relevant:

- Sand und Kies in den Tälern
- Verwitterungsbildungen, Solifluktionsschutt
- Tone und Sande des Tertiärs
- Tone des Keupers

- Festgesteine
  - Mergelstein (Keuper)
  - Sandstein (Oberkreide, Muschelkalk, Buntsandstein, Rotliegendes)
  - Tonschiefer des Paläozoikums, z. T. metamorph überprägt
  - metamorphe Gesteine und Intrusivgesteine (Gneise, Amphibolite, Glimmerschiefer, metamorphe Quarzite, Granite)

#### **4.3 Vorläufige bodenmechanische Kennwerte**

Die entlang der Trasse verbreiteten Locker- und Festgesteine weisen aufgrund der unterschiedlichen Entstehungsbedingungen, des geologischen Alters und der Beanspruchung durch tektonische und metamorphe Prozesse eine sehr große Variabilität bezüglich der Zusammensetzung und der bodenmechanischen Eigenschaften auf. Vor den Erkundungen im Rahmen der Hauptuntersuchung ist daher nur eine sehr grobe Ersteinschätzung der bodenmechanischen bzw. felsmechanischen Kennwerte möglich.

Die Mächtigkeit der Lockergesteinsbedeckung bzw. der Verwitterungshorizonte über Fels kann vorab nicht genau prognostiziert werden. Die Tabelle in Anlage 3 enthält Angaben zu im Rahmen der Erkundung für die Bestandstrasse nachgewiesenen Mächtigkeiten von Lockergesteinen. Bei geringen dokumentierten Erkundungstiefen ist anzunehmen, dass Fels bereits in den entsprechenden Tiefen von wenigen Metern unter der Lockergesteinsbedeckung bzw. unter Verwitterungsbildungen ansteht.

Für die einzelnen, gründungsrelevanten Horizonte können im Rahmen von Vorüberlegungen zunächst die folgenden Kennwerte veranschlagt werden:



Sand und Kies (in Tälern verbreitet)

Zusammensetzung:	Sand und Kies in wechselnden Anteilen, z. T. steinig, z. T. schwach schluffig und schluffig, tonig
Lagerungsdichte:	Wahrscheinlich überwiegend mitteldicht und dicht
Bodengruppen [DIN 18196]:	GW, GE, GU, GT, SW, SE, SU
Raumgewicht, bodenfeucht [kN/m <sup>3</sup> ]:	18 - 20
Raumgewicht, wassergesättigt [kN/m <sup>3</sup> ]:	20 - 22
Raumgewicht, unter Auftrieb [kN/m <sup>3</sup> ]:	10 - 12
Innerer Reibungswinkel [°]:	32,5 - 35
Steifemoduln [MN/m <sup>2</sup> ]:	30 - 80

Verwitterungslehm und Solifluktionsschutt

Zusammensetzung:	Gemische aus Gesteinsbruchstücken, Sand, Ton und Schluff in wechselnden Anteilen, bei hohen Ton- und Schluffanteilen Eigenschaften eines bindigen Bodens
Konsistenz:	Überwiegend steif
Bodengruppen [DIN 18196]:	GU, GU*, GT, GT*, UL, TL
Raumgewicht, bodenfeucht [kN/m <sup>3</sup> ]:	19 - 21
Raumgewicht, wassergesättigt [kN/m <sup>3</sup> ]:	20 - 22
Raumgewicht, unter Auftrieb [kN/m <sup>3</sup> ]:	10 - 12
Innerer Reibungswinkel [°]:	25 - 30
Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]:	0 - 5
Kohäsion, undränert [kN/m <sup>2</sup> ]:	0 - 40
Steifemoduln [MN/m <sup>2</sup> ]:	10 - 20

Ton, halbfest bis fest (Tertiär, Keuper)

Zusammensetzung:	Ton mit wechselnden Schluffanteilen
Konsistenz:	halbfest bis fest
Bodengruppen [DIN 18196]:	TM-TA
Raumgewicht, bodenfeucht [kN/m <sup>3</sup> ]:	21 - 22
Raumgewicht, wassergesättigt [kN/m <sup>3</sup> ]:	21 - 22
Raumgewicht, unter Auftrieb [kN/m <sup>3</sup> ]:	11 - 12
Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]:	20 - 40
Kohäsion, undrained [kN/m <sup>2</sup> ]:	50 - 100
Innerer Reibungswinkel [°]:	20 - 25
Steifemoduln [MN/m <sup>2</sup> ]:	20 - 30

Festgestein

Es liegen Festgesteine („Fels“) mit sehr wechselhafter Beschaffenheit vor. In den Schichten des Trias und des Rotliegenden bestehen Übergänge zu Ton mit halbfester und fester Konsistenz.

Die in den einzelnen Abschnitten zu erwartenden Gesteine sind in Anlage 3 angegeben. Außer durch den Mineralbestand werden die felsmechanischen Eigenschaften durch die tektonische Beanspruchung und die resultierende Ausbildung des Trennflächengefüges geprägt.

Die Vorbemessung von Flachgründungen auf Fels kann entsprechend DIN 1054, Anhang G erfolgen. Dabei kann von folgenden Felsgruppen ausgegangen werden:

- Mergelsteine (Keuper): 3
- Sandsteine (Oberkreide, Muschelkalk, Buntsandstein, Rotliegendes): 3
- Glimmerschiefer: 2
- höher metamorphe Gesteine (Gneise, Amphibolite, Hornfels)  
und Intrusivgesteine (Granit): 2

Die mittleren Klufflächenabstände in gering verwittertem Fels werden zunächst wie folgt geschätzt:

- Mergelsteine (Keuper): 200...600 mm
- Sandsteine (Oberkreide, Muschelkalk, Buntsandstein, Rotliegendes): 200...600 mm
- Glimmerschiefer: 200...600 mm
- höher metamorphe Gesteine (Gneise, Amphibolite, Hornfels)  
und Intrusivgesteine (Granit): 200...600 mm

Die einaxiale Druckfestigkeit kann überschlägig wie folgt veranschlagt werden:

- Mergelsteine (Keuper): 10 MPa
- Sandsteine (Oberkreide, Muschelkalk, Buntsandstein, Rotliegendes): 25 MPa
- Glimmerschiefer: 50 MPa
- höher metamorphe Gesteine (Gneise, Amphibolite, Hornfels)  
und Intrusivgesteine (Granit): 100 MPa

Die voraussichtlich aufnehmbaren Sohldrücke resultieren unter diesen Annahmen wie folgt:

- Mergelsteine (Keuper): 2,5 MPa
- Sandsteine (Oberkreide, Muschelkalk, Buntsandstein, Rotliegendes): 5,0 MPa
- Glimmerschiefer: 10 MPa
- höher metamorphe Gesteine (Gneise, Amphibolite, Hornfels)  
und Intrusivgesteine (Granit): > 10 MPa

Die Raumgewichte werden überschlägig wie folgt eingeschätzt:

- Mergelsteine (Keuper): 26 - 28 kN/m<sup>3</sup>
- Sandsteine (Oberkreide, Muschelkalk, Buntsandstein, Rotliegendes): 25 - 27 kN/m<sup>3</sup>
- Glimmerschiefer: 27 - 28 kN/m<sup>3</sup>
- höher metamorphe Gesteine (Gneise, Amphibolite, Hornfels)  
und Intrusivgesteine (Granit): 28 - 30 kN/m<sup>3</sup>

#### **4.4 Hydrogeologische Situation**

Eine nennenswerte Grundwasserführung in bautechnisch relevanter Tiefe ist nur lokal in den Lockersedimenten, welche die Täler ausfüllen, anzunehmen. Aufgrund hoher Reliefenergie wurden wahrscheinlich überwiegend gut durchlässige Schichten aus Sand und Kies abgelagert, in denen sich ein zusammenhängender Grundwasserspiegel ausgebildet hat. In den Tälern sind die höchsten Grundwasserstände oberflächennah zu erwarten.

Ferner führen die Festgesteine auf Klüften Grundwasser. Der Grundwasserspiegel liegt voraussichtlich überwiegend erst in verhältnismäßig großen Tiefen unter der Geländeoberfläche vor.

Des Weiteren bilden die inselartig vorliegenden Ablagerungen des "Fichtelgebirgstertiärs" einen Poren-Grundwasserleiter mit mäßiger bis geringer Durchlässigkeit. Die Grundwasserführung ist i. W. an sandige Partien gebunden. Der Grundwasserspiegel ist vielfach unter Tonhorizonten gespannt. Je nach morphologischer Position können sich hier oberflächennahe Grundwasserstände bzw. Druckspiegel einstellen.

## **4.5            Besondere Randbedingungen**

### **4.5.1            Schutzgebiete**

Hinweise zur Lage der Masten in Wasserschutzgebieten und Landschaftsschutzgebieten gehen aus der tabellarischen Zusammenstellung in Anlage 3 hervor. Für weitergehende Informationen wird auf die Unterlagen zur Planfeststellung verwiesen.

### **4.5.2            Bergbau**

Konkrete Hinweise auf etwaige, untertägige bergmännische Abbaue, die die Standsicherheit von bestimmten Masten beeinträchtigen könnten, liegen uns nicht vor.

Zur Überprüfung, ob im Trassenkorridor Altbergbau oder Bergsenkungsgebiete vorliegen, wurde beim Bergamt Nordbayern eine Anfrage gestellt. Die Angaben sind uns mit Schreiben vom 01.12.2017 zugegangen. Danach ist bei den Masten 6 und 7 Altbergbau dokumentiert. Es liegen jedoch keine Grubenbilder vor. Diese wären ggf. im Zuge einer historischen Recherche zu beschaffen und auszuwerten.

Es wird ferner darauf hingewiesen, dass auch in anderen Abschnitten der Strecke Altbergbau umgegangen ist und dass grundsätzlich überall nicht risskundige Grubenbaue nicht auszuschließen sind. Im Zuge der Baugrunduntersuchung sei auf Anzeichen für Altbergbau zu achten, z. B. auf untertägige Hohlräume, Grubenholz, Mauerwerk etc.

Mit E-Mail vom 04.09.2017 ist uns durch TenneT ferner eine Stellungnahme der Regierung von Oberfranken, Bergamt Nordbayern vom 27.01.2016 übermittelt worden. Diese nimmt Be-

zug auf einen älteren Planungsstand. In der Stellungnahme finden sich Hinweise auf verliehene Bergrechte, die bei der Trassenfindung zu berücksichtigen waren sowie auf Bereiche mit vermutetem oder nachgewiesenem über- oder untertägigem Altbergbau. Eine Zuordnung der bergbaulich möglicherweise beeinflussten Bereiche zur aktuellen Trassenführung ist nur ungefähr möglich, da die Bereiche nur verbal umschrieben, nicht aber kartenmäßig oder als Koordinaten präzisiert sind. Entsprechende Hinweise finden sich in der Tabelle in Anlage 3.

An der Gesamtbeurteilung, nämlich dass Baugrunderkundungen erforderlich sind, und dass bei diesen auf Anzeichen für Altbergbau geachtet werden muss, ändern diese Angaben nichts.

#### **4.5.3 Altlasten und Kampfmittelverdacht**

Hinweise auf das Vorhandensein von Altlasten liegen für folgende Maststandorte vor:

- Mast 36: Lage knapp neben einer bekannten Altablagerung
- Mast 74: Lage innerhalb einer bekannten Altablagerung
- Mast 228: Lage im Abstand von rd. 80 m von einer ehemaligen Mülldeponie und rd. 50 m von einer oberflächennahen Bauschuttauffüllung

Ergänzende Hinweise und Kartenauszüge sind in der Anlage 4 enthalten.

Hinweise auf das Vorliegen von weiteren Altablagerungen oder anderweitigen Altlastenverdachtsflächen im Nahbereich der Baustrecke haben sich nicht ergeben.

Zu einem etwaigen Kampfmittelverdacht konnten uns keine verbindlichen Auskünfte erteilt werden.

## **5. Vorläufige Einschätzung der Gründungssituation**

Die Baustrecke ist nicht als erdbebengefährdet i. S. von DIN EN 1998 einzustufen.

Auf den erwarteten Lockergesteinen und den überwiegend bereits in geringer Tiefe vorliegenden Schichten des Mesozoikums, des Paläozoikums und des metamorphen Grundgebirges können voraussichtlich durchgängig Flachgründungen erfolgen. Die frostsichere Gründungstiefe sollte mit mindestens 1 m veranschlagt werden. Auf der Münchberger Hochfläche und im Fichtelgebirge wird eine frostsichere Gründungstiefe von mindestens 1,5 m empfohlen. Diese Tiefen werden bei den üblichen Fundamentformen für Masten ohnehin erzielt.

Die Gründungsebenen befinden sich überwiegend in der Verwitterungszone des Fels, bereichsweise voraussichtlich bereits im nicht oder nur gering verwitterten Festgestein. Bei Maststandorten in den Tälern liegend die Gründungsebenen voraussichtlich überwiegend auf Talfüllungen aus Kies und Sand.

Je nach Beschaffenheit und Stärke der Überlagerungsschichten über dem Fels kann sich lokal ein Bodenaustausch unter den Fundamenten bzw. der Gründungsplatte als notwendig erweisen.

Anmerkung: Bei Maststandorten in Hanglage ist außer der Standsicherheit der Gründung auch die generelle Standsicherheit des Hanges zu beurteilen.

Im Verbreitungsgebiet tertiärer Tone und junger Talfüllungen kann sich lokal eine Tiefgründung als notwendig erweisen. Tiefgründungen können ferner örtlich aufgrund hoher Grundwasserstände aus Gründen des Bauablaufs zweckmäßig sein. Für Bereiche, in denen dies möglicherweise der Fall ist, werden entsprechend vergrößerte Erkundungstiefen veranschlagt (s. Kap. 6).

## **6. Umfang der Baugrund-Hauptuntersuchung**

Es können voraussichtlich überwiegend Flachgründungen realisiert werden. Lokal kann sich aufgrund ungünstiger Baugrundverhältnisse oder unter ausführungstechnischen Gründen eine Tiefgründung als notwendig bzw. vorteilhaft erweisen (s. Kap. 5).

Der je nach den erwarteten Verhältnissen voraussichtlich erforderliche und ausreichende Untersuchungsumfang ist in Anlage 3 angegeben. Dieser ergibt sich wie folgt:

### **6.1 Flachgründungen**

Die Erkundung für Flachgründungen soll gemäß [8] im Regelfall mit Kleinrammbohrungen und Schweren Rammsondierungen erfolgen. Diese sind etwa mittig unter den Maststandorten anzuordnen.

Bei den hier erwarteten Verhältnissen sind Kleinrammbohrungen aller Voraussicht nach nicht geeignet. Es wird daher als Erkundungsverfahren die Ausführung von Drehbohrungen ohne Spülhilfe, Ausführung mittels Bohrschappe,  $\emptyset$  mindestens 220 mm empfohlen. Bei Antreffen von Fels ist eine Umstellung des Bohrverfahrens auf Kernbohrungen mit Spülhilfe,  $\emptyset$  mindestens 100 mm, Ausführung mittels Doppelkernrohr oder Dreifachkernrohr vorzusehen.

Gemäß [8] ist eine Mindesterkundungstiefe von 6 m zu veranschlagen. Diese reicht u. E. nur dann aus, wenn bis zu dieser Tiefe Fels erreicht wird. Gemäß DIN 4020 sollen die Erkundungen bis in eine Tiefe von mind. 6 m bzw. mind. der dreifachen Gründungsbreite unter die voraussichtliche Gründungssohle erfolgen. Unter dieser Voraussetzung sind in diesem Bauabschnitt voraussichtlich Erkundungstiefen von rd. 8 m - gerechnet ab Geländeoberfläche - ausreichend. Es ist damit zu rechnen, dass vielfach Fels oder "felsartige Böden" in geringerer Tiefe, von weniger als 6 m erreicht werden. Die Bohrungen sollen mind. 3 m bis in den unverwitterten Fels geführt werden.



Bei unregelmäßigem Verlauf von Oberkante Fels kann sich u. U. ein ungleichmäßiges Setzungsverhalten ergeben. Zur Überprüfung der Tiefenlage von Oberkante Fels schlagen wir die Ausführung von jeweils 3 Rammsondierungen, die etwa in Form eines gleichseitigen Dreiecks im Bereich der Gründungsfläche angeordnet werden, vor.

Dort, wo Fels bereits in sehr geringer Tiefe, bis zu rd. 2 m festgestellt wird, sollten zur Überprüfung der späteren Gründungsebene auf dem Fels Baggerschürfe hergestellt werden.

Die erforderlichen Laborversuche umfassen in erster Linie die Ermittlung der Konsistenzgrenzen und natürlichen Wassergehalte sowie die Bestimmung der Korngrößenverteilung. Aus bindigen Böden sind im Rahmen der Bohrarbeiten ggf. ungestörte Sonderproben zu entnehmen. An diesen sind Kompressionsversuche zur Bestimmung der Steifemoduln durchzuführen. Falls eine Einschätzung der Scherparameter nicht anhand von Erfahrungswerten möglich ist, sind direkte Scherversuche gemäß DIN 18137-3 auszuführen.

Die Erfordernis von felsmechanischen Untersuchungen kann sich bei geringer Tiefe von Oberkante Fels ergeben. Diese wird für den vorliegenden Bauabschnitt wie folgt eingeschätzt:

Es reicht im Regelfall aus, wenn auf entsprechende Erfahrungswerte zurückgegriffen wird. Bei den erwarteten Felsarten bzw. Festgesteinshorizonten kann nach fachlicher Einschätzung wie folgt differenziert werden:

(a) Mesozoische und Rotliegendes-Festgesteine:

Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit von Fels und felsartigen Böden an Proben aus Schürfen ist lokal zweckmäßig.

(b) Schwach metamorphe paläozoische Gesteine:

Es reicht eine Abschätzung anhand von Erfahrungswerten aus. Für die Bewertung wichtiger ist der Durchtrennungsgrad des Gebirges. Die mechanischen Auswirkungen von Klüften und anderen Trennflächen können im Regelfall nicht anhand von Laborversuchen beschrieben werden.

(c) Höher metamorphe Gesteine, Intrusivgesteine:

gleiche Bewertung wie für (b)

Weitergehende felsmechanische Untersuchungen, wie z. B. die Auswertung von Dünnschliffen können im Einzelfall von Interesse sein, sind u. E. jedoch voraussichtlich nicht zwingend notwendig.

## **6.2 Tiefgründung auf Pfählen**

Entsprechend den Hinweisen in Kap. 5 kann sich lokal eine Tiefgründung auf Pfählen als notwendig oder zweckmäßig erweisen. In diesen Bereichen ist eine vergrößerte Erkundungstiefe zu veranschlagen. Wir gehen davon aus, dass bis in eine Tiefe von max. rd. 15 m im Regelfall der Felsuntergrund erreicht wird. Sollte dies lokal nicht der Fall sein, sind die Erkundungstiefen ggf. zu vergrößern. Bei der Ausschreibung ist daher ein Tiefenpuffer von mind. 30 % vorzusehen.

## **6.3 Chemische Untersuchungen**

Aushubböden, die von den Baustellen abgefahren werden müssen, sollten zunächst gemäß LAGA - TR Boden (2004), Mindestuntersuchungsrahmen für Böden bei unspezifischem Ver-

dacht einschließlich Bestimmung der Metallkonzentrationen im Eluat untersucht werden. Bei Schadstoffbelastungen kann eine Erweiterung des Analysenrahmens auf Parameter gemäß DepV notwendig sein.

Bei Grundwasserführung in gründungsrelevanter Tiefe sind Wasserproben aus den Bohr-  
löchern zu entnehmen und auf betonschädliche Eigenschaften i. S. von DIN 4030 sowie auf  
die Korrosionswahrscheinlichkeit für Metalle gemäß DIN 50929 zu untersuchen. Die Notwen-  
digkeit wird sich hier voraussichtlich lediglich in den Fluss- und Nebentälern ergeben.

## **7. Homogenbereiche für Erkundungsarbeiten**

Als „Homogenbereiche“ werden gemäß VOB, DIN 18300 ff. Horizonte zusammengefasst, die  
in Bezug auf die relevanten Gewerke ähnliche, die Kalkulation beeinflussende Eigenschaften  
haben.

Für Bohrarbeiten gilt DIN 18301 „ATV Bohrarbeiten“. Die maßgebenden Kennwerte zur Cha-  
rakterisierung der Homogenbereiche können erst anhand der Baugrunderkundung ermittelt  
werden. Für die Erkundungsphase ist daher entsprechend Absatz 2.2.2 zunächst lediglich  
grob zu unterscheiden zwischen

- bindigen, nichtbindigen und organischen Böden
- Fels oder Stufen des verwitterten Fels.

Die Anteile dieser Horizonte an der Gesamt-Bohrleistung können vorab nur ungefähr abge-  
schätzt werden. Entsprechend den Angaben in Anlage 3 werden diese voraussichtlich in der  
folgenden Größenordnung liegen:

- 15 % nichtbindige Bodenarten
- 15 % bindige und gemischtkörnige Bodenarten

- 20 % verwitterter Fels
- 50 % Fels

## **8. Gerätekonzept und Zeitrahmen der Erkundungen**

Die Baugrunderkundung umfasst gemäß Anlage 3 voraussichtlich:

### Felduntersuchungen

- 244 Bohrungen à 6-15 m Tiefe, 2082 lfdm
- 334 Schwere Rammsondierungen à rd. 4-8 m Tiefe, 1920 lfdm
- 36 Drucksondierungen (CPT DIN EN ISO 22476-1) à 15 m Tiefe, 540 lfdm
- 45 Schürfe à 1-2 m Tiefe

### Laborversuche

- 1254 Bestimmungen der natürlichen Wassergehalte, DIN 18121
- 247 Bestimmungen der Plastizitätsgrenzen, DIN 18122
- 1186 Bestimmungen der Korngrößenverteilung, DIN 18123
- 102 Bestimmungen der undränierten Scherfestigkeit, DIN 18136
- 213 Kompressionsversuche an bindigen Bodenarten, DIN EN ISO 17892-5

Vorsorglich sollten mit ausgeschrieben werden:

- 50 Bestimmungen der einaxialen Druckfestigkeit von Fels
- 20 Direkte Scherversuche, DIN 18137-3
- 50 Untersuchungen des Mineralbestandes und des Gefüges im Dünnschliff

Der Umfang der chemischen Untersuchungen wird wie folgt abgeschätzt:

- 30 Untersuchungen von Grundwasserproben gemäß DIN 4030 (betonschädliche Eigenschaften) und DIN 50929 (Korrosionswahrscheinlichkeit für Metalle)
- 460 Analysen gemäß TR Boden, Tabelle II.1.2-1 einschließlich Metalle im Eluat
- 25 Analysen: Erweiterung gemäß DepV, Anhang 3, Tabelle 2, ohne BTEX, ohne Säureneutralisationskapazität

Für die Durchführung der Baugrunderkundung ist ein Zeitraum von rd. 120...150 Werktagen, entsprechend ca. 6...7 Monaten zu veranschlagen. Notwendige Voraussetzung hierfür ist der Einsatz von

- 2 Drehbohrgeräten, mind. einmal auf Kettenfahrwerk, Schaffung von befestigten Zufahrten / Baustraßen
- Transportfahrzeuge zur Ver- und Entsorgung der Bohrstellen, ggf. auf Kettenfahrwerk
- 2 Schwere Rammsonden (DPH-DIN EN ISO 22476-2)
- Mobilbagger auf Kette und Schwere Rüttelplatte zur Herstellung und Wiederverfüllung von Schürfen

Die erforderlichen bodenmechanischen Laborversuche und die anschließende gutachtliche Bearbeitung müssen mit einem zeitlichen Versatz von rd. einem Monat zu den Baugrunderkundungen veranschlagt werden. Das heißt, die Gründungsgutachten können rd. 1...2 Monate nach Abschluss der Baugrunderkundungen vollständig vorliegen.

## 9. Schlussbemerkungen

Entlang der Baustrecke liegen sehr wechselhafte geologische und hydrogeologische Verhältnisse vor. Das Untersuchungsprogramm musste darum auf Grundlage sehr stark generalisierter Annahmen erstellt werden. Lokal können Abweichungen von den erwarteten Baugrund- und Grundwasserverhältnissen auftreten. In diesem Fall sind die Felduntersuchungen den vorgefundenen Verhältnissen anzupassen.

Bei Änderungen der dieser Baugrundvoruntersuchung zugrunde liegenden Angaben, Annahmen oder Planunterlagen ist eine Unterrichtung unseres Büros erforderlich, dies gilt insbesondere bei Verschiebungen der Standorte. In diesem Fall können sich veränderte Schlussfolgerungen und Empfehlungen ergeben.



Dr. Zarske