

Ostbayernring - Ersatzneubau 380/110 kV- Höchstspannungsleitung Redwitz-Schwandorf einschließlich Rückbau der Bestandsleitung

Abschnitt Umspannwerk Etzenricht-Umspannwerk Schwandorf

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: 21.07.2017

Abschluss der
Bearbeitung: 21.12.2017

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	14
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	17
6.3 Chemische Untersuchungen	19
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 Ersatzneubau einer 380 kV-Leitung zwischen Redwitz (Oberfranken) und Schwandorf (Oberpfalz). Wir wurden beauftragt, die Baugrundvoruntersuchung bzw. „geotechnische Voruntersuchung“ i. S. von [8] durchzuführen. Der vorliegende Bericht gilt für den Abschnitt:

- Umspannwerk Etzenricht - Umspannwerk Schwandorf

2. Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden uns vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

- [1] Mastliste
- [2] Trassenführung als Shape-Files
- [3] Trassenführung als KML-Files

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 (pdf)
- [5] Lagepläne i. M. 1 : 25 000, erstellt durch Omexom Hochspannung GmbH, Entwurf, Prüfvermerk vom 18.12.2017

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 1968

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 Anlage 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 (Etzenricht) nach Süden (Schwandorf). 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 durch das Oberpfälzer Berg- und Hügelland, welches von diversen Tälern und Senken durchzogen wird.

Die Baustrecke beginnt im Tal des Rothenstadter Baches und verläuft von dort zum Flusstal der Waldnaab. Bei etwa Mast 17 wird das Flusstal verlassen und die Trasse verläuft i. W. über sog. Schotterterrassen mit einzelnen herausragenden Höhenzügen sowie eingeschnittenen Nebentälern.

Ab etwa Mast 36 bis Mast 57 verläuft die Trasse im Berg- und Hügelland mit Festgestein in meist geringer Tiefe, welches im Bereich von Talungen von jungen Sedimenten überlagert wird.

Von Mast 58 bis Mast 83 liegt die Baustrecke im Bereich von Senken mit einzelnen Höhenrücken. In den Senken sind quartäre und tertiäre Sedimente verbreitet. Das Tertiär enthält u. a. Braunkohleschichten, die im Bereich Schmidgaden in großem Umfang abgebaut wurden. Bei den gequerten Höhenrücken liegen Festgesteine in geringer Tiefe vor.

Ab Mast 84 folgt die Baustrecke i. W. dem Flusstal der Naab.

4.2 Geologische Einheiten, Baugrundschichten

Entlang der Baustrecke liegt ein sehr wechselhafter Baugrundaufbau vor. Dieser kann grob wie folgt gegliedert werden:

- (1) In den Fluss- und Nebentälern sowie im Bereich der Talterrassen überwiegen Schichten aus Kies und Sand. Aufgrund der relativ hohen Reliefenergie bei der Ablagerung sind diese mit großer Wahrscheinlichkeit überwiegend schlecht sortiert und schlecht klassiert, so dass die Korngrößenverteilungen eine weite Spannweite umfassen. Im Bereich der Nebentäler sind z. T. vergleichsweise geringe Mächtigkeiten der Lockersedimente über dem Fels zu erwarten.

Innerhalb der Schichten aus Sand und Kies können Einlagerungen aus Ton und Schluff enthalten sein. Der Anteil ist aber voraussichtlich überwiegend vergleichsweise gering.

- (2) Im Bereich des Hügellandes und einzelner hervortretender Höhenrücken sind i. W. Verwitterungsbildungen und Solifluktionsschutt über Festgestein mit unterschiedlicher Beschaffenheit zu erwarten. Der Untergrund wird überwiegend von Intrusivgesteinen und metamorphen Gesteinen, wie Gneisen und Graniten aufgebaut. Lokal liegen paläozoische und mesozoische Festgesteinsschichten aus dem Unterrotliegend (Mast 67), aus der Kreide (z. B. Mast 75, 77, 79) und aus dem Jura (Mast 100) vor.

- (3) Zwischen den Masten 58 - 66 und den Masten 68 - 74 werden Tertiärsenken gequert. Unter einer lückenhaften Lösslehmdecke sowie Solifluktionsschutt werden entsprechend den Ergebnissen der Baugrunderkundung für die benachbarte Trasse Schichten aus Sand und Ton erwartet. In diese ist z. T. Braunkohle eingelagert.
- (4) Braunkohleschichten des Tertiärs sind ferner im Abschnitt zwischen Mast 78 und Mast 91 unter jüngeren Überdeckungen zu erwarten.
- (5) Lokal ist mit oberflächennahen anmoorigen Böden und / oder Torf zu rechnen (Mast 25 - 27, Mast 78).

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

- Lösslehm (nur lokal in Senken)
- Schichten aus Sand und Kies, z. T. steinig
- Verwitterungslehm und Solifluktionsschutt
- Festgesteine mit unterschiedlicher Beschaffenheit

Weitere genannte Horizonte (z. B. anmoorige Böden, Torf, Lehm, Braunkohleschichten) werden von uns im Rahmen der Baugrundvoruntersuchung als „nicht tragfähig“ eingeschätzt. Im Falle von Flachgründungen werden diese oberflächennah ausgetauscht. Bei Pfahlgründungen soll für diese Schichten zunächst keine Mantelreibung und kein Spitzendruck veranschlagt werden.

4.3 Vorläufige bodenmechanische Kennwerte

Die entlang der Trasse verbreiteten Locker- und Festgesteine weisen aufgrund der unterschiedlichen Entstehungsbedingungen eine sehr große Variabilität bezüglich der Zusammen-

setzung und der bodenmechanischen Eigenschaften auf. Vor entsprechenden Erkundungen im Rahmen der Hauptuntersuchung ist daher nur eine sehr grobe Ersteinschätzung der bodenmechanischen Kennwerte möglich.

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

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

Lösslehm (nur lokal verbreitet)

Zusammensetzung:	Schluff mit wechselnden Anteilen an Feinsand und Ton
Konsistenz:	Überwiegend steif
Bodengruppen [DIN 18196]:	UL-TL, SU*
Raumgewicht, bodenfeucht [kN/m ³]:	18 - 19
Raumgewicht, wassergesättigt [kN/m ³]:	18 - 19
Raumgewicht, unter Auftrieb [kN/m ³]:	8 - 9
Innerer Reibungswinkel [°]:	27,5 - 30
Kohäsion [kN/m ²]:	2 - 4
Kohäsion, undrained [kN/m ²]:	20 - 40
Steifemoduln [MN/m ²]:	8 - 12

Sand und Kies

Zusammensetzung:	Sand und Kies in wechselnden Anteilen, z. T. steinig, z. T. schwach schluffig und schluffig
Lagerungsdichte:	Wahrscheinlich überwiegend mitteldicht und dicht
Bodengruppen [DIN 18196]:	GW, GE, GU, SW, SE, SU
Raumgewicht, bodenfeucht [kN/m ³]:	18 - 20
Raumgewicht, wassergesättigt [kN/m ³]:	20 - 22
Raumgewicht, unter Auftrieb [kN/m ³]:	10 - 12
Innerer Reibungswinkel [°]:	32,5 - 35
Steifemoduln [MN/m ²]:	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 ³]:	19 - 21
Raumgewicht, wassergesättigt [kN/m ³]:	20 - 22
Raumgewicht, unter Auftrieb [kN/m ³]:	10 - 12
Innerer Reibungswinkel [°]:	25 - 30
Kohäsion [kN/m ²]:	2 - 5
Kohäsion, undränert [kN/m ²]:	0 - 40
Steifemoduln [MN/m ²]:	10 - 20

Bei Vorüberlegungen zu Gründungen auf Pfählen kann zunächst vereinfachend von folgenden Spitzendrücken der Drucksonde und undrännierten Scherfestigkeiten der einzelnen Baugrundhorizonte ausgegangen werden:

Schicht	q_c [MN/m ²]	c_u [kN/m ²]
Lösslehm	-	30
Sand und Kies	10...15	-
Verwitterungslehm	-	30
Solifluktionsschutt	10	-

Die charakteristischen Werte für Spitzendruck und Mantelreibung ($R_{b,k}$, $R_{s,k}$) können auf Grundlage dieser Angaben anhand der pfahlspezifischen Tabellenwerte der EA Pfähle eingeschätzt werden. Im Rahmen der Erstbewertung sollten jeweils die unteren tabellierten Werte verwendet werden.

Festgestein

Es liegen Festgesteine („Fels“) mit sehr wechselhafter Beschaffenheit vor. Außer durch den Mineralbestand werden die felsmechanischen Eigenschaften durch die tektonische Beanspruchung und die resultierende Ausbildung des Trennflächengefüges geprägt. Die in den einzelnen Abschnitten zu erwartenden Gesteine sind in Anlage 3 angegeben.

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

- Metamorphe und magmatische Gesteine (Gneise, Granit etc.): 2
- Sandsteine: 2
- Schluffstein / Tonstein: 4

Die mittleren Kluffflächenabstände werden zunächst wie folgt geschätzt:

- Metamorphe und magmatische Gesteine: 500 mm
- Sandsteine: 500 mm
- Schluffstein / Tonstein: 200 mm

Die einaxiale Druckfestigkeit kann überschlägig wie folgt veranschlagt werden:

- Metamorphe und magmatische Gesteine: 150 MPa
- Sandsteine: 50 MPa
- Schluffstein / Tonstein: 2 MPa

Die voraussichtlich aufnehmbaren Sohldrücke resultieren unter diesen Annahmen wie folgt:

- Metamorphe und magmatische Gesteine: 10 MN/m²
- Sandsteine: 10 MN/m²
- Schluffstein / Tonstein: 0,2 MN/m²

Die Raumgewichte werden überschlägig wie folgt eingeschätzt:

- Metamorphe und magmatische Gesteine: 27 - 30 kN/m³
- Sandsteine: 25 - 27 kN/m³
- Schluffstein / Tonstein: 24 - 27 kN/m³

4.4 Hydrogeologische Situation

Entlang der Baustrecke liegen uneinheitliche hydrogeologische Verhältnisse vor. Die Grundwasserführung erfolgt i. W. in folgenden Horizonten:

- (a) Talfüllungen von Fluss- und Nebentälern
- (b) Auf Klüften im Festgestein

Zu (a):

Aufgrund der relativ hohen Reliefenergie werden in den Tälern überwiegend grobkörnige, schlecht sortierte Sedimente (Sand und Kies mit wechselhaftem Schlämmkornanteil) erwartet. Diese stellen zusammenhängende Porengrundwasserleiter mit wechselhafter Wasserdurchlässigkeit dar. Die höchsten Grundwasserstände sind überwiegend auf Höhe der Talsohlen zu erwarten.

Zu (b):

Im Festgestein liegt eine Grundwasserführung auf Klüften vor. Die Wasserwegsamkeiten sind je nach der petrographischen Ausbildung der Gesteine und nach dem Durchtrennungsgrad des Gebirges wechselhaft. Die Grundwasserstände werden durch die Wasserspiegel in den angrenzenden Porengrundwasserleitern (s. o.) und durch die Wasserspiegel in den Vorflutern geprägt.

Je nach morphologischer Position und Abstand zu den Vorflutern sind meist Grundwasserstände in Tiefen von mehreren Metern bis Zehnermetern unter der Geländeoberfläche anzunehmen.

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

Teile der Baustrecke befinden sich im Bereich des (ehemaligen) Oberpfälzer Braunkohlereviers. Die ehemaligen Tagebaue wurden nach Einstellung der Förderung geflutet, so dass jetzt diverse offene Gewässer („Weiher“) vorliegen. Entsprechende Verhältnisse sind bereichsweise in den Bauabschnitten zwischen den Masten 58 und 91 zu erwarten.

Hinweise auf untertägige bergmännische Abbaue, die die Standsicherheit von Masten beeinträchtigen könnten, liegen uns nicht vor (s. Anlage 4).

Zur Überprüfung, ob im Trassenkorridor weiterer Altbergbau oder Bergsenkungsgebiete vorliegen, wurde bei dem Bergamt Nordbayern eine Anfrage gestellt. Das Bergamt hat mit Schreiben vom 18.08.2017 darauf hingewiesen, dass Mast 71 in einem rückverfüllten Bereich (ehem. Tagebau) liegt. Ferner wurde auf das mögliche Vorliegen nicht risskundiger (d. h. unbekannter) Grubenbaue entlang der gesamten Baustrecke hingewiesen. Die Aushubsohlen sollen deshalb auf Anzeichen derartiger Verhältnisse überprüft werden (s. Anlage 4).

4.5.3 Altlasten und Kampfmittelverdacht

Zur Klärung wurden die zuständigen Bodenschutzbehörden der einzelnen Landkreise angefragt. Die Antwortschreiben sind als Anlage 4 beigefügt.

Im unmittelbaren Nahbereich der zu bauenden Masten haben sich keine Hinweise auf das Vorliegen von Altablagerungen oder anderweitigen Altlastverdachtsflächen ergeben.

Zu einem etwaigen Kampfmittelverdacht konnten uns nur vom Landkreis Weiden Auskünfte erteilt werden. Danach ergeben sich im Landkreis Weiden für die Trasse keine Verdachtsmomente.

5. Vorläufige Einschätzung der Gründungssituation

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

Die für die einzelnen Masten voraussichtlich zweckmäßige Gründungsart ist in der tabellarischen Zusammenstellung in Anlage 3 angegeben.

Auf den Talfüllungen aus Kies und Sand sowie in Bereichen, in denen in geringer Tiefe mit Fels zu rechnen ist, können überwiegend Flachgründungen auf Stufenfundamenten oder Gründungsplatten eingeplant werden. Die frostsichere Gründungstiefe sollte aufgrund der Lage im Bergland bei Geländehöhen bis zu rd. NN +570 m mit mindestens 1,5 m veranschlagt werden. Diese Tiefe wird bei den üblichen Fundamentformen für Masten ohnehin erzielt.

In Flusstälern können oberflächennahe Ton- und Lehmschichten vorliegen. Diese sind ggf. auszutauschen. Gleiches gilt für den Fall, dass gering tragfähige Verwitterungsschichten über Fels lokal bis in größere Tiefen reichen.

Die Erfordernis von Tiefgründungen auf Pfählen kann sich dort ergeben, wo

- oberflächennah gering tragfähige, organische Bodenarten (anmoorige Böden, Torf) in relevanter Stärke vorliegen,
- nach benachbarten Bohrungen Lehm- und Tonschichten bis in verhältnismäßig große Tiefen reichen,
- in relevanter Stärke künstliche Auffüllungen vorhanden sind,

- unter den Gründungssohlen Braunkohle mit geringem Inkohlungsgrad vorhanden sein kann.

6. Umfang der Baugrund-Hauptuntersuchung

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

6.1 Flachgründungen

Gemäß [8] sollen bei Flachgründungen im Regelfall Kleinrammbohrungen „bis mind. 6 m Tiefe“ sowie Schwere Rammsondierungen (DPH-DIN EN ISO 22476-1) bis 10 m Tiefe zentral unter dem Mast ausgeführt werden. Im vorliegenden Fall ist vielfach mit sehr grobkörnigen Schichten (Grobsand, Kies, Geröllhorizonte) zu rechnen. Kleinrammbohrungen sind bei solchen Verhältnissen ungeeignet und sollten deshalb nur dort vorgesehen werden, wo aufgrund benachbarter Untersuchungen voraussichtlich Sande, ggf. auch bindige Böden anstehen. Anderenfalls sollten konventionelle Drehbohrungen, \varnothing mind. ca. 220 mm, Ausführung mittels Bohrschappe mit Entnahme von ungestörten Sonderproben aus bindigen Horizonten eingeplant werden.

Gemäß DIN 4020 sollen die Erkundungen bis in eine Tiefe von mind. 6 m bzw. mind. der dreifachen Gründungsbreite unter die voraussichtliche Gründungssohle erfolgen. Es sind daher voraussichtlich Erkundungstiefen von rd. 8 bis 10 m - gerechnet ab Geländeoberfläche - ausreichend.

Bei Antreffen von Fels sollen die Erkundungen mind. 3 m bis in das unverwitterte Festgestein geführt werden. Bei Antreffen von Fels ist das Bohrverfahren umzustellen. Die Bohrungen

sind dann als verrohrte Drehkernbohrungen mit Spülhilfe, Kerndurchmesser mind. 100 mm (Doppelkernrohr oder Dreifachkernrohr) fortzuführen.

Die Erkundungsbohrungen bzw. Kleinrammbohrungen sollen im Regelfall in der Mitte der Maststandorte angeordnet werden (s. o.). Bei größeren Hangneigungen und Antreffen von Fels in geringer Tiefe kann gemäß [8] die Ausführung von mehreren Kleinrammbohrungen bzw. Bohrungen je Maststandort erforderlich werden. Dies ist ggf. im Zuge der Hauptuntersuchung anhand der örtlichen Verhältnisse zu entscheiden.

Wenn bei der Baugrunderkundung bereits in geringer Tiefe Oberkante Fels erreicht wird, kann sich zusätzlich die Herstellung von Schürfgruben zur Beurteilung der Auflagerungsbedingungen als zweckmäßig erweisen.

Die Rammsondierungen sollen im Lockergestein bis mind. in die angegebenen Bohrtiefen geführt werden.

Die erforderlichen bodenmechanischen Laborversuche für Flachgründungen umfassen die grundlegende Charakterisierung der einzelnen Baugrundsichten durch die Bestimmung der Wassergehalte (DIN 18121), der Plastizitätsgrenzen (DIN 18122) und der Korngrößenverteilungen (DIN 18123).

Zur Beurteilung der Steifemoduln zur Bestimmung des Drucksetzungsverhaltens sollten ferner Kompressionsversuche gemäß DIN 18135 an ungestörten Sonderproben aus bindigen Schichten vorgesehen werden. Da für den Nachweis der Grundbruchsicherheit voraussichtlich überwiegend Schichten aus Sand und Kies maßgebend sind, kann auf Untersuchungen zur Scherfestigkeit der Böden voraussichtlich verzichtet werden.

6.2 Tiefgründung auf Pfählen

Dort, wo voraussichtlich Tiefgründungen auf Pfählen zur Ausführung kommen, sollten für die

Baugrunderkundung vorsorglich Erkundungstiefen von rd. 20 m veranschlagt werden. Bei Antreffen von Fels können die Bohrungen ggf. in geringerer Tiefe abgebrochen werden (s. u.).

Als Bohrverfahren kommen im Lockergestein vorzugsweise verrohrte Drehbohrungen ohne Spülhilfe, \varnothing mind. 220 mm, Ausführung mittels Bohrschappe und ggf. Entnahme von ungestörten Sonderproben aus bindigen Horizonten in Frage. Kernbohrungen mit kleinerem Durchmesser können bei den bereichsweise erwarteten Geröllhorizonten u. U. bereits in geringerer Tiefe auf erhebliche Schwierigkeiten stoßen.

Bei Antreffen von Fels sollen die Bohrungen mind. 5 m bis in das unverwitterte Gestein geführt werden. Die Bohrungen sind dann ggf. auf Kernbohrverfahren mit Spülhilfe, \varnothing mind. 100 mm, Ausführung mittels Doppelkernrohr oder Dreifachkernrohr umzustellen.

Als indirekte Aufschlüsse sind zusätzlich Drucksondierungen mit getrennter Registrierung von Spitzendruck und Mantelreibung (CPT-DIN EN ISO 22476-1) vorzusehen. Diese sind möglichst mind. bis in die genannten Bohrtiefen zu führen. Bei Vorliegen von Fels oder bei Geröllhorizonten wird dies jedoch voraussichtlich nicht überall möglich sein.

Die erforderlichen Bestimmungen im bodenmechanischen Labor umfassen die Ermittlung der Wassergehalte von bindigen Böden, die Ermittlung der Konsistenzgrenzen und der Korngrößenverteilung sowie die Ausführung von einaxialen Druckversuchen zur Bestimmung der undrännierten Scherfestigkeit. Die Lagerungsdichte von Schichten aus Sand und Kies und die daraus resultierenden Werte für Spitzendruck und Mantelreibung von Pfählen können in Abhängigkeit vom gewählten Pfahlsystem anhand der EA Pfähle aus den Ergebnissen der Drucksondierungen abgeleitet werden.

Felsmechanische Untersuchungen, wie die Auswertung von Dünnschliffen oder die Bestimmung der Druckfestigkeit von Festgestein sind u. E. weder für Flachgründungen noch für Tiefgründungen zwingend notwendig. Es reicht im Regelfall aus, wenn auf entsprechende Erfahrungswerte zurückgegriffen wird. Gegebenenfalls können solche Versuche als Bedarfspo-

sition vorgesehen werden. Für die Bewertung wichtiger ist im Regelfall der Durchtrennungsgrad des Gebirges. Dieser kann anhand von Bohrkernen nur annähernd eingeschätzt werden. Durch Laborversuche an Bohrkernen ist eine genaue Beschreibung der mechanischen Auswirkungen von Klüften und anderen Trennflächen im Regelfall nicht möglich.

6.3 Chemische Untersuchungen

Aushubböden, die von den Baustellen abgefahren werden müssen, sollten zunächst gemäß LAGA - TR Boden (2004), Mindestuntersuchungsrahmen für Böden bei unspezifischem Verdacht 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 Bohrlochern zu entnehmen und auf betonschädliche Eigenschaften i. S. von DIN 4030 zu untersuchen. Bei Tiefgründungen sollte der Untersuchungsrahmen auch auf stahlkorrosive Eigenschaften i. S. DIN EN ISO 50929 erweitert werden. Die Notwendigkeit von Grundwasseranalysen dürfte sich auf die in Flusstälern gelegenen Masten beschränken.

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 zur Baugrunderkundung gilt DIN 18301 „ATV Bohrarbeiten“. Entsprechend Absatz 2.2.2 ist 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 abgeschätzt werden. Entsprechend den Angaben in Anlage 3 werden diese voraussichtlich in der folgenden Größenordnung liegen:

Bohrungen für Flachgründungen

- 65 % nichtbindige Bodenarten
- 15 % bindige und organische Bodenarten
- 10 % verwitterter Fels
- 10 % Fels

Bohrungen für Tiefgründungen

- 45 % nichtbindige Bodenarten
- 20 % bindige und organische Bodenarten
- 10 % verwitterter Fels
- 25 % Fels

8. Gerätekonzept und Zeitrahmen der Erkundungen

Die Baugrunderkundung umfasst gemäß Anlage 3 voraussichtlich:

Felduntersuchungen

- 29 Kleinrammbohrungen à 6-8 m Tiefe, 216 Bohrmeter
- 80 Bohrungen à 6-20 m Tiefe, 1048 Bohrmeter

- 76 Schwere Rammsondierungen à 6-10 m Tiefe, 650 lfdm
- 33 Drucksondierungen à 20 m Tiefe, 660 lfdm
- 34 Schürfe à 1-2 m Tiefe

Laborversuche

- 508 Bestimmungen der natürlichen Wassergehalte, DIN 18121
- 148 Bestimmungen der Plastizitätsgrenzen, DIN 18122
- 565 Bestimmungen der Korngrößenverteilung, DIN 18123
- 102 Kompressionsversuche (KD-Versuche), DIN 18135
- 105 Bestimmungen der undränierten Scherfestigkeit, DIN 18136

Vorsorglich sollten mit ausgeschrieben werden:

- 25 Untersuchungen der einaxialen Druckfestigkeit von Fels
- 50 Untersuchungen des Mineralbestandes und des Gefüges im Dünnschliff

Der Umfang der chemischen Untersuchungen wird wie folgt abgeschätzt:

- 90 Untersuchungen von Grundwasserproben gemäß DIN 4030 (betonschädliche Eigenschaften)
- 25 Untersuchungen von Grundwasserproben gemäß DIN EN ISO 50929 (stahlkorrosive Eigenschaften)
- 170 Analysen gemäß TR Boden, Tabelle II.1.2-1 einschließlich Metalle im Eluat
- 20 Analysen: Erweiterung gemäß DepV, Anhang 3, Tabelle 2, ohne BTEX, ohne Säureneutralisationskapazität
- 75 Analysen korrosive Eigenschaften von Boden gemäß DIN EN ISO 50929

Für die Durchführung der Baugrunderkundung ist ein Zeitraum von rd. 60 Werktagen, entsprechend ca. 3 Monaten zu veranschlagen. Notwendige Voraussetzung hierfür ist der Einsatz von

- 2 Drehbohrgeräten, davon mind. ein Gerät auf Kettenfahrwerk, bei Geräten auf Radfahrwerk ggf. Schaffung von befestigten Zufahrten / Baustraßen
- Transportfahrzeuge zur Ver- und Entsorgung der Bohrstellen, mind. ein Transportfahrzeug ebenfalls auf Kettenfahrwerk
- 1 Gerät für Kleinrammbohrungen, üblicherweise mit Kettenfahrwerk oder mobiles, von Hand transportierbares Gerät
- 1 Drucksondiergerät (CPT-DIN EN ISO 22475-1) auf Kettenfahrwerk
- Schwere Rammsonde (DPH-DIN EN ISO 22476-2)
- Mobilbagger auf Kette und Schwere Rüttelplatte zur Herstellung und Wiederverfüllung von Schürfen, Einsatz nur bei besonderem Bedarf

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. einen Monat 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 generali-

sierter 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