

Geotechnischer Bericht

BBV 1513004/STW382

SAP 94625072

Datum: 26.06.2017

Auftraggeber: Autobahndirektion Nordbayern
Flaschenhofstraße 55
90402 Nürnberg

Projekt: BAB A3 / A73
6-streifiger Ausbau des AK Fürth/Erlangen

Auftrag: 2 0115 15 G 431 vom 24.03.2015

Inhalt des Auftrages: Erstellung des Geotechnischen Berichts für
Stützkonstruktion Fahrtrichtung Nürnberg,
Bau-km 381+600 – Bau-km 382+100

Dieses Gutachten umfasst 14 Seiten und 1 Anlagengruppe.

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	3
2	Unterlagen.....	3
3	Baugrunderkundung.....	5
4	Laborversuche	5
4.1	Geotechnische Laborversuche.....	5
4.2	Grundwasseranalysen	6
5	Geologie.....	6
6	Baugrund und Grundwasserverhältnisse	7
7	Folgerungen	7
7.1	Geotechnische Kategorie	7
7.2	Erdbebenzone.....	8
7.3	Baugrundmodell.....	8
7.4	Charakteristische Bodenkennwerte.....	9
8	Bohrpfahlwand	9
8.1	Pfahlwände	9
1.1	Pfahlbettung.....	10
1.2	Pfahlherstellung	10
8.2	Setzungen.....	10
9	Gabionenwand	11
9.1	Ausbildung der Gabionenwand	11
9.2	Gründung	11
9.3	Setzungen.....	11
9.4	Besondere Maßnahmen.....	11
9.5	Gabionenkörbe.....	12
9.6	Baugruben.....	12
9.7	Baugrubenverbau.....	12
9.8	Grundwasserverhältnisse und Wasserhaltung	13
10	Schlussbemerkung.....	13
	Anlagenverzeichnis.....	14

1 Veranlassung

Die Autobahndirektion Nordbayern plant den 6-streifigen Ausbau des Autobahnkreuzes Fürth/Erlangen.

Im Zuge der Maßnahme wird eine Stützkonstruktion entlang der BAB A3, Fahrtrichtung Nürnberg von Bau-km 381+600 bis Bau-km 382+100 erstellt.

Die Stützkonstruktion besteht aus einer verkleideten Bohrpfehlwand. Mit nach Osten abnehmender Böschungshöhe wird die Böschung im weiteren Verlauf durch eine Gabionenwand gesichert. Im Bereich der Bohrpfehlwand ist bei km 381+724 das Überführungsbauwerk BW 381c eines Wirtschaftswegs in die Stützkonstruktion eingebunden.

Durch die Autobahndirektion Nordbayern wurde die Erstellung des Geotechnischen Berichts für das Bauwerk veranlasst.

2 Unterlagen

Nachfolgende Unterlagen stehen zur Verfügung:

- [1] Bauwerksplan: Ansicht Schnitte, Draufsicht, M 1:250/50/25, Autobahndirektion Nordbayern, Vorabzug
- [2] DIN EN 1997-1:2014-03 „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013“,
- [3] DIN EN 1997-1/NA:2010-12 „Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln“
- [4] DIN EN 1997-2:2010-10 „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Deutsche Fassung EN 1997-2:2007 + AC:2010“,
- [5] DIN EN 1997-2/NA:2010-12: „Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds“

- [6] DIN 4020:2010-12 „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2“
- [7] DIN 1054:2010-12: „Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“
- [8] [ZTV E-StB 09: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2009,
- [9] DIN 18300:2015-08: Erdarbeiten
- [10] DIN 18300:2012-09: Erdarbeiten
- [11] DIN 18301:2015-08: Bohrarbeiten
- [12] DIN 18301:2012-09: Bohrarbeiten
- [13] DIN 4124:2012-01: Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- [14] EA-Pfähle (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, 2. Auflage, 2012, Verlag Ernst & Sohn
- [15] EAB (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, 4. Auflage, 2012, Verlag Ernst & Sohn
- [16] Geologische Karte von Bayern, Blatt 6431 Herzogenaurach, M 1:25.000, Bayerisches Geologisches Landesamt

3 Baugrunderkundung

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse für den 6-streifigen Ausbau wurden Erkundungsbohrungen und schwere Rammsondierungen ausgeführt:

Erkundungsbohrungen

B 10160, B 10158, B 10157, B10306, B 86, B 10156, B 10156A, B 10304, B10153, B 82

Schwere Rammsondierungen

DPH 10307, DPH 10307A, DPH 10306, DPH 10305, DPH 10156, DPH 10156A, DPH 10304

Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist im Lageplan eingetragen. Ausgewählte Baugrundaufschlüsse sind mit Schichtverläufen in dem Bauwerksschnitt der **Anlage 1** eingetragen. Die Baugrundaufschlüsse liegen dem Auftraggeber vor. Die detaillierte Baugrundsichtung kann den Baugrundaufschlüssen entnommen werden.

4 Laborversuche

4.1 Geotechnische Laborversuche

An den Lockerböden und Festgesteinen der im Untersuchungsabschnitt anstehenden Böden wurden boden- und felsmechanische Laborversuche durchgeführt.

Die Auswertung der Laborversuche sowie die Versuchsprotokolle der einzelnen Laboruntersuchung für die angetroffenen Baugrundsichten können dem gesonderten Laborbericht entnommen werden.

Anhand der Beurteilung der Laborergebnisse der einzelnen Baugrundsichten unter Berücksichtigung der detaillierten Ergebnisse im Bauwerksbereich, zusammen mit den vorliegenden Erfahrungen wurden die charakteristischen Kennwerte des Geotechnischen Bereichs abgeleitet.

4.2 Grundwasseranalysen

Zur Beurteilung der betonangreifenden Eigenschaften nach DIN 4030 wurden Grundwasserproben aus dem Bereich des AK Fürth/Erlangen entnommen.

Die Wasserproben sind nach DIN 4030 als nicht bzw. schwach betonangreifend XA1 zu beurteilen. Wir empfehlen für die Stützkonstruktion von einem schwach betonangreifenden Grundwasser XA1 auszugehen.

Das detaillierte Ergebnis der Grundwasseranalysen können einem gesonderten Laborbericht entnommen werden.

5 Geologie

Die Stützkonstruktion fängt südseitig entlang der BAB A3 die vorhandene Einschnittsböschung ab.

Unter lokalen Auffüllungen folgt der Verwitterungsschutt des Sandsteinkeupers. Unterlagert wird dieser von den Gesteinen des Blasensandsteins.

Der Verwitterungsschutt besteht aus schwach bindigen bis bindigen Sanden.

Der Blasensandstein ist ein meist fein- bis grobkörniger, hellbrauner bis rötlichgrauer Sandsteinen. Im Basensandstein treten rotbraune Tonsteine mit Karbonatknuern auf.

Der Blasensandstein des Sandsteinkeupers ist stratigraphisch dem Trias zugeschrieben und Teil des fränkischen Schichtstufenlands.

6 Baugrund und Grundwasserverhältnisse

Der Oberboden ist im Mittel ca. 20 cm dick.

Die lokal vorhandenen Auffüllungen bestehen aus schwach bindigen bis bindigen, teilweise steinigen Sanden und Kiesen. Sie werden von Verwitterungsschutt aus schwach bindigen bis bindigen, teilweise kiesigen und steinigen Sanden unterlagert. Dieser reicht bis ca. 2 – 4 m unter Gelände.

Ohne scharfe Abgrenzung gehen die Böden des Verwitterungsschutts in sehr mürbe und mürbe Sandsteine des entfestigten Sandsteinkeupers über. Dieser weist Dicken von 1 m – 3 m auf. Im entfestigten Sandsteinkeuper treten feste und harte Zwischenlagen sowie einzelne sehr harte Quacken auf. Untergeordnet sind feste Ton- und Tonsteinlagen zwischengeschaltet.

Im Liegenden stehen die angewitterten und unverwitterten Gesteine des Blasensandsteins an. Diese werden von festen und harten, meist bankigen bis massigen, klüftigen bis kompakten Sandsteine mit eingeschalteten plattigen, stark klüftigen Bereichen sowie festen und harten Tonsteinlagen gebildet.

Das Grundwasser steht knapp unter dem Oberbau der bestehenden Autobahn an. Die Tiefenlage wird durch die vorhandene Tiefenentwässerung beeinflusst. So wurde am östlichen Beginn (Bohrung B 1058) ein Wasserstand von 283,3 m NN gemessen, der zum Bauwerk BW 381c (ca. östliches Ende) auf 280,3 m NN abfällt.

Quer zur Autobahn steigt das Grundwasser bis über die Gradienten der BAB an. So wurde in der Bohrung B 10156 ein Wasserstand von ca. 3 m über Planum auf 284,2 m NN erkundet.

7 Folgerungen

7.1 Geotechnische Kategorie

Die Stützkonstruktion ist gemäß DIN EN 1997-1 in die Geotechnische Kategorie 2 einzustufen.

7.2 Erdbebenzone

Die Maßnahme liegt in der Erdbebenzone 0. In dieser Zone ist keine Erdbebenbeschleunigung zu berücksichtigen. Die Einstufung von Baugrundklassen- und Geologischen Untergrundklassen entfällt dieser Erdbebenzone.

7.3 Baugrundmodell

Die erkundeten Untergrundverhältnisse lassen sich in 3 Baugrundsichten zusammenfassen.

Bei den angetroffenen Baugrundsichten stellt jede Schicht einen eigenen Homogenbereich dar. Dies gilt sowohl für die Bildung der Homogenbereiche nach DIN 18300 für Erdarbeiten sowie für die Homogenbereiche nach DIN 18301 für Bohrarbeiten.

Homogenbereich B1: Verwitterungsschutt

In Homogenbereich B1 werden die schwach bindigen bis stark bindigen Sande mit einzelnen steifen und halbfesten Tonlagen des verwitterten Blasensandsteins zusammengefasst. Lokal auftretende Auffüllungen können bautechnisch ebenfalls diesem Homogenbereich zugerechnet werden.

Homogenbereich X1: entfestigter Sandsteinkeuper

Homogenbereich X1 fasst die unter dem Verwitterungsschutt anstehenden sehr mürben und mürben Sandsteine mit einzelnen festen Tonlagen des entfestigten Blasensandsteins zusammen. Darin treten einzelne feste und harte Sandsteinlagen auf.

Homogenbereich X2: Sandsteinkeuper

Im Homogenbereich X2 werden die festen und harten, bankigen bis massigen, schwach klüftigen bis kompakten Sandsteine mit plattigen und dünnbankigen, klüftigen bis stark klüftigen Bereichen zusammengefasst. Darin treten feste, plattige, klüftige Tonsteinlagen auf.

7.4 Charakteristische Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende charakteristische Bodenkennwerte der Homogenbereiche des anstehenden Baugrunds angesetzt werden:

Tabelle 1: Charakteristische Bodenkennwerte

Baugrund	γ/γ' [kN/m ³]	φ' [Grad]	c' [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	Bodenklasse	
					DIN 18300 ¹⁾	DIN 18301 ¹⁾
B1: Verwitterungsschutt	21,0 / 11,0	32,5	0 - 5	30 - 50	3, 4	BN1, BN2
X1: Entfestigter Sandstein- keuper ²⁾	22,5	35,0	10 - 20	80 - 150	6	FV1, FV2, FD1
X2: Sandsteinkeuper	23,0	37,5	> 20	150 - 500	6, 7	FV2 – FV6, FD1 – FD3

¹⁾ nach DIN 18300:2012-09 bzw. DIN 18301:2012-09

²⁾ Kennwerte der festen und harten Zwischenlagen entsprechen X2

8 Bohrpfahlwand

8.1 Pfahlwände

Die Stützwände können als Bohrpfahlwände hergestellt werden. Die Pfähle müssen für den Ansatz des Spitzendrucks mindestens 1,0 m in den Homogenbereich X2 einbinden.

Im Homogenbereich X2 kann ein Bruchwert des Spitzendrucks von $q_{s,k} = 7,0 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden.

Im Sand des Homogenbereichs B1 kann eine Mantelreibung von $q_{b,k} = 0,04 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden.

Bei Bohrpfählen kann im entfestigten Sandsteins des Homogenbereichs X1 eine Mantelreibung von $q_{b,k} = 0,10 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden.

Im Blasensandstein des Homogenbereichs X2 kann ein Bruchwert der Mantelreibung von $q_{b,k} = 0,25 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden.

Mit Fließdruck und negativer Mantelreibung muss nicht gerechnet werden.

1.1 Pfahlbettung

In den Überlagerungsböden kann für den „weichen Bettungsfall“ die Pfahlbettung K_S linear von Null auf $K_S = E_S / D$ ($D =$ Pfahldurchmesser) angenommen werden. Für die steife Bettung ist $K_S = E_S / D$ ab GOK anzusetzen und nur insoweit abzumindern, dass die Einzelordinaten der Bettungsspannungen $1/2$ der passiven Erddruckspannungen nicht überschreitet.

Im unterlagernden Fels der Homogenbereiche X1 und X2 kann eine gleichmäßige Bettungsverteilung über die Einbindestrecke angesetzt werden ($K_S = E_S / D =$ konstant).

Die Bandbreiten der charakteristischen Grenzwerte der Steifeziffern für die Ermittlung der horizontalen Bettung der Pfähle können der Tabelle 1 entnommen werden.

1.2 Pfahlherstellung

Bei der Herstellung von Pfahlgründungen sind die Anforderungen der Herstellungsnorm für Bohrpfähle DIN EN 1536 sowie die Vorgaben der EA-Pfähle einzuhalten.

Bei den anstehenden Boden- und Felsarten muss die Verrohrung bis zum Pfahlfuß niedergebracht werden. Die Sohle muss unmittelbar vor dem Betonieren gesäubert werden.

Die Bohrpfähle sind bei Grundwasser im Bohrloch im Kontraktorverfahren zu betonieren.

Die Gründung ist durch einen Geotechnischen Sachverständigen abzunehmen.

8.2 Setzungen

Bei voller Ausnutzung der Pfähle ergeben sich wahrscheinliche Setzungen in der Größenordnung von ca. 0,5 – 1,0 cm. Die ungleichmäßigen Setzungen werden mit kleiner 0,5 cm abgeschätzt. Die möglichen Setzungen betragen 1 - 2 cm, ungleichmäßig 1 cm.

9 Gabionenwand

9.1 Ausbildung der Gabionenwand

Die Gabionenwand ist als Schwergewichtskonstruktion geplant. Die Neigung der Gabionenfront beträgt 80° (5,55:1).

Die Gabionenwand gründet flach auf einem Betonfundament.

9.2 Gründung

Die Gabionenwand gründet flach im Homogenbereich B2. Für die Gründung kann ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes gemäß DIN 1054:2010-12 von $\sigma_{R,d} = 420 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

Anmerkung: Der Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ enthält eine Teilsicherheit von $\gamma \approx 1,4$ und entspricht dem aufnehmbaren Sohldruck gemäß DIN 1054:2005-01 von $\sigma_{zul} = 300 \text{ kN/m}^2$.

9.3 Setzungen

Bei voller Ausnutzung dieser Bodenpressung ergeben wahrscheinliche Setzungen in der Größenordnung von ca. 1 – 2 cm. Die ungleichmäßigen Setzungen werden mit kleiner 1,0 cm abgeschätzt. Die möglichen Setzungen betragen maximal 2 – 3 cm, ungleichmäßig 1 – 1,5 cm.

9.4 Besondere Maßnahmen

Die Gründungssohlen des Fundaments sind durch einen Geotechnischen Sachverständigen abzunehmen.

Die Gründungssohle ist bei anstehenden Sanden (B1) vor Einbringen der Sauberkeitsschicht nachzuverdichten.

Zur Reduzierung der erforderlichen Baugrubengröße (Arbeitsraum) und des Erddrucks empfehlen wir, die untere Gabione (1. Lage und ggf. 2. Lage nach statischem Erfordernis) mit Dränbeton zu hinterfüllen.

9.5 Gabionenkörbe

Die Gabionenkörbe sind mit grobkörnigem, frostsicherem Material zu befüllen. Hierbei ist eine möglichst gute Verdichtung anzustreben. Die Schüttung der Körbe muss eine Mindestwichte von 18 kN/m^3 aufweisen.

Die Korngröße des Befüllmaterials im Frontbereich ist auf die Maschenweite der gewählten Gabionenkörbe abzustimmen. Das Befüllmaterial muss den „Technische Lieferbedingungen für Gabionen im Straßenbau – Teil 1 Befüllmaterialien“ entsprechen.

Die Standsicherheit und Haltbarkeit der Gabionenkörbe ist für die vorgesehene Lebensdauer des Bauwerks nachzuweisen (z.B. Abrostung).

9.6 Baugruben

Die Baugruben können im Verwitterungsschutt (Homogenbereich B1) und dem mürben Sandstein (Homogenbereich X1) bei ausreichenden Platzverhältnissen bis 5 m Tiefe frei unter 45° geböscht werden. Andernfalls sind die Böschungen durch einen Verbau zu sichern.

9.7 Baugrubenverbau

Wird ein Verbau erforderlich, so kann dieser als Trägerbohlverbau oder als Spundwandverbau ausgeführt werden.

Zum Einbringen von Verbauträgern oder Spundwänden ist im Fels der Homogenbereiche X1 und X2 vorbohren erforderlich.

Für die Bemessung kann bei trocken gebohrten Ankern mit Nachverpressung im Homogenbereich B1 ein Bruchwert der Mantelreibung von $\tau_M = 150 \text{ kN/m}^2$, im Homogenbereich X1 von $\tau_M = 200 \text{ kN}$ und im Homogenbereich X2 von $\tau_M = 250 \text{ kN}$ angesetzt werden.

Im Fels des Homogenbereich X1 kann ein Bruchwert des Spitzendrucks von 5,0 MN/m² angesetzt werden. Aufgrund des Vorbohrens kann die Mantelreibung mit 0,04 MN/m² für den Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit angesetzt werden.

Die Anker sind entsprechen DIN EN 1537 herzustellen und zu prüfen.

9.8 Grundwasserverhältnisse und Wasserhaltung

Östlich der Bohrpfahlwand (Bohrung B 1058) wurde ein Wasserstand von 283,3 m NN gemessen, der zum Bauwerk BW 381c (ca. westliches Ende) auf 280,3 m NN abfällt. Hier steigt jedoch das Grundwasser quer zur BAB auf 284,2 m NN (Bohrung B 10156) an.

Durch die herzustellende neue Tiefenentwässerung des AK Fürth/Erlangen steht das Grundwasser autobahnseitig mindestens 2 m unter Planum an.

Das Bohrplanum für die Herstellung der Bohrpfahlwand liegt immer oberhalb des Grundwassers.

Durch die Bohrpfahlwand wird der Zufluss des Grundwassers zur Tiefenentwässerung in diesem Bereich behindert. Soweit keine konstruktiven Entwässerungsmaßnahmen vorgesehen werden, die dies verhindern, muss hinter der Bohrpfahlwand mit einem Aufstau des Grundwassers gerechnet werden.

Entsprechend kann für die Bemessung der Wand autobahnseitig die Tiefenlage der neuen Tiefenentwässerung als Bemessungswasserstand angesetzt werden.

Auf der von der BAB abgewandten Seite der Bohrpfahlwand empfehlen wir, am ostseitigen Bohrpfahlwandende ein Bemessungswasserstand von 284,3 m NN anzusetzen, der zum Bauwerk 381c auf 283,5 m NN abfällt.

10 Schlussbemerkung

Die bei den Baumaßnahmen aufgeschlossenen Böden sind mit den im Gutachten beschriebenen Schichten zu vergleichen. Bei Abweichungen ist der Baugrundgutachter zu verständigen.

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Schnitt mit Baugrundmodell