

Straßenbauverwaltung Freistaat Bayern - Staatliches Bauamt Bayreuth

Straße / Abschnittsnummer / Station B 289\_340\_0,080 - B 289\_400\_0,433

**B 289 "(Burgkunstadt) - Kulmbach"**  
**Ortsumgehung Mainroth - Rothwind - Fassoldshof**

PROJIS-Nr.:09 912584 00

# Feststellungsentwurf

Unterlage 20.1

Geotechnischer Bericht – B 289 und Bauwerke 0-1 und 3-3

aufgestellt:  
Staatliches Bauamt Bayreuth



Zeuschel Ltd. Baudirektor  
Bayreuth den 31.03.2023

**LGA Bautechnik GmbH**

Durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH  
akkreditiertes Prüflaboratorium D-PL-11117-01-00.

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001, DIN EN ISO 14001 und OHASAS  
18001.

**Geotechnischer Bericht**

**Nr. 21V20002**

**Datum: 16.09.2022**

**Auftraggeber:** Staatliches Bauamt Bayreuth  
Bereich Straßenbau  
Wilhelminenstraße 2  
95444 Bayreuth

**Projekt:** B 289 "(Burgkunstadt) - Kulmbach"  
Ortsumgehung Mainroth - Rothwind – Fassoldshof  
hier: Strecke B289 neu und Bauwerke BW 0-1 und BW 3-3

**Inhalt des Auftrages:** Geotechnischer Bericht

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. (FH) Dieter Straußberger

**Telefon Nr.:** +49 (0) 0911 81771 400

**E-Mail:** dieter.straussberger@lga.de

LGA Bautechnik GmbH  
Tillystraße 2  
90431 Nürnberg

Tel. +49 911 81771-400  
Fax +49 911 81771-419  
Mail victoria.saft@lga.de

Geschäftsführung  
Hans-Peter Trinkl

AG Nürnberg HRB 20586

Ein Unternehmen der  
LGA Landesgewerbeanstalt Bayern  
Körperschaft des öffentlichen Rechts

[www.lga.de](http://www.lga.de)

Dieser Entwurf umfasst 25 Textseiten und 0 Anlagengruppen.

Dieser Gutachten darf nur im vollen Wortlaut veröffentlicht werden.  
Jede Veröffentlichung in Kürzung oder Auszug bedarf der vorherigen Genehmigung durch die  
LGA Bautechnik GmbH.

Für die Auftragsabwicklung haben wir wesentliche Daten und Ihre Anschrift gespeichert.  
Der Datenschutz ist gewährleistet.

## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung .....	3
2	Unterlagen.....	3
3	Baugrunderkundung.....	3
3.1	Allgemein.....	3
3.2	Feldaufschlüsse.....	4
3.3	Grundwasserstände .....	5
3.4	Laborversuche.....	6
3.4.1	Geotechnische Laborversuche.....	6
3.4.2	Umweltrelevante Laborversuche.....	7
3.4.3	Grundwasseranalyse .....	7
4	Geologie und Hydrogeologie.....	8
5	Baugrund und Grundwasserverhältnisse .....	8
6	Folgerung .....	10
6.1	Geotechnische Kategorie .....	10
6.2	Homogenbereiche .....	10
6.3	Bodenkennwerte.....	12
6.4	Kennwerte der Homogenbereiche.....	12
6.5	Verwendung der Aushubmassen.....	14
6.6	Verwertungskonzept.....	14
6.7	Dammaufstandsflächen.....	15
6.8	Dämme.....	15
6.9	Einschnitte.....	16
6.10	Frostempfindlichkeit.....	17
6.11	Entwässerungsmaßnahmen.....	17
6.12	Planum .....	17
6.13	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes .....	17
7	Bauwerke .....	18
7.1	BW 0-1: Brücke B289 über die DB bei Mainroth, Bau-km 0+843 .....	18
7.2	Überführungsbauwerk BW 2-1 .....	20
7.3	BW 3-3: Brücke B 289 über die DB bei Fassoldshof, Bau-km 3+859.....	20
8	Schlussbemerkung.....	23

## 1 Veranlassung

Das Staatliche Bauamt Bayreuth plant an der B 289 "(Burgkunstadt) - Kulmbach" den Neubau der Ortsumgehung Mainroth - Rothwind – Fassoldshof. Die LGA Bautechnik GmbH wurde beauftragt die vorliegenden Unterlagen zu prüfen und an den Stand der Technik anzupassen.

## 2 Unterlagen

Nachfolgende Unterlagen stehen zur Verfügung:

- [1] Baugrundgutachten , IB Braband, vom 30.06.2009
- [2] Baugrundgutachten, IB Braband, vom 30.05.2011
- [3] Feststellungsentwurf, StBA Bayreuth, vom 10.07.2020
- [4] Bayernwerk Netz GmbH, 110 kV-Ltg. E90 Redwitz – Kulmbach, Geotechnischer Bericht vom 18.04.2019
- [5] Übersichtsluftbild, 09.2021
- [6] Übersichtshöhenplan, 09.2021
- [7] Geotechnische Stellungnahme für die geplanten Brückenbauwerke, IB Braband, 08.09.2011
- [8] Geotechnischer Bericht, GVS Witzmannsberg und Überführungsbauwerk BW 2-1, Stand: 05.08.2022, LGA Bautechnik GmbH

## 3 Baugrunderkundung

### 3.1 Allgemein

Die Beschreibung des Trennflächengefüges im Bericht lehnt sich an das Merkblatt zur Felsbeschreibung für den Straßenbau der FGSV an. Es hat sich baupraktisch bewährt. Dabei beschreiben die Bezeichnungen die Abstände der horizontalen (Schichtung) und vertikalen (Klüftung) Trennflächen.

**Tabelle 1:** Bezeichnung der Trennflächenabstände

Trennflächen von Fels		
Abstand [cm]	Bezeichnung Schichtung	Bezeichnung Klüftung
>60	massig	kompakt
30 - 60	dickbankig	schwach klüftig
10 - 30	dünnbankig	klüftig
5 – 10	dickplattig	stark klüftig
1 - 5	dünnplattig	sehr stark klüftig
<1	blättrig	

### 3.2 Feldaufschlüsse

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden im Rahmen des 2. Erkundungsprogrammes (März 2011 bis April 2011) von der Bohrfirma Brunnenbau Kern, Münchsteinach, unter fachgutachterlicher Aufsicht/Überwachung des Ingenieurbüros Braband 11 Kernbohrungen, bezeichnet mit BK 21 bis BK 31, bis zu einer Tiefenlage von 10,0 m (BK 31) bis 26,6 m (BK 24) abgeteuft. Darüber hinaus wurden elf (11) schwere Rammsondierungen (DPH-schwer) gemäß EN ISO 22476-2, bezeichnet mit DPH 21 bis DPH 31 durchgeführt. Die Endtiefen der schweren Rammsondierungen lagen zwischen 1,9 m (DPH 22b) und 7,7 m (DPH 27). In nachfolgender Tabelle 2 sind die Aufschlüsse zusammengestellt.

**Tabelle 2:** Umrechnungs- bzw. Zuordnungstabelle

Kernbohrung	Baukm gem. Gutachten aus 2011	Baukm gem. Planfeststellung
BK 21	0+500	0+280
BK 22	0+670	0+450
BK 23	0+120 (AS Mainroth)	0+120 (AS Mainroth)
BK 24	1+010	0+795
BK 25	1+110	0+890
BK 4	0+350 (AS Mainroth)	0+365 (AS Mainroth)
BK 26	1+460	1+240
BK 6	1+810	1+590
BK 7	2+330	2+105
BK 8	2+800	2+570
BK 9	3+300	3+080
BK 27	3+325	3+105
BK 28	3+700	3+480
BK 29	4+040	3+810
BK 30	4+130	3+910
BK 31	4+375	4+150

### 3.3 Grundwasserstände

Die im Zuge der Baugrunderkundung festgestellten Wasserstände sind in nachfolgender **Tabelle 3** mitgeteilt. Diese weisen auf relativ große Schwankungen des Grundwasserstandes hin. Auf den bereichsweise anstehenden gering durchlässigen Bodenschichten können sich zudem Schichtenwässer/Stauwässer aufstauen.

**Tabelle 3:** Grundwasserstandsmessungen

Aufschluss	Datum	Höhe unter GOK [m]	Höhe unter gepl. Straßen-OK [m]	Höhe [müNN]
BK 4* (ca. Station 0+350)	07.10.2008	4,50 (angebohrt) 3,55 (angestiegen)	ca. 3,83	282,10 (angebohrt) 283,05 (angestiegen)
BK 24 (ca. Station 1+010)	05.04.2011	4,00 (angebohrt) 2,05 (angestiegen)	ca. 10,48	281,59 (angebohrt) 283,54 (angestiegen)
BK 25 (ca. Station 1+110)	29.03.2011	3,00 (angebohrt) 1,80 (angestiegen)	ca. 9,37	281,56 (angebohrt) 282,76 (angestiegen)
BK 26 (ca. Station 1+460)	31.03.2011	2,90 (angebohrt) 1,40 (angestiegen)	ca. 5,89	281,24 (angebohrt) 282,74 (angestiegen)
BK 6 (ca. Station 1+810)	24.09.2008	2,60 (angebohrt) 2,10 (angestiegen)	ca. 8,35	280,91 (angebohrt) 281,41 (angestiegen)
BK 7 (ca. Station 2+330)	29.09.2008	4,50 (angebohrt) 4,20 (angestiegen)	ca. 5,42	281,57 (angebohrt) 281,87 (angestiegen)
BK 8 (ca. Station 2+570)	01.10.2008	4,00 (angebohrt) 3,70 (angestiegen)	ca. 5,45	281,26 (angebohrt) 281,56 (angestiegen)
BK 9 (ca. Station 3+090)	08.10.2008	3,50 (angebohrt)	ca. 5,60	283,30 (angebohrt)
BK 27 (ca. Station 3+325)	01.04.2011	4,00 (angebohrt) 0,90 (angestiegen)	ca. 3,15	282,85 (angebohrt) 285,95 (angestiegen)
BK 28 (ca. Station 3+700)	22.03.2011	2,50 (angebohrt) 0,65 (angestiegen)	ca. 6,82	283,43 (angebohrt) 285,28 (angestiegen)
BK 29 (ca. Station 4+040)	21.03.2011	2,50 (angebohrt) 0,80 (angestiegen)	ca. 10,89	284,29 (angebohrt) 285,99 (angestiegen)
BK 30 (ca. Station 4+130)	24.03.2011	2,00 (angebohrt) 0,46 (angestiegen)	ca. 12,86	284,65 (angebohrt) 286,19 (angestiegen)

\*) Bereich der AS Mainroth-West

### 3.4 Laborversuche

#### 3.4.1 Geotechnische Laborversuche

An den Locker- und Festgesteinsböden des im Untersuchungsabschnitt anstehenden Baugrunds wurden boden- und felsmechanische Laborversuche [1] durchgeführt.

In den nachfolgenden **Tabellen 4 und 5** sind die Proben mit Entnahmeort, -tiefe und den durchgeführten Versuchen sowie den Ergebnissen aufgeführt.

**Tabelle 4:** Entnommene und untersuchte Felsproben

Bohrung	Entnahmetiefe [m]	Laborversuche	Ergebnisse der Laborversuche
BK 4	6,40 - 6,50	Einaxialer Druckversuch nach DGGT- Empfehlung Nr. 1	$\sigma_u (= q_u) = 3,7 \text{ MN/m}^2$
BK 4	8,40 - 8,60	Punktlastversuch nach DGGT- Empfehlung Nr. 5	$\sigma_u (= q_u) = 6,2 \text{ MN/m}^2$
BK 5	9,50 – 9,60	Einaxialer Druckversuch nach DGGT- Empfehlung Nr. 1	$\sigma_u (= q_u) = 13,5 \text{ MN/m}^2$
BK 5	14,40 – 14,50	Punktlastversuch nach DGGT- Empfehlung Nr. 5	$\sigma_u (= q_u) = 6,1 \text{ MN/m}^2$
BK 9	9,50 – 9,60	Einaxialer Druckversuch nach DGGT- Empfehlung Nr. 1	$\sigma_u (= q_u) = 14,0 \text{ MN/m}^2$
BK 9	13,50 – 13,60	Punktlastversuch nach DGGT- Empfehlung Nr. 5	$\sigma_u (= q_u) = 5,3 \text{ MN/m}^2$
BK 10	10,90 – 11,00	Einaxialer Druckversuch nach DGGT- Empfehlung Nr. 1	$\sigma_u (= q_u) = 9,0 \text{ MN/m}^2$
BK 10	13,50 – 13,60	Punktlastversuch nach DGGT- Empfehlung Nr. 5	$\sigma_u (= q_u) = 2,0 \text{ MN/m}^2$
BK 11	10,80 – 10,90	Punktlastversuch nach DGGT- Empfehlung Nr. 5	$\sigma_u (= q_u) = 6,9 \text{ MN/m}^2$
BK 12	6,40 – 6,50	Einaxialer Druckversuch nach DGGT- Empfehlung Nr. 1	$\sigma_u (= q_u) = 15,1 \text{ MN/m}^2$
BK 12	15,20 – 15,30	Punktlastversuch nach DGGT- Empfehlung Nr. 5	$\sigma_u (= q_u) = 12,9 \text{ MN/m}^2$

Tabelle 5: Entnommene und untersuchte Bodenproben

Bohrung	Entnahmetiefe [m]	Laborversuche	Ergebnisse der Laborversuche
BK 3	1,30 - 1,40	Korngrößenverteilung nach DIN 18 123	Schluff, tonig, stark sandig
BK 7	1,20	Korngrößenverteilung nach DIN 18 123	Sand, stark schluffig, SU* gem. DIN 18 196
BK 8	2,50 – 2,60	Glühverlust nach DIN 18 128	Vgl = 13,77 %
BK 9	5,00 – 5,50	Korngrößenverteilung nach DIN 18 123	Kies, stark sandig, schluffig, GU* gem. DIN 18 196
BK 10	2,70 – 2,80	Glühverlust nach DIN 18 128	Vgl = 6,19 %
BK 10	5,00 – 5,50	Korngrößenverteilung nach DIN 18 123	Kies, stark sandig, schwach schluffig; GU* gem. DIN 18 196

### 3.4.2 Umweltrelevante Laborversuche

Zur orientierenden Einstufung liegt aus Bohrung BK 31 (= Bereich der ehemaligen Bauschuttdeponie; Bau-km 4+375) das Ergebnis einer auffälligen (= Teergeruch) Bodenprobe aus einer Tiefenlage von 3,0 m – 3,9 m vor. Die Untersuchung erfolgte nach dem Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen 2005, Anlage 2 und 3 ([2]Anlage 5).

An der Probe ergab sich ein Gehalt an PAK von 1.090 mg/kg sowie ein erhöhter pH-Wert von 11.5.

Für eine Abgabe an Dritte sind im Zuge der Baumaßnahme weiterführende Haufwerksbeprobungen vorzusehen.

Eine Über- oder Unterschreitung des pH-Wertes stellt kein Ausschlusskriterium dar, es ist die Ursache zu überprüfen.

### 3.4.3 Grundwasseranalyse

Aus den Bohrungen der Bauwerke wurden Grundwasserproben entnommen und hinsichtlich der betonangreifenden Eigenschaften nach DIN 4030 untersucht. Die entnommenen Wasserproben können nach der Untersuchung auf Betonaggressivität gemäß DIN 4030 als nicht betonangreifend eingestuft werden.



## 4 Geologie und Hydrogeologie

Nach der Geologischen Übersichtskarte von Bayern stehen in Oberflächennähe Quartäre Ablagerungen und Talfüllungen an. Das Liegende wird von der Sandstein-Tonstein-Wechselfolge mit Dolomitsteinlagen des Keupers gebildet.

Von Geogefahren ist nicht auszugehen.

## 5 Baugrund und Grundwasserverhältnisse

### Bau-km 0+000 bis Bau-km 0+250 Geländegleich bzw. geringer Einschnitt

Aus dem Abschnitt liegt kein Aufschluss vor. Aus der benachbarten Bohrung BK 21 wird Oberboden in eine Dicke von 0,3m mitgeteilt. Darunter folgen bis 1,3m unter GOK stark bindige Sande bzw. weiche bis steife Schluffe. Diese werden bis 2,7m unter GOK von Fein- und Mittelsanden unterlagert. Darunter stehen Sand- und Tonsteine an.

Grundwasser wurde nicht angetroffen.

### Bau-km 0+250 bis Bau-km 0+575 Einschnitt bis 8m Tiefe

Für den bis zu 8m tiefen Einschnitt sind die Bohrungen BK 22 (km 0+450) und BK 23 (km 0+120 AS Mainroth) maßgebend.

Unter 0,15 bzw. 0,3m Oberboden folgen bis 1,2m bzw. 1,9m unter GOK weiche bis steife Schluffe bzw. bindige Sande. Diese werden unterlagert von Schichten aus festen bis harten, blättrigen bis dünnplattigen, klüftigen Tonsteinen sowie plattigen bis dünnbankigen, klüftigen, mürben bis harten Sandsteinen mit einzelnen Kalksteinlagen.

Grundwasser wurde nicht angetroffen.

### Bau-km 0+575 bis Bau-km 2+050 Damm mit 2m bis 8m Höhe

In der Dammaufstandsfläche wurden die Bohrungen BK 24 (km 0+795), BK 25 (km 0+890) und BK 26 (km 1+240) abgeteuft. Diese zeigen bis 1,2m unter GOK Auffüllungen in Form von Straßen- bzw. Wegebefestigungen aus Asphalt und / oder Schotter.

Darunter folgen mit Tiefen von 2,7m bis 3,9m unter GOK bindige Böden weicher bis steifer Konsistenz mit einzelnenn Lagen aus bindigen Sanden. Begrenzt werden diese von bis 4,9 bzw. 6,7m unter GOK anstehende mehr oder weniger bindige Sande und Kiese. Abgeschlossen werden die Bohrungen durch Ton- und Sandsteine.

In BK 24 wurde Wasser 4,0m unter GOK angebohrt und bei 2,1m unter GOK ausgespiegelt. Bohrung BK 24 zeigt Wasser bei 2,8m unter GOK und einen Anstieg auf 1,8m unter GOK während in BK 26 Wasser 1,9m unter GOK angebohrt und bei 0,9 unter GOK ausgespiegelt wurde.

### Bau-km 2+050 bis Bau-km 3+100 Damm mit 2m bis 3m Höhe

Dem Abschnitt werden die Unterlagen der Maststandorte 31 bis 35 aus [3] zugrunde gelegt. Unter 0,3m dicken Oberboden folgen in der Regel 2,1m bis 3,9m mächtige Tone steifer Konsistenz. Darunter stehen teils breiige bis weiche und steife, an Maststandort 34 (ca. km 2+750, Weiher) breiige – weiche bindige Böden, teils Sande an.

Wasser steht unter den steifen Tönen zwischen 2,1m und 3,9m unter GOK an.

### Bau-km 3+100 bis Bau-km 4+175 Damm mit bis zu 13m Höhe

Es wurden die Bohrungen BK 27 (km 3+100), BK 28 (km 3+480), BK 29 (km 3+810), BK 30 (km 3+910) und BK 31 (4+150) abgeteuft.

Mit Ausnahme von BK 31 stehen 0,3m Oberboden an. Teilweise wurden geringmächtige Auffüllungen in Form von Wegbefestigungen festgestellt.

In BK 31 wurden Auffüllungen bis 6,3m unter GOK aus Bauschutt, mit Bodenanteilen abgeschlossen. Wasser wurde nicht angetroffen.

Ansonsten folgen unter dem Oberboden bzw. den Auffüllungen zum Teil bis 4,1m bzw. 2,1m weiche bis steife bindige Böden bzw. bindige Sande und Kiese welche in 5,0m bis 8,0m Tiefe von Sand- bzw. Tonstein begrenzt werden.

Gespanntes Wasser steht in den Bohrungen BK 27 und BK 30 zwischen 2,0m und 4,0m unter GOK an. Die Ruhewasserspiegel wurden mit 0,4m bis 0,9m unter GOK eingespiegelt.

Bau-km 4+175 bis Bau-km 4+375 Einschnitt bis 1,5m Tiefe

Aus diesem Bereich liegen keine Aufschlüsse vor.

Bau-km 4+375 bis Bau-km 4+715 Damm bis zu 2m Höhe

Aus diesem Bereich liegen keine Aufschlüsse vor.

## **6 Folgerung**

### **6.1 Geotechnische Kategorie**

Die Maßnahme ist gemäß DIN EN 1997-1:2009-09 in die geotechnische Kategorie 2 einzustufen.

### **6.2 Homogenbereiche**

Homogenbereich O, Oberboden

Oberboden steht im Mittel in einer Dicke von 0,3m an.

Homogenbereich A, Künstliche Auffüllung

Im Bereich der Kernbohrungen wurden folgende Auffüllungen festgestellt:

BK 24 bis 1,2m (Wegebefestigung, Schotter, Asphaltsschicht)

BK 25 bis 0,5m Schotter (Wegebefestigung)

BK 26 bis 0,35m Schotter (Wegebefestigung)

BK 27 bis 1,7m Schluff, bindig, weich

BK 28 bis 0,7m Schotter (Wegebefestigung)

Im Bereich der Bohrung BK 31 (Bau-km 4+150) reicht die Auffüllung bis 6,3m unter GOK und besteht im Wesentlichen neben bindigen Sanden und bindigen Böden aus Bauschuttresten in Form von Beton-/ Ziegel-/ und Teerresten (hoher PAK Gehalt). Die bindigen Bodenbereiche der künstlichen Auffüllungen weisen eine weich-steife bis steife Konsistenz auf.

Die kiesig/sandigen Bodenbereiche lassen nach den Ergebnissen der schweren Rammsonde eine lockere bis mitteldichte Lagerung erkennen.

Homogenbereich B1: Quartäre Ablagerungen und Talfüllungen

Unterhalb der künstlichen Auffüllungen bzw. der im Mittel 0,3m dicken Überdeckung aus Mutterboden wurden bis zu einer Tiefenlage von 1,2 m bis 7,7 m (BK 8, Station 2+800) Quartäre Ablagerungen und Talfüllungen angetroffen.

Im Bereich der Einschnitte stehen diese in einer Mächtigkeit von durchschnittlich 1,6m an.

Die Böden des Homogenbereichs setzen sich aus einer Wechsellagerung bzw. einem Gemenge von bindigen Böden und Sanden zusammen. Die Tone/Schluffe weisen eine meist weiche bis steife Konsistenz auf und enthalten lokal organische Beimengungen.

Die oberflächennahen Sande lassen nach den Ergebnissen der schweren Rammsondierungen eine lockere bis mitteldichte Lagerung erkennen.

Homogenbereich X1: Festgestein

Unterhalb der Quartären Ablagerungen und Talfüllungen wurden bis zu den Erkundungsendtiefen die Festgesteine des Keupers angetroffen. Bei den Festgesteinen handelt es sich um meist fein- bis mittelkörnige, klüftige, plattige bis bankige Sandsteine bzw. um dünnblättrige bis plattige, klüftige, sandige Tonsteine.

Die Festgesteine liegen in Oberflächennähe im mürben und mit zunehmender Tiefe meist im festen bis harten Zustand vor.

**Tabelle 6:** Unterkante der Homogenbereiche (m) unter Bohransatz

Bohrung	Homogenbereich 0 Oberboden	Homogenbereich Auffüllung	Homogenbereich B1 Quartär
BK 21	0,3	0,0	2,7
BK 22	0,3	0,0	1,9
KB 23	0,15	0,0	1,2
KB 24	0,0	1,2	6,7
KB 25	0,0	0,5	4,9
KB 26	0,0	0,35	5,6
KB 27	0,5	1,7	7,7

Bohrung	Homogenbereich 0 Oberboden	Homogenbereich Auffüllung	Homogenbereich B1 Quartär
KB 28	0,2	0,7	5,7
KB 29	0,4	0,0	5,8
KB 30	0,3	0,0	3,7
KB 31	0,0	6,3	8,1

### 6.3 Bodenkennwerte

Für die erdstatischen Berechnungen können folgende charakteristische Bodenkennwerte in Anlehnung an DIN 1055 Teil 2 und Erfahrungswerte angesetzt werden:

Tabelle 7: charakteristische Bodenkennwerte

Homogenbereich	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bodenklasse DIN 18300 <sup>1)</sup>
A: Auffüllung	19 / 9	27,5 – 30,0	0 - 5	20 - 40	3, 4, 5
B1: Quartär	20 / 10	25,0 – 30,0	5 - 10	15 – 40	3, 4, 5
X1: Festgestein	22 / 12	35,0 - 37,5	5 - 25	50 - 200	6, 7

1) nach DIN 18300:2012-09, informativ

### 6.4 Kennwerte der Homogenbereiche

In den nachfolgenden Tabellen sind die für Erdarbeiten nach DIN 18300, für Bohrarbeiten nach DIN 18301 und für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten nach DIN 18304 anzugebenden Kennwerte für die Homogenbereiche zusammengestellt.

Tabelle 8: Kennwerte für die Homogenbereiche– Lockergestein

Nr.	Kennwert / Parameter	Norm	A Auffüllung	B1 Quartär
0	Ortsübliche Bezeichnung	-	Schluff, Sand, Kies, Bau-schutt	Ton Schluff, Sand, Kies
1	Bodengruppe	DIN 18196	[UL], [UM], [SE], [SU/SU*], [ST/ST*], [SW], [GW], [GE]	TL, TA, TM UL, UM, SE, SU/SU*, ST/ST*, SW, GW, GE

Nr.	Kennwert / Parameter	Norm	A Auffüllung	B1 Quartär
2	Stein-/ Blockanteil	DIN 14688	geringer Steinanteil, geringer Blockanteil	geringer Steinanteil
3	Korngrößenverteilung	DIN 18123 DIN 14688	-	-
4	Feuchtdichte	DIN 18125 DIN 17892	1,7 - 2,1 t/m <sup>3</sup>	1,9 - 2,3 t/m <sup>3</sup>
5	Lagerungsdichte	DIN 14688 DIN 18126	locker bis mitteldicht	locker bis mitteldicht, tiefer bis dicht
6	Konsistenzen	DIN 18122	weich bis steif	weich bis steif
7	Wassergehalte	DIN 17892	5 - 30 %	10 - 30 %
8	Undrained Scherfestigkeit	DIN 4094-4 DIN 18137	60 - 250 kN/m <sup>2</sup>	80 - 350 kN/m <sup>2</sup>
9	Abrasivität	NF P18-579	mittel abrasiv	schwach bis mittel abrasiv
10	Organischer Anteil	DIN 18128	schwach organisch	schwach organisch
11	Schadstoffe	-	PAK, pH-Wert	pH - Wert

**Tabelle 9:** Kennwerte für Homogenbereiche – Festgestein

Nr.	Kennwert / Parameter	Norm	X1
1	Petrographische Bezeichnung	DIN 14689	Tonstein / Sandstein
2	Dichte	DIN 18125	2,2 - 2,4 t/m <sup>3</sup>
3	Trennflächengefüge	DIN 14689	stark klüftig bis klüftig
4	Verwitterungsgrad	DIN 14689	entfestigt bis unverwittert
5	Einaxiale Druckfestigkeit	DIN 14689, DGGT E1	3 - 30 MN/m <sup>2</sup>
6	Abrasivität	NF P18-579	schwach abrasiv bis stark abrasiv
7	Schadstoffe	-	-

### 6.5 Verwendung der Aushubmassen

Die anfallenden Aushubmassen können für einen qualifizierten Erbau entsprechend ZTV E-StB verwendet werden.

Die in den Einschnitten zu gewinnenden Sand- und Tonsteine sind veränderlich fest und müssen bei Einbau so aufbereitet und zerkleinert werden, dass der Luftporenanteil im eingebauten Zustand 8% nicht überschreitet.

Die anstehenden Böden sind wasserempfindlich und weisen mit Ausnahme der Festgesteine einen für den Einbau zu hohen Wassergehalt auf. Bei feuchten Bauwetter kann der Wassergehalt der bindigen Sande, Tone und Schluffe weiter zunehmen.

Es wird empfohlen die Massen mit ca. 3% (ca. 60 kg/m<sup>3</sup>) eines Kalk-/ Zementgemisches 30/70 qualifiziert zu verbessern.

### 6.6 Verwertungskonzept

Unter Ziffer 3.4.2 werden die Ergebnisse der orientierenden umweltrelevanten Laborversuche mitgeteilt. Die Zustimmung der Fachbehörden vorausgesetzt, können die in der Baumaßnahme gewonnenen Massen aus Boden und Fels uneingeschränkt in der Baumaßnahme eingebaut werden.

Werden bei der Ausführung Bereiche mit organoleptischen Auffälligkeiten (Farbe/Geruch) festgestellt ist unverzüglich der Auftraggeber bzw. dessen Beauftragte zu benachrichtigen.

Sollten Massen z. B. Ausbauasphalte an Dritte abgegeben werden, sind diese in Haufwerken aufzusetzen und zu beproben.

Für den Bereich der ehemaligen Bauschuttdeponie besteht die Möglichkeit diese zu überbauen. Durch die Überbauung würde infolge der zusätzlichen Abdichtung der Oberfläche durch den Erdbau der vorhandene Zustand verbessert werden.

Soll die Bauschuttdeponie im Bereich des Baufeldes entfernt werden sind die Aushubmassen (Hinweise zur Aushubgeometrie Ziffer 6.7) getrennt nach Abfallart in Haufwerken von jeweils maximal 500m<sup>3</sup> zwischenzulagern. Die Haufwerke sind zu beproben und untersuchen und einer geregelten Entsorgung zuzuführen.

Die Fläche des Zwischenlagers ist nach unten abzudichten, ein Eintrag von durch das Haldenmaterial verunreinigtes Wasser in den Untergrund ist zu verhindern. Die Halden sind gegebenenfalls mit Folien vor Durchsickern zu schützen.

### 6.7 Dammaufstandsflächen

In den Dammaufstandsflächen ist der Oberboden abzutragen. Anschließend ist an den Flächen im Beisein eines geotechnischen Sachverständigen mit einem beladenen LKW ein proof-rolling durchzuführen um etwaige Bereiche geringer Tragfähigkeit feststellen und abgrenzen zu können.

In Bereichen geringer Tragfähigkeit im Untergrund ist der Boden bis in 1,5m Tiefe gegen eine grobkörnige Schüttung der Körnung 63mm/200mm auszutauschen. Derzeit ist von einer Länge des Bodenaustausches von 200m im Bereich des Weihers auszugehen. Der Bodenaustausch ist mit einer Lage eines Geogitters mit Trennvlies mit einer Bemessungsfestigkeit  $> 50\text{KN/m}$  zu bewehren. Die Gründungssohle des Bodenaustauschs sowie die Notwendigkeit von ggf. erforderlichen Mehraushub ist durch einen geotechnischen Sachverständigen vor Ort festzulegen.

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit der anstehenden Böden empfehlen wir in allen Aufstandsflächen der Dämme eine qualifizierte Bodenverbesserung in einer Dicke von 0,50 m durchzuführen. Für die Qualifizierte Bodenverbesserung sollten 3 % Bindemittel ( $30\text{ kg/m}^2$ ), z.B. Kalk-Zement-Gemisch 30/70 (30% Kalk-/70% Zementanteil) eingefräst werden.

Die bei km 4+150 vorhandene ehemalige Bauschuttdeponie soll im Bereich des Baufeldes beseitigt werden. Hierzu sind die Massen bis zur Sohle des vorhanden Bauschuttes, etwa 6,3m unter GOK, abzutragen und zwischenzulagern (siehe Ziffer 6.6). Die Einschnittböschungen sind aus Gründen der Standsicherheit mit einer Neigung von 1:1,5 auszubilden.

Der anschließend herzustellende Bodenaustausch ist seitlich unter einer Böschungsneigung von 1:1,5 auszuführen.

### 6.8 Dämme

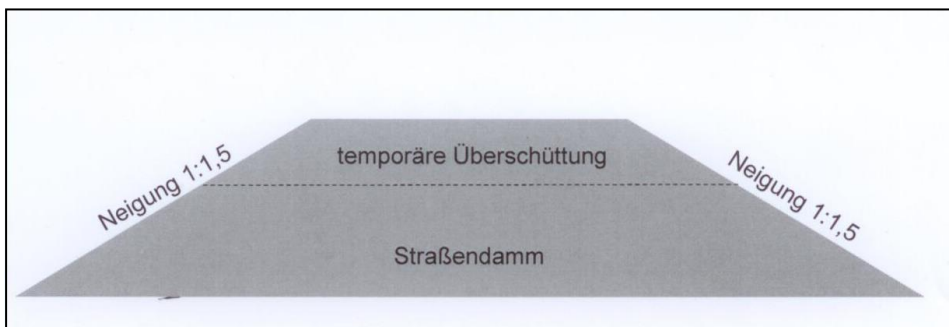
Die Dämme können mit einer Böschungsneigung von bis zu 1:1,5 errichtet werden.

Im gesamten Abschnitt sind aufgrund der im Untergrund anstehen bindigen Böden weicher bis steifer Konsistenz die Dämme in Intervallen von maximal 1m / Woche zu errichten.



Im Bereich von ca. Bau-km 2+000 bis Bau-km 3+350 verläuft die geplante Trasse parallel zur Grundstücksgrenze der Bahnlinie Bamberg – Hof. Nach überschlägigen Setzungsberechnungen des IB Brabant hat die Setzungsmulde durch die neue Straßendammschüttung nur relativ geringe Auswirkungen auf den Bahndamm bzw. die Gleise. Nach einer überschlägigen Setzungsberechnung ergeben sich Gleissetzungen von  $< 5$  mm durch die neue Straßendammschüttung. Es empfiehlt sich jedoch, zur Überprüfung der obigen Setzungsabschätzung, im Zuge der Bauausführung Setzungskontrollmessungen der benachbarten Gleise durchzuführen.

Aufgrund der wechselnden Böden mit unterschiedlichen Tragfähigkeitseigenschaften und der geringen Dammhöhe ist mit Setzungsunterschieden innerhalb des Abschnittes zu rechnen. Wir empfehlen diesen Bereich bis 2m über Planum zu überschütten um Setzungen aus der Verkehrsbelastung vorwegzunehmen. Die Geometrie der Überschüttung ist in nachfolgender Skizze 1 dargestellt. Die Überschüttung ist zu belassen bis die, über die einzubauenden Setzungspegel zu messenden, Setzungen abgeklungen sind. Hierzu ist von einem Zeitraum von 50 Tagen auszugehen.



Skizze 1: Geometrie der Überschüttung

Bei höheren Dämmen stellen sich Setzungen bereits beim Bau der Dämme ein. Erfahrungsgemäß sind die Setzungen bis zur Fertigstellung der Dämme nahezu abgeklungen.

## 6.9 Einschnitte

Die Einschnittsböschungen können innerhalb der oberflächennah anstehenden Lockerböden und den darunter anstehenden mehr oder weniger verwitterten Festgesteine mit einer Böschungsneigung von 1:1,5 hergestellt werden.

Für den Fall, dass im Zuge der Bauausführung in den Einschnittböschungen Wasseraustritt angetroffen werden, empfiehlt sich der Einbau von Sickerstützscheiben mit Breiten von 1,2m aus grobkörnigen Böden. Die erforderliche Menge wird mit 10 Stück, jeweils mit einer Kubatur von 20m<sup>3</sup> abgeschätzt.

Unmittelbar nach Herstellung der Einschnittböschungen sind diese zur Vermeidung von Erosion mit einer Nassansaat aus standorttypischen Kräutern, Gräsern und Gehölzen zu begrünen.

### **6.10 Frostempfindlichkeit**

Die anstehenden Böden und der anstehende Fels sind nach ZTV E-StB in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) einzustufen.

### **6.11 Entwässerungsmaßnahmen**

Alle Felduntersuchungen zeigen auf, dass das Wasser dauerhaft tiefer als 2 m unter Planum ansteht. Es sind keine über die übliche Straßenentwässerung hinausgehenden Maßnahmen erforderlich.

### **6.12 Planum**

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums empfehlen wir dieses qualifiziert zu verbessern. Für die qualifizierte Bodenverbesserung sollten 3 % Bindemittel (30 kg/m<sup>2</sup>), z.B. Kalk-Zement-Gemisch 30/70 (70 % Zementanteil) bis in eine Tiefe von 0,5m eingefräst werden.

Hierzu kann bei trockener Witterung eine Wasserzugabe erforderlich werden. Zur Ermittlung der genauen Bindemittelart und Bindemittelmenge sowie der erforderlichen Wasserzugabe ist eine Eignungsprüfung zu erstellen.

### **6.13 Versickerungsfähigkeit des Untergrundes**

Für die im Trassenbereich in Oberflächennähe anstehenden sandig/kiesigen Bodenbereiche kann zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen der vom IB Brabant empfohlene Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 5 \times 10^{-6}$  m/s angenommen werden.

Bei anstehenden bindigen/tonigen Böden ist von sehr geringen Durchlässigkeitsbeiwerte ( $k_f < 10^{-7}$  m/s) auszugehen.

## 7 Bauwerke

### 7.1 BW 0-1: Brücke B289 über die DB bei Mainroth, Bau-km 0+843

#### Allgemeines

Im Bereich des Bauwerks über die Bahntrasse bei ca. Bau-km 0+843 wurden im Rahmen des 2. Erkundungsprogrammes (März 2011 bis April 2011) die Kernbohrungen BK 24 und BK 25 bis in Tiefenlagen von 26,6 m (BK 24) bis 25,5 m (BK 25) abgeteuft. Darüber hinaus wurden die schweren Rammsondierungen DPH 24 (Tiefe: 7,5 m) und DPH 25 (Tiefe: 5,9 m) durchgeführt.

#### Grundwasser

In der nachfolgenden **Tabelle 10** sind die Grundwasserstandsmessungen mitgeteilt.

**Tabelle 10:** Grundwasserstandsmessungen bei Brücke ca. Bau-km 1+065

Aufschluss	Datum	Höhe unter GOK [m]	Höhe [müNN]
BK 24 (nordwestl. Brücken-WL)	05.04.2011	4,00 (angebohrt)	281,59 (angebohrt)
		2,05 (angestiegen)	283,54 (angestiegen)
BK 25 (südöstl. Brücken-WL)	29.03.2011	3,00 (angebohrt)	281,56 (angebohrt)
		1,80 (angestiegen)	282,76 (angestiegen)

Nach der durchgeführten Grundwasseruntersuchung aus der Bohrung BK 25 ist die untersuchte Grundwasserprobe nicht betonangreifend gemäß DIN 4030 – Teil 1 (Ausgabe: 1991) bzw. keiner Expositionsklasse gemäß EN 206-1: 2000 einzustufen.

#### Gründung

Infolge der tief liegenden tragfähigen Bodenschichten und der hohen Grundwasserstände sowie der unterschiedlichen Tragfähigkeitseigenschaften der grob- und gemischtkörnigen Quartären Ablagerungen, welche ein unterschiedliches Setzungsverhalten aufweisen, wird eine Tiefgründung im Homogenbereich X1 auf Bohrpfählen gemäß DIN 1054 bzw. DIN 1536 empfohlen.

Die Festgesteinsoberkante des Homogenbereichs X1 steht wie folgt an:

nordwestl. Brücken-WL (BK 24) ab ca. 7,5 m unter GOK = 278,1 müNN  
 südöstl. Brücken-WL (BK 25) ab ca. 6,0 m unter GOK = 278,55 müNN

Für die Bemessung einer Bohrpfahlgründung im Fels, können die Werte der Tabelle 11 angesetzt werden.

**Tabelle 11:** Pfahlmantelreibung und Spitzendruck für bezogene Pfahlkopfsetzung  $s/D=0,02$  (Bruchwerte)

Bodenzone	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
B1	0,08	-
X1	0,20	2,5

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 Wasser im Bohrloch im Kontraktorverfahren zu betonieren. Die Bohrpfähle sind unter Wasserauflast herzustellen.

Die Bohrpfahlgründung ist durch einen Geotechnischen Sachverständigen abzunehmen.

Die Angaben der DIN 1054 und DIN 1536 sind zu beachten.

Bei der Herstellung der Pfähle sind die Pfähle vom Sachverständigen abnehmen zu lassen.

Baugrube

Aufgrund des hohen Grundwasserstandes wird empfohlen die Baugruben mit einem wasserundurchlässigen Verbau (z.B. Spundwandkasten) zu sichern. Es wird eine dichte Baugrubenumschließung aus Spundwänden mit Schloss und ein Absetzen der Spundwände im Homogenbereich X1 empfohlen.

Um die Eignung der einzusetzenden Rammleinrichtungen und der gewählten Spundwandprofile nachzuweisen, wird vorab eine Proberammung empfohlen. Eventuell ist ein Vorbohren oder Austauschbohrungen notwendig.

Innerhalb des Verbaus ist eine offene Wasserhaltung vorzusehen.

Damit eine geringe Erschütterungswirkung auf die Gleisanlage gewährleistet wird, wird empfohlen die Spundwände mittels Pressen einzubringen.

Für den Entwurf und die Bemessung der Baugrubensicherungen sind die DIN 4124 und die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB)“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) in aktueller Fassung zu berücksichtigen. Alle Verbaukonstruktionen sind statisch nachzuweisen.

## 7.2 Überführungsbauwerk BW 2-1

Das Überführungsbauwerk BW 2-1 wird in einem separaten Geotechnischen Bericht betrachtet. Es wird auf diesen Geotechnischen Bericht [8] verwiesen.

## 7.3 BW 3-3: Brücke B 289 über die DB bei Fassoldshof, Bau-km 3+859

### Allgemeines

Im Bereich des Bauwerks B 289 über die DB bei Fassoldshof standen die Kernbohrungen BK 29 und BK 30 zur Verfügung. Die Kernbohrungen wurden bis in Tiefenlagen von 25,4 m (BK 29) bzw. 25,0 m (BK 30) abgeteuft. Darüber hinaus wurden die schweren Rammsondierungen DPH 29 (Tiefe: 6,8 m) und DPH 30 (Tiefe: 3,6 m) durchgeführt.

### Grundwasser

In der nachfolgenden **Tabelle 12** werden die Ergebnisse der Grundwasserstandsmessungen mitgeteilt.

**Tabelle 12:** Grundwasserstandsmessungen bei Brücke ca. Bau-km 4+080

Aufschluss	Datum	Höhe unter GOK [m]	Höhe [müNN]
BK 29 (westl. Brücken-WL)	21.03.2011	2,50 (angebohrt)	284,29 (angebohrt)
		0,80 (angestiegen)	285,99 (angestiegen)
BK 30 (östl. Brücken-WL)	24.03.2011	2,00 (angebohrt)	284,65 (angebohrt)
		0,46 (angestiegen)	286,19 (angestiegen)

Nach der durchgeführten Grundwasseruntersuchung aus der Bohrung BK 29 ist die untersuchte Grundwasserprobe nicht betonangreifend gemäß DIN 4030 – Teil 1 (Ausgabe: 1991) bzw. keiner Expositionsklasse gemäß EN 206-1: 2000 einzustufen.

Gründung

Infolge der tief liegenden tragfähigen Bodenschichten und der hohen Grundwasserstände sowie der unterschiedlichen Tragfähigkeitseigenschaften der grob- und gemischtkörnigen Quartären Ablagerungen, welche ein unterschiedliches Setzungsverhalten aufweisen, wird eine Tiefgründung im Homogenbereich X1 auf Bohrpfählen gemäß DIN 1054 bzw. DIN 1536 empfohlen.

Die Festgesteinsoberkante des Homogenbereichs X1 steht wie folgt an:

westl. Brücken-WL (BK 29) ab ca. 6,8 m unter GOK = 280,0 müNN

östl. Brücken-WL (BK 30) ab ca. 3,7 m unter GOK = 282,95 müNN

Für die Bemessung einer Bohrpfahlgründung im Fels, können die Werte der **Tabelle 13** angesetzt werden.

**Tabelle 13:** Pfahlmantelreibung und Spitzendruck für bezogene Pfahlkopfsetzung  $s/D=0,02$  (Bruchwerte)

Bodenzone	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
B1	0,08	-
X1	0,20	2,5

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 Wasser im Bohrloch im Kontraktorverfahren zu betonieren. Die Bohrpfähle sind unter Wasserauflast herzustellen.

Die Bohrpfahlgründung ist durch einen Geotechnischen Sachverständigen abzunehmen.

Die Angaben der DIN 1054 und DIN 1536 sind zu beachten.

Bei der Herstellung der Pfähle sind die Pfähle vom Sachverständigen abnehmen zu lassen.

### Baugrube

Aufgrund des hohen Grundwasserstandes wird empfohlen die Baugruben mit einem wasserundurchlässigen Verbau (z.B. Spundwandkasten) zu sichern. Es wird eine dichte Baugrubenumschließung aus Spundwänden mit Schloss und ein Absetzen der Spundwände im Homogenbereich X1 empfohlen.

Um die Eignung der einzusetzenden Rammeinrichtungen und der gewählten Spundwandprofile nachzuweisen, wird vorab eine Proberammung empfohlen. Eventuell ist ein Vorbohren oder Austauschbohrungen notwendig.

Innerhalb des Verbaus ist eine offene Wasserhaltung vorzusehen.

Für den Entwurf und die Bemessung der Baugrubensicherungen sind die DIN 4124 und die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB)“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) in aktueller Fassung zu berücksichtigen. Alle Verbaukonstruktionen sind statisch nachzuweisen.

## 8 Schlussbemerkung

Im vorliegenden Bericht erfolgt eine Beschreibung der Baugrund und Grundwassersituation aufgrund der Ergebnisse von Aufschlussbohrungen, Rammsondierungen und Laborversuchen. Anhand der Ergebnisse werden Empfehlungen zur Herstellung des Erdbaus mitgeteilt.

Die Untergrundverhältnisse wurden nur punktwise aufgeschlossen, bei Abweichungen von den dargestellten Verhältnissen sowie bei auffälligen Funden (Geruch, Aussehen) bitten wir um Benachrichtigung.

Für die Beantwortung möglicher, ergänzender geotechnischer Fragestellungen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

LGA Bautechnik GmbH

Verkehrswegebau

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'D. Straußberger'.

Dipl.-Ing. (FH) Dieter Straußberger  
Abteilungsleiter Verkehrswegebau

Bearbeiter:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'V. Saft'.

M. Sc. Victoria Saft