

## Geotechnischer Entwurfsbericht

Nr. 23V20071  
Datum: 09.06.2026

**Auftraggeber:** Die Autobahn GmbH des Bundes  
Niederlassung Nordbayern  
Flaschenhofstraße 55  
90402 Nürnberg

**Projekt:** BAB A3/A81 Umbau des Autobahndreiecks Würzburg West

**Inhalt des Auftrages:** Erstellung eines Geotechnischen Entwurfsberichts für das  
**Bauwerks 451d**

**Bearbeiterin:** M. Sc. Victoria Saft

**Telefon Nr.:** +49 (0) 0911 81771 413

**E-Mail:** victoria.saft@lga.de

Dieser Gutachten umfasst 18 Seiten und 5 Anlagengruppen.

Dieses 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.

LGA Bautechnik GmbH  
Tillystraße 2  
90431 Nürnberg  
  
Tel. +49 911 81771-400  
Fax +49 911 81771-419  
Mail verkehrswegebau@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)

## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung .....	3
2	Unterlagen.....	4
3	Baugrunderkundung .....	4
3.1	Feldaufschlüsse .....	4
3.2	Wasserstände .....	5
4	Laborversuche.....	5
4.1	Geotechnische Laborversuche .....	5
4.2	Umweltrelevante Laborversuche .....	5
4.3	Grundwasseranalysen .....	6
5	Geologie und Hydrogeologie .....	6
6	Baugrund und Grundwasserverhältnisse.....	7
7	Homogenbereiche .....	8
8	Folgerungen .....	9
8.1	Geotechnische Kategorie.....	9
8.2	Erdbebenzone.....	10
8.3	Charakteristische Boden- und Felskennwerte .....	10
8.4	Geotechnische Kennwerte der Homogenbereiche.....	11
8.5	Umweltrelevante Inhaltsstoffe .....	12
8.6	Erdbautechnisches und umwelttechnisches Stoffstrommanagement.....	13
9	Sanierung des Bauwerks .....	13
9.1	Bauwerk.....	13
9.2	Statik.....	14
9.2.1	Statik Trog Nord.....	14
9.2.2	Statik Trog Süd.....	15
9.2.3	Statische Berechnung Gewölbe und Portalwände .....	15
10	Zusammenfassung .....	16
11	Schlussbemerkung .....	17
	Anlagenverzeichnis.....	18

## 1 Veranlassung

Die Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Nordbayern, plant den Umbau des Autobahndreiecks Würzburg West. Im Zuge dieses Neubaus werden die Rampenbauwerke BW451b und BW451c komplett neu in neuer Lage errichtet, dass Bauwerke BW451d soll saniert werden, dass BW452a wird an gleicher Stelle neu errichtet. In unmittelbarer Nähe zum Autobahndreieck Würzburg West liegt ca. 2 km südlich die Anschlussstelle Gerchsheim der A81.

Der vorliegende Geotechnische Entwurfsbericht wurde von der Niederlassung Nordbayern veranlasst und beinhaltet die Sanierung des BW 451d.

Die LGA Bautechnik GmbH wurde beauftragt, die Feldaufschlüsse zu betreuen und einen Geotechnischen Entwurfsbericht zu verfassen.

Die Beschreibung des Trennflächengefüges von Fels im Gutachten 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 von Fels

DIN EN ISO 14689-1			FGSV-Felsmerkblatt für den Straßenbau		
Bezeichnung Schichten	Bezeichnung Klüfte	Abstand [cm]	Abstand [cm]	Bezeichnung Schichten	Bezeichnung Klüfte
sehr dick (-schichtig)	sehr weitständig	≥ 200			
dick (-schichtig)	weitständig	60 bis 200	>60	massig	kompakt
mittel (-schichtig)	mittelständig	20 bis 60	30 bis 60	dickbankig	schwach klüftig
dünn (-schichtig)	engständig	6 bis 20	10 bis 30	dünnbankig	klüftig
sehr dünn (-schichtig)	sehr engständig	2 bis 6	5 bis 10	dickplattig	stark klüftig
grob laminiert	außerordentlich	0,6 bis 2	1 bis 5	dünnplattig	sehr stark klüftig
fein laminiert	engständig	≤ 0,6	<1	blätterig	

## 2 Unterlagen

- [1] Bestandszeichnung, M 1:100, Stand: unbekannt, übermittelt durch die Autobahn GmbH des Bundes
- [2] Entwurfsplanung (Grundriss, Schnitte, Details), M 1:100/50, Stand 17.10.2025, übermittelt durch die Autobahn GmbH des Bundes
- [3] Digitale Geologische Karte von Bayern, Blatt 6224 Helmstadt, M 1:25.000, vom Bayrischen Geologischen Landesamt
- [4] 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“,
- [5] 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“
- [6] DIN 1054:2010-12: „Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“
- [7] ZTV E-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017,
- [8] DIN 18300:2015-08: Erdarbeiten
- [9] Statik Trog Nord, Stand 01.06.2026, übermittelt durch die Autobahn GmbH des Bundes
- [10] Statische Berechnung Gewölbe und Portalwände, Stand 20.04.2026, übermittelt durch die Autobahn GmbH des Bundes
- [11] Statik Trog Süd, Stand 01.06.2026, übermittelt durch die Autobahn GmbH des Bundes

## 3 Baugrunderkundung

### 3.1 Feldaufschlüsse

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse für das Bauwerk 451d wurden insgesamt 4 Erkundungsbohrungen (Probendurchmesser > 100 mm) und 4 Sondierungen mit der schweren Rammsonde ausgeführt. Folgende Aufschlüsse wurden für die Beurteilung des Bauwerks herangezogen:

**Tabelle 2:** Vermessungsdaten zu den Baugrundaufschlüssen

Bohrung	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m NHN]	Tiefe [m]
BW451d_B01	4342457,26	5514395,92	275,89	41,40
BW451d_B02	4342494,27	5514454,59	291,75	40,00
BW451d_B03	4342464,21	5514463,41	290,19	40,00
BW451d_B04	4342481,42	5514480,65	277,09	40,00

Die Lagen der Erkundungsbohrungen können dem Lageplan in **Anlage 1** entnommen werden. Ein Längsschnitt mit den ausgewählten Bohrungen (BW451d\_B01 und BW451d\_B03) und den Sondierungen mit der schweren Rammsonde können der **Anlage 2** entnommen werden.

Die Baugrundaufschlüsse können der **Anlage 3** entnommen werden. Wasserstände und Grenzen der Homogenbereiche liegen als **Anlage 3.3 und Anlage 4** dem Geotechnischen Entwurfsbericht bei. Die detaillierte Baugrundsichtung und Einteilung der Homogenbereiche kann den Baugrundaufschlüssen entnommen werden.

### 3.2 Wasserstände

Es wurden Grundwasserstände zwischen 249,0 m NHN und 270,05 m NHN dokumentiert. Die während der Baumaßnahme angetroffenen Grundwasserstände, sowie die Bemessungswasserstände und der höchst zu erwartende Grundwasserstand im Sinne der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) können der **Anlage 3.3** entnommen werden.

## 4 Laborversuche

### 4.1 Geotechnische Laborversuche

Es wurden keine geotechnischen Laborversuche durchgeführt.

### 4.2 Umweltrelevante Laborversuche

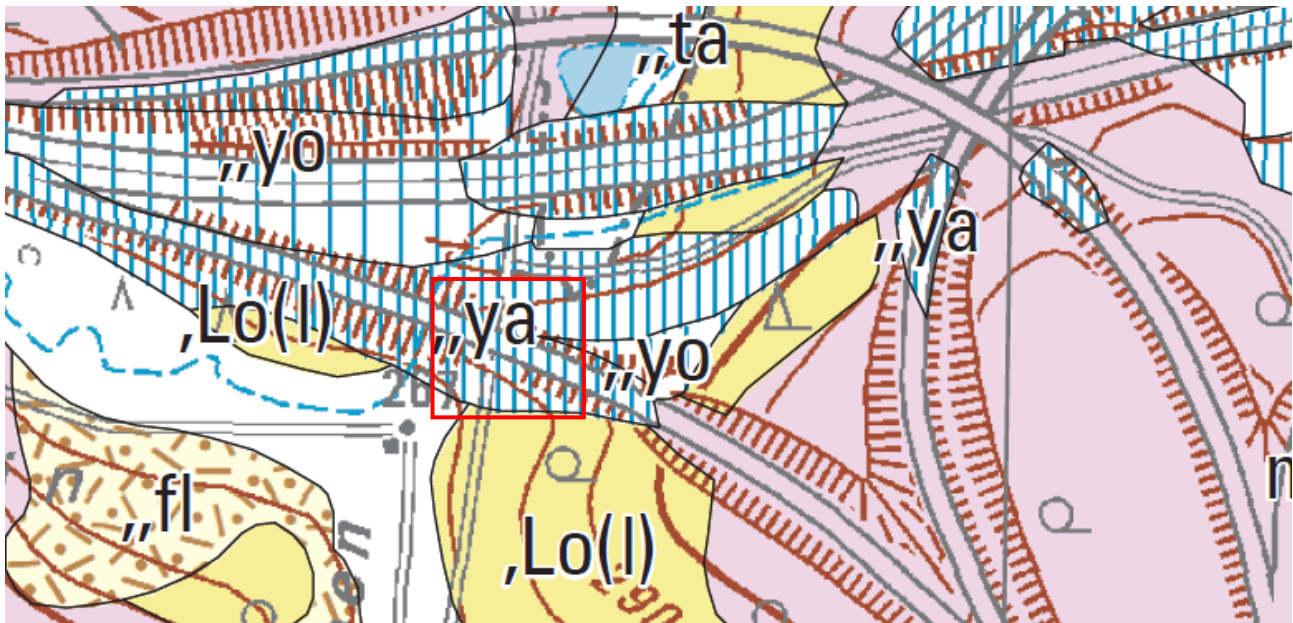
Zur orientierenden Einstufung auf umweltrelevante Inhaltsstoffe der anstehenden Böden wurden aus den Bohrungen Proben entnommen und gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV) untersucht und durch Grenzwertvergleich bewertet.

Die Beurteilung der Ergebnisse erfolgt in Kapitel 8.5 „Umweltrelevante Inhaltsstoffe“. Die Zusammenstellung der chemischen Untersuchungen mit Auswertung durch Grenzwertvergleich liegt als **Anlagengruppe 5** bei.




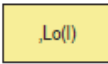
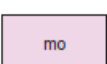
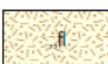
### 4.3 Grundwasseranalysen

Entlang des Autobahnkreuzes A3/A81 wurden aus drei bestehenden Grundwasserstellen repräsentative Grundwasserproben entnommen und hinsichtlich der betonangreifenden Eigenschaften nach DIN 4030 untersucht. Die entnommenen Wasserproben können nach der Untersuchung der Betonaggressivität gemäß DIN 4030 als nicht betonangreifend eingestuft werden. Die Prüfberichte der Grundwasseranalysen können der **Anlagengruppe 5** entnommen werden.

## 5 Geologie und Hydrogeologie



**Abbildung 1:** Auszug aus der Geologischen Karte von Bayern

	Künstlich verändertes Gelände Abtragung wechselnd mit Ablagerung Quartär, Holozän		Talfüllung, polygenetisch Lehm oder Sand, z. T. kiesig, Lithologie in Abhängigkeit vom Einzugsgebiet Quartär, Pleistozän bis Holozän
	Künstliche Ablagerung Auffüllung, Aufschüttung, Aufspülung Quartär, Holozän		Löß oder Lößlehm Schluff, feinsandig, karbonatisch oder Schluff, tonig, feinsandig, karbonatfrei Quartär, Pleistozän
	Oberer Muschelkalk, ungegliedert Wechselagerung von Kalk-, Ton- und Tonmergelstein, häufig Fossilien führend Trias, Mitteltrias		Fließerde Lehm, sandig, oft lagenweise steinig bis blockig Quartär, Pleistozän

Das Baugebiet weist teilweise künstliche Auffüllungen (z.B. Hinterfüllung, BAB-Dämme) auf. Diese werden von den Verwitterungs- und Umlagerungsprodukten unterlagert. Die Festgesteine sind dem Oberen Muschelkalk in Form von Kalk-, Ton- oder Tonmergelstein zuzuordnen.

Der Obere Muschelkalk ist als Kluft-(Karst-)Grundwasserleiter einzustufen.

Aus dem Baugebiet sind keine Geogefahren bekannt.

Das Bauwerk BW451d liegt im Wasserschutzgebiet Zone IIIb. Die Baumaßnahme muss vorab mit der zuständigen Wasserbehörde angestimmt werden.

## 6 Baugrund und Grundwasserverhältnisse

Die Baugrundbeschreibung stellt eine Interpretation der Baugrundaufschlüsse unter Berücksichtigung der regionalen Geologie dar. Die detaillierte Beschreibung der einzelnen Schichten in den Bohrsäulen gibt die genauen Baugrundverhältnisse im jeweiligen Aufschlusspunkt wieder.

Die Boden- und Felsbeschreibung erfolgt in Anlehnung an die geltenden Normen sowie an das Merkblatt über Felsgruppenbeschreibung für bautechnische Zwecke im Straßenbau. Die genauen Grundwasserdaten sind den jeweiligen Bohrprofilen, dem Kapitel 3.2 und der Anlage 3.3 zu entnehmen.

Der Oberboden ist nicht Bestandteil des Geotechnischen Entwurfsberichts.

Der Homogenbereich B1 (Auffüllungen) besteht aus schwach organischen, steifen bis halbfesten Tonen, halbfesten Schluffen, Kiesen und Steinen mit unterschiedlichen Nebenbestandteilen. Bei den Steinen wurden vereinzelt steife bis halbfeste Tone zwischengelagert. Außerdem wurden teilweise anthropogene Beimengungen aufgeschlossen.

Der Homogenbereich B3 (Verwitterungsschutt) weist Wechsellagerungen zwischen steifen bis halbfesten Schluffe mit verschiedenen Nebenbestandteile und feste bzw. harte Mergel- und Kalksteine auf. Weiterhin wurden steife bis halbfeste Tone, Kiese und Steine mit steifen bis halbfesten Schlufflagen aufgeschlossen. Die Tone wiesen unterschiedliche Nebenbestandteile auf.

Darunter folgt der Homogenbereich X2 (Oberer Muschelkalk) aus blättrigen bis dünnplattigen, sehr stark klüftigen, festen Tonstein, blättrigen, sehr stark klüftigen, festen Schluffstein, dickplattigen bis dünnbankigen, stark klüftigen bis klüftigen, harten bis sehr harten Mergelstein, dünnbankigen, klüftigen, sehr harten Kalksandstein und dünnbankigen, klüftigen, harten Kalkstein. Vereinzelt können kiesige, steinige, halbfeste bis feste Schluffe mit harten Kalksteinlagen aufgeschlossen werden.

Der Homogenbereich X3 (Mittlerer Muschelkalk) besteht aus blättrigen bis dünnplattigen, sehr stark klüftigen, festen Tonstein, blättrigen bis dünnplattigen, sehr stark klüftigen, festen Schluffstein, dünnplattigen bis dünnbankigen, stark klüftigen, harten Kalkstein mit festen Mergelstein- und Schluffsteinlagen.

Die Mächtigkeiten und die räumliche Verteilung der Homogenbereiche können dem Kapitel 7 entnommen werden. Die Unterteilungen der Bohrungen in den jeweiligen Homogenbereich sind in **Anlage 4** dargestellt.

Die zwischen 249,0 m NHN bis 270,05 m NHN mitgeteilten Grundwasserstände sind auf die Bohrwasserstände zurückzuführen. Einzelheiten können der **Anlagengruppe 3** entnommen werden.

## 7 Homogenbereiche

Der untersuchte Bereich am Autobahnkreuz A3/A81 wurde in 6 Homogenbereich definiert. Im Bereich des BW's 451d wurden die nachfolgend beschriebenen Homogenbereiche erkundet. Zwischen den Bohrungen wurden die Homogenbereiche zu einem Baugrundmodell interpoliert. Dies gilt für die Bildung der Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300 und für Bohrarbeiten nach DIN 18301.

Die Bohrungen (BW451d B01 und BW451d B03) und Homogenbereiche sind in einem Schnitt (Anlage 2) dargestellt.

Der Oberboden hat im Mittel eine Mächtigkeit von 0,2 m. Der Oberboden ist nicht Gegenstand des Geotechnischen Entwurfsberichts.

### Homogenbereich B1: Auffüllungen

Der Homogenbereich B1 beinhaltet die Auffüllungen und wurde abgesehen von der Bohrung BW451d B01 in allen Bohrungen erkundet. Die Auffüllungen bestehen aus schwach sandigen, kiesigen, schwach steinigen bis steinigen, schwach organischen, steifen bis halbfesten Tonen, sandigen, steinigen, halbfesten Schluffen, schwach bindigen bis bindigen, sandigen, steinigen Kiesen und schwach sandigen, kiesigen, schwach bindigen, Steinen. Bei den Steinen wurden vereinzelt steife bis halbfeste Tone zwischengelagert. Außerdem wurden teilweise anthropogene Beimengungen (z.B. Beton, Kantenlängen <0,5 m) aufgeschlossen. Die Mächtigkeit liegt zwischen 1,4 m bis 3,7 m. Der Homogenbereich B1 wies überwiegend mitteldichte bis dichte Lagerungsverhältnisse auf. Die Sondierungen mit der schweren Rammsonde kamen im Auffüllungsbereich zum Erliegen.

### Homogenbereich B2: Umlagerung

Der Homogenbereich B2 wurde nicht aufgeschlossen.

### Homogenbereich B3: Verwitterungsschutt

Der Homogenbereich B3 beschreibt den Verwitterungsschutt der im Untersuchungsgebiet anstehenden Gesteine. Dieser Homogenbereich wurde in den Bohrungen BW451d B01 und BW451d B04 angetroffen. Dieser besteht aus sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen, steifen bis halbfes-

ten Tonen, schwach sandigen, kiesigen bis stark kiesigen, schwach steinigen bis stark steinigen, halbfesten Schluffen, Kiese /Steine mit steifen bis halbfesten Schlufflagen und Wechsellagerungen aus festen bzw. harten Kalk-/Mergelstein. Beim Homogenbereich B3 wurden Mächtigkeiten zwischen 7,4 m bis 14,3 m erkundet. Im Norden wurden höhere Mächtigkeiten als im Süden aufgeschlossen. Nach den Ergebnissen der Sondierungen mit der schweren Rammsonde wurden Lagerungsdichten im mitteldicht bis dicht gelagerten Bereich dokumentiert. Die Sondierung mit der schweren Rammsonde kam im Bereich des Homogenbereichs B3 zum Erliegen.

#### Homogenbereich X1: Unterer Keuper

Der Homogenbereich X1 wurde nicht aufgeschlossen.

#### Homogenbereich X2: Oberer Muschelkalk

Der Homogenbereich X2 kennzeichnet blättrige bis dünnplattige, sehr stark klüftige, feste Tonsteine, blättrige, sehr stark klüftige, feste Schluffsteine, dickplattige bis dünnbankige, stark klüftige bis klüftige, harte bis sehr harte Mergelsteine, dünnbankige, klüftige, sehr harte Kalksandsteine und dünnbankige, klüftige, harte Kalksteine. Vereinzelt können kiesige, steinige, halbfeste bis feste Schluffe mit harten Kalksteinlagen aufgeschlossen werden. Vereinzelt wurden stark kiesige, steinige, halbfeste bis feste Schluffe mit harten Kalksteinlagen aufgeschlossen. Abgesehen von der Bohrung BW451d B04 wurde der Homogenbereich X2 bei allen Bohrungen aufgeschlossen. Diese wiesen Mächtigkeiten zwischen 12,3 m bis 31,8 m auf.

#### Homogenbereich X3: Mittlerer Muschelkalk

Der in allen Bohrungen vorkommenden Homogenbereich X3 besteht aus blättrigen bis dünnplattigen, sehr stark klüftigen, festen Tonstein, blättrigen bis dünnplattigen, sehr stark klüftigen, festen Schluffstein, dünnplattigen bis dünnbankigen, stark klüftigen, harten Kalkstein mit festen Mergelstein- und Schluffsteinlagen. Dieser wies Mächtigkeiten über 24,2 m auf.

Eine Einteilung sowie die Mächtigkeiten der einzelnen Homogenbereiche aller Bohrungen kann der **Anlage 4** entnommen werden.

## **8 Folgerungen**

### **8.1 Geotechnische Kategorie**

Aufgrund der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse ist die Maßnahme gemäß DIN EN 1997-1:2009-09 in die Geotechnische Kategorie 2 einzustufen.

## 8.2 Erdbebenzone

Das Untersuchungsgebiet ist nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (vormals DIN 4149:2005-04) keiner Erdbebenzone zugewiesen.

## 8.3 Charakteristische Boden- und Felskennwerte

Für die erdstatischen Berechnungen können die in **Tabelle 3** mitgeteilten charakteristische Boden- und Felskennwerte der Schichten des anstehenden Baugrunds angesetzt werden.

**Tabelle 3:** charakteristische Boden- und Felskennwerte

Baugrund	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi^{1)}$ [Grad]	$c^{2)}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	kf [m/s]	Bodenklassen	
						DIN 18300 <sup>3)</sup>	DIN 18300 <sup>3)</sup>
Homogenbereich B1	19 / 9	27,5 – 30,0	0 – 10	10 – 40	$1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-9}$	3,4,5	BN1, BN2, BB2, BB3, BS1
Homogenbereich B2	nicht aufgeschlossen						
Homogenbereich B3	21 / 11	27,5 – 30,0	10 – 20	30 – 80	$1 \cdot 10^{-7}$ – $1 \cdot 10^{-9}$	4,5,6	BN1, BN2, BB2, BB3, BS1, FV2, FD2, FD3
Homogenbereich X1	nicht aufgeschlossen						
Homogenbereich X2	23	30,0 - 32,5	> 50	80 - 200	$1 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-10}$	6,7	FV1-FV5, FD1 bis FD3
Homogenbereich X3	23	32,5 – 40,0	> 80	100 – 250	$1 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-10}$	6,7	FV2-FV5, FD2-FD4

<sup>1)</sup> Für Bauzustände ist der untere Wert anzusetzen, für den Endzustand ist maximal der obere Wert gültig.

<sup>2)</sup> Für Bauzustände ist maximal der obere Wert anzusetzen, im Endzustand ist der untere Wert anzusetzen.

<sup>3)</sup> Informativ nach DIN 18300:2012-09 bzw. DIN 18301:2012-09

## 8.4 Geotechnische Kennwerte der Homogenbereiche

In den nachfolgenden **Tabellen 4 und 5** sind die für Erdarbeiten nach DIN 18300 und für Bohrarbeiten nach DIN 18301 anzugebenden Kennwerte für die Homogenbereiche zusammengestellt.

**Tabelle 4:** Kennwerte für Homogenbereiche im Erdbau, Boden

Nr.	Kennwert / Parameter	Norm	Homogenbereich B1	Homogenbereich B3
0	Ortsübliche Bezeichnung	-	Ton, Schluff, Kies, Steine	Ton, Schluff, Kies, Stein, Kalk-/Mergelstein
1	Bodengruppe	DIN 18196	[TL/UL], [TM/UM], [GU/GT], [GU*/GT*], [GW], [GE], [X]	TL/TM, UL/UM, GE, GW, X
2	Stein-/ Blockanteil	DIN 14688	Steinanteil 5 % – 20 % Blockanteil <5%	Steinanteil 5 % - 25 % Blockanteil 5% - 10 %
3	Korngrößenverteilung	DIN 18123 DIN 14688	Ton, schwach sandig, kiesig bis Steine, schwach bindig, schwach sandig, kiesig	Ton, sandig, schwach kiesig bis Steine
4	Feuchtdichte	DIN 18125 DIN 17892	1,8 - 2,2 t/m <sup>3</sup>	1,9 - 2,3 t/m <sup>3</sup>
5	Lagerungsdichte	DIN 14688 DIN 18126	mitteldicht, dicht	mitteldicht, dicht
6	Konsistenzen	DIN EN ISO 17892-12	steif bis halbfest	steif bis halbfest
7	Plastizitätszahl	DIN EN ISO 17892-12	10 – 30 %	10 – 30 %
8	Wassergehalte	DIN 17892	10 – 30 %	10 - 20 %
9	undränierete Scherfestigkeit	DIN 4094-4 DIN 18137	60 – 230 kN/m <sup>2</sup>	80 – 250 kN/m <sup>2</sup>
10	Organischer Anteil	DIN 18128	schwach organisch	nicht organisch
11	Kohäsion	DIN 18137-1 DIN 18137-2 DIN 18137-3	0 – 10 kN/m <sup>2</sup>	10 – 20 kN/m <sup>2</sup>
12	Abrasivität	NF P18 578	kaum abrasiv bis abrasiv	kaum abrasiv bis abrasiv

**Tabelle 5:** Kennwerte für Homogenbereiche im Erdbau, Fels

Nr.	Kennwert / Parameter	Norm	Homogenbereich X2	Homogenbereich X3
1	Petrographische Bezeichnung	DIN 14689	Tonstein, Schluffstein, Mergelstein, Kalksandstein, Kalkstein	Tonstein, Schluffstein, Kalkstein, Mergelstein
2	Dichte	DIN 18125	2,1 – 2,4 t/m <sup>3</sup>	2,2 – 2,6 t/m <sup>3</sup>
3	Trennflächengefüge	DIN 14689	außerordentlich engständig – engständig	außerordentlich engständig – engständig
		M Fels	blättrig – dünnbankig, sehr stark klüftig bis klüftig	blättrig – dünnbankig, sehr stark klüftig bis stark klüftig
4	Verwitterungsgrad	DIN 14689	stark bis schwach verwittert	schwach verwittert bis frisch
5	Einaxiale Druckfestigkeit	DIN 14689, DGGT E1	10 – 100 MN/mm <sup>2</sup>	20 – 250 MN/mm <sup>2</sup>
6	Abrasivität	DGGT-Empfehlung Nr. 23	kaum abrasiv bis abrasiv	schwach abrasiv bis stark abrasiv

## 8.5 Umweltrelevante Inhaltsstoffe

Die durchgeführten Untersuchungen dienen bei Planung der Maßnahmen als Anhaltspunkt für die zu erwartenden chemischen Belastungen im Baubereich. Sie stellen eine orientierende chemische Untersuchung dar.

Es wurden insgesamt 2 Proben gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV) und 2 Proben nach Deponieschutzverordnung (DepV) untersucht. Die Untersuchungsergebnisse sind in der **Tabelle 6** zusammengestellt.

**Tabelle 6:** Untersuchungsergebnisse

Bohrung (Tiefe [m])	Homogenbereich	EBV	DepV	einstufungsrelevante Parameter
BW 451d_B02 (0,2 – 2,0)	B1	BM-0	DK0	-
BW 451d_B03 (17,8 – 18,0)	X2	BM-0	DK0	-

Für eine Abgabe an Dritte sind weiterführende Haufwerksbeprobungen vorzusehen.

Die Zusammenstellung der chemischen Untersuchungen mit Auswertung durch Grenzwertvergleich liegt als **Anlagengruppe 5** bei.

Der höchste zu erwartender Grundwasserstand (hzeGW) für die einzelnen Bohrungen ist der **Anlage 3.3** zu entnehmen.

## 8.6 Erdbautechnisches und umwelttechnisches Stoffstrommanagement

Teilweise weisen die bindigen Böden der Homogenbereiche B1 und B3, insbesondere bei Abtrag, während der Feuchtperioden, für den anforderungsgerechten Wiedereinbau zu hohe Wassergehalte auf und müssen deshalb für den Einbau durch Einfräsen von Bindemittel qualifiziert verbessert werden.

Der Bedarf an Bindemittel wird mit 3 – 5 % ( $60 \text{ kg/m}^3$  -  $100 \text{ kg/m}^3$ ), z.B. eines Kalk-Zement-Gemisch 30/70 (70 % Zementanteil) abgeschätzt. Zur Ermittlung der genauen Bindemittelart und -menge sowie der erforderlichen Wasserzugabe sind im Zuge der Bauausführung Eignungsprüfungen zu erstellen.

Durch die orientierenden Untersuchungen auf Umweltrelevante Inhaltsstoffe wurden in den Homogenbereichen B1 und X1 keine Verunreinigung festgestellt. Eine **orientierende** Abschätzung ist in **Tabelle 6** mitgeteilt.

Vorbehaltlich der bei der Bauausführung erforderlichen Haufwerksbeprobungen kann das Material uneingeschränkt eingebaut werden.

## 9 Sanierung des Bauwerks

### 9.1 Bauwerk

Das bestehende Bauwerk wurde flach gegründet. Nach den Unterlagen weist das Bauwerk eine Gesamtlänge (Tunnelbreite) von 10,11 m und eine Breite zwischen den Geländern (Tunnellänge) von 60,0 m auf. Die Lichte Höhe beträgt 7,75 m.

Nach der Vorplanungsunterlage [2] ist für die Sanierung des Bauwerks BW451d eine neue Innenschale ( $d = 0,5 \text{ m}$ ) innerhalb des Bauwerks geplant. Weiterhin sollen beidseitig neue Portalschalen ( $d = 0,7 \text{ m}$ ) angebaut und die Fahrbahnen im Bereich der Portale angeglichen werden. Das Angleichen der Fahrbahn wird nach jetzigem Stand 1,0 m betragen.

Nach den Untersuchungen gründet das Bauwerk in den Homogenbereichen B3 und X2. Folgende aufnehmbare Sohldrücke können gemäß DIN 1054:2005-1 bzw. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes gemäß DIN 1054:2010-12 angesetzt werden.

**Tabelle 7:** Kennwerte für die Flachgründung

Homogenbereiche	Bemessungswerte des Sohlwiderstands, $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	aufnehmbarer Sohldruck, $\sigma_{zul}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
B3	490	350
X2	630	450

Anmerkung: Der Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  enthält eine Teilsicherheit von  $\gamma \approx 1,4$  und entspricht dem aufnehmbaren Sohldruck  $\sigma_{zul}$  gemäß DIN 1054:2005-1.

## 9.2 Statik

Für den Geotechnischen Entwurfsbericht standen Statiken für den Trog Nord [9], Trog Süd [11] und dem Gewölbe und die Portalwände [10] zur Verfügung.

Die nachfolgend mitgeteilten in den Statiken angesetzten Kennwerte entsprechen den Vorgaben des Geotechnischen Untersuchungsberichtes.

### 9.2.1 Statik Trog Nord

$\gamma = 20\text{kN/m}^3$
$\varphi = 30^\circ$
$c = 0\text{kN/m}^2$
$\Rightarrow k_0 = 0,5$
Steife-Modul unter Sohle $E_S = 100\text{MN/m}^2$ (Bohrung B1, Homogenbereich B3 - aufgerundet)

**Abbildung 2:** Bodenkennwerte, Auszug aus der Statik Trog Nord

<b>2.2 <u>Bettungsansatz</u></b>
Sohle: im Auflagerbereich des Trogs
$k_{S,vert} = E_S / (f \cdot b)$ mit $E_S = 100\text{MN/m}^2$ , $b = 2,7\text{m}$ , $f = 1,8$ (Formfaktor)
$= 34,7\text{MN/m}^3$ (Trog)
dazwischen 50%
horizontal jeweils 10% der vertikalen Bettung
<b>2.3 <u>Grundwasserverhältnisse</u></b>
Der Grundwasserstand liegt unter dem Bauwerk. Daher keine Berücksichtigung.

**Abbildung 3:** Bettungsansatz, Auszug aus der Statik Trog Nord

## 9.2.2 Statik Trog Süd

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ $\varphi = 30^\circ$ $c = 0 \text{ kN/m}^2$ $\Rightarrow k_0 = 0,5$ Steife-Modul unter Sohle $E_s = 100 \text{ MN/m}^3$ (Bohrung B1, Homogenbereich B3 - aufgerundet)
--

**Abbildung 4:** Bodenkennwerte, Auszug aus der Statik Trog Süd

<p><b>2.2 Bettungsansatz</b></p> <p>Sohle: im Auflagerbereich des Trogs</p> $k_{s, \text{vert}} = E_s / (f \cdot b) \quad \text{mit } E_s = 100 \text{ MN/m}^3, b = 2,7 \text{ m}, f = 1,8 \text{ (Formfaktor)}$ $= 34,7 \text{ MN/m}^3 \text{ (Trog)}$ <p>dazwischen 50%</p> <p>horizontal jeweils 10% der vertikalen Bettung</p> <p><b>2.3 Grundwasserverhältnisse</b></p> <p>Der Grundwasserstand liegt unter dem Bauwerk. Daher keine Berücksichtigung.</p>
---

**Abbildung 5:** Bettungsansatz, Auszug aus der Statik Trog Süd

## 9.2.3 Statische Berechnung Gewölbe und Portalwände

<p>Da die vorhandene Unterführung ursprünglich in offener Baugrube erstellt und hinterfüllt bzw. überschüttet worden ist, werden für die Last-Ermittlung die Bodenkennwerte des Auffüll-Materials des Bestandsbauwerks herangezogen [2, S. 20], die gut mit den o.g. Kennwerten des B1 und B3 übereinstimmen:</p> $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 \quad \text{(auf der sicheren Seite liegend erhöht ggü. [2])}$ $\varphi = 30^\circ$ $\delta = 0^\circ$ $c = 0 \text{ kN/m}^2$
---

**Abbildung 6:** Bodenkennwerte, Auszug aus der Statik Gewölbe und Portalwände

Gem. [1, Abs. 9.1] gründen die Bauwerke in den Homogenbereichen B3 und X2; für die Berechnung werden folgende Steifemoduli angesetzt:

Steife-Modul im Gewölbe-Bereich  $E_S = 10\text{MN/m}^3$

Steife-Modul unter Sohle  $E_S = 100\text{MN/m}^3$

Homogenbereiche	Bemessungswerte des Sohlwiderstands, $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	aufnehmbarer Sohldruck, $\sigma_{zul}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
B3	490	350
X2	630	450

*Kennwerte für die Flachgründung aus [1, Tabelle 7]*

**Abbildung 7:** Berechnung, Auszug aus der Statik Gewölbe und Portalwände

**2.2 Grundwasserverhältnisse**

Die angetroffenen Grundwasserstände und anzusetzenden Bemessungswasserstände nach [1, Anl. 3.3] liegen mit max. 271,05m NHN unterhalb der Bauwerks-Sohle.

⇒ kein Wasserdruck-Ansatz erforderlich!

**2.3 Erdbeben**

Das Bauwerk liegt gem. [1, Abs. 8.2) in keiner Erdbebenzone, so dass keine Erdbeben-Berechnung erforderlich ist.

**Abbildung 8:** Grundwasserverhältnisse und Erdbeben, Auszug aus der Statik Gewölbe und Portalwände

## 10 Zusammenfassung

Die Baugrundverhältnisse sind für die Sanierung des Bauwerks geeignet.

Für die Erstellung dieses Entwurfsberichts lagen drei statische Berechnungen vor.

Die in den statische Vorbemessungen [9 bis 11] angesetzten Bodenkennwerte entsprechen den geotechnischen Vorgaben.

## 11 Schlussbemerkung

Die bei der Baumaßnahme aufgeschlossenen Böden sind mit dem im Geotechnischen Entwurfsbericht beschriebenen Homogenbereichen zu vergleichen. Bei Abweichungen ist der Bauherr zu verständigen.

LGA Bautechnik GmbH  
Verkehrswegebau

Bearbeiterin

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

Dipl.-Ing.(FH) Dieter Straußberger  
Abteilungsleiter

M. Sc. Victoria Saft

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Längsschnitte
Anlage 3.1	Bohrprofile
Anlage 3.2	Sondierungen mit der schweren Rammsonde
Anlage 3.3	Wasserstände
Anlage 4.0	Einteilung in Homogenbereiche
Anlage 5.0	Auswertung EBV
Anlage 5.1	Prüfberichte EBV
Anlage 5.2	Auswertung DepV
Anlage 5.3	Prüfberichte DepV
Anlage 5.4	Protokolle DepV
Anlage 5.5	Grundwasseranalysen