

Unterlagen zum Eingriff in das Grundwasser ~~Anzeige~~ gem. § 49 WHG

(Fundamente, Spundwände, Pfähle im Grundwasser)

Antragsteller und Bauherr:
Staatl. Bauamt Amberg-Sulzbach
Archivstraße 1
92224 Amberg

Ansprechpartner: Hr. Lingauer
Tel. 09661 / 507 – 451

Angaben zum Bauvorhaben:

Ersatzneubau der Großen Regenbrücke Nittenau

Ort der Gründungsbauteile:

Gemarkung: Nittenau: Flur-Nr.: 261/7, 261/9, 264, 264/12, 264/20, 264/2, 886
Bergham: Flur-Nr.: 2, 11, 28/2, 343

Stadt Nittenau Landkreis: Schwandorf

Kurzbeschreibung der Gründungsbauteile im Grundwasser:

Die Gründung der Großen Regenbrücke Nittenau sowie der Unterstrom davon liegenden Behelfsbrücke erfolgt mittels Großbohrpfählen i. V. m. Pfahlkopfplatten bzw. -balken. Die Stützwände beim Widerlager Nord werden flach auf Fundamenten gegründet.

Die Baugrubensohlen für die Widerlager, die Pfeiler, die Stützwände beim Widerlager Nord und für die Wiederherstellung der Wehrkörper liegen unterhalb des Grundwasser- bzw. Flusswasserspiegels. Die Baugruben sind daher gemäß dem Geotechnischen Bericht (Projekt-Nr. G 01415/Ba) vom 23.02.2017 mit einem wasserdichten Verbau zu umschließen, der mindestens ca. 0,50 m in die schwach wasserdurchlässigen, bindigen Sande des Buntsandsteins einbinden muss.

Die Spundwände bei den beiden Pfeilern und die flussseitigen Spundwände bei den Widerlagern verbleiben dauerhaft im Boden und werden lediglich oben abgeschnitten. Die Spundwände bei den Stützwänden beim WL Nord, bei den anzupassenden Wehrkörpern sowie die landseitigen Spundwände bei den Widerlagern werden nach Beendigung der Bauarbeiten wieder gezogen.

Von den Gründungsbauteilen der Behelfsbrücke verbleiben lediglich die Bohrpfähle dauerhaft im Boden. Der Rest wird nach Beendigung der Bauarbeiten wieder ausgebaut.

Gemäß Bodengutachten sind als Grundwasserleiter in erster Linie die geringmächtigen quartären Talfüllungen über den nahezu als Stauer fungierenden bindigen Sanden der Sandsteinverwitterung anzusehen.

Durch die Gründungsbauteile der Brücke, die temporären und verbleibenden Spundwände sowie die Bohrpfähle wird der Grundwasserstrom im Bauteilbereich abgesperrt. Die ins Grundwasser einbindenden Bauteile besitzen jedoch zum einen vergleichsweise geringe Grundrissabmessungen, zum anderen können die Bauteile seitlich umströmt werden. Zudem ist eine vergleichbare Situation im Bereich der Widerlager bereits jetzt mit den vorhandenen Widerlagern (neben den Bauwerken der Wehr- und Kraftwerksanlagen) gegeben, eine wesentliche Veränderung ergibt sich durch den Neubau nicht. Bei den Pfeilerbaugruben im Fluss werden theoretische Grundwasseraufhöhungen stromaufwärts deutlich durch die Einschränkung des Fließquerschnitts überprägt.

Mit wesentlichen Grundwasseraufhöhungen bzw. Änderungen der Fließrichtung des Grundwassers ist nach Angabe durch den Bodengutachter daher nicht zu rechnen.

Da für die Baumaßnahme noch ein Planfeststellungsverfahren durchgeführt werden muss, kann der Ausführungszeitraum der Gründungsarbeiten noch nicht genau angegeben werden. Der tatsächliche Durchführungszeitraum wird von der ausführenden Firma dem Landratsamt Schwandorf unverzüglich angezeigt.

Amberg, den 14.09.2018

Ort, Datum



Wasmuth, Ltd. Baudirektor

Antragsteller

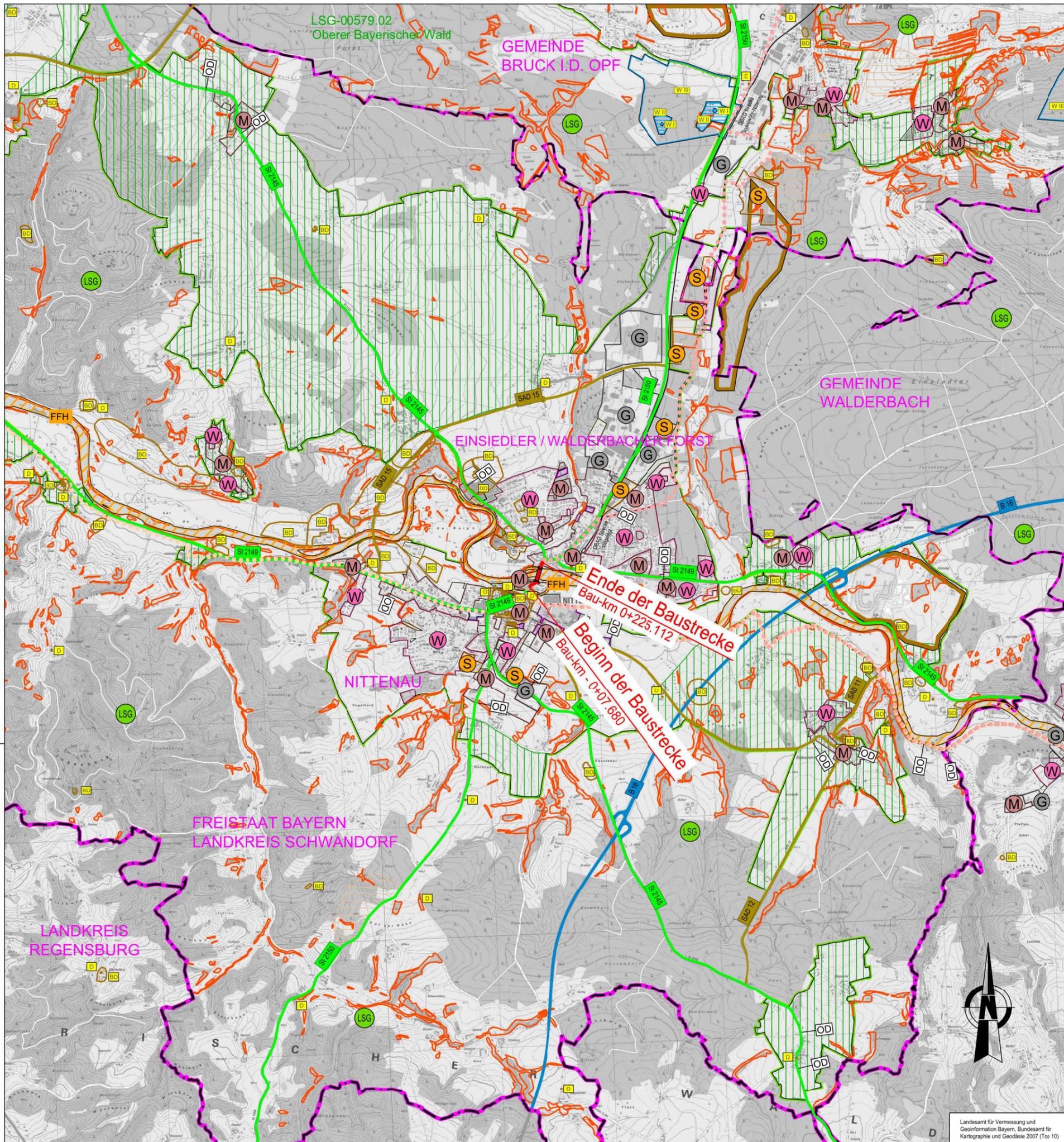
Anlagen (Pläne jeweils auf DIN A 3 verkleinert):

- Lageplan und Übersichtslageplan
- Bauwerksplan / Bauphasen
- Schema Baubehelfe - Schüttung
- Geotechnischer Bericht

Festgestellt gemäß Art. 39 BayStrVG
durch Beschluss vom 08.10.2019
ROP-Sg32- 4354.3-1- 4-193
Regensburg, den 08.10.2019
Regierung der Oberpfalz



Meisel
Baudirektor



Zeichenerklärung

Planung		Gebiete und Flächen	
	Baumaßnahme einbahnig	vorhanden	geplant
	Großbrücke		
	Variante		
Sonstiges			
	Haupttradweg		
	Hauptwanderweg		
Straßennetz			
	Bundesstraße		
	Landesstraße/Staatsstraße		
	Kreisstraße		
	sonstige Straße		
	Grenze der Ortsdurchfahrt		
Verwaltung			
	Kreisgrenze		
	Gemeindegrenze		
Ziele der Raumordnung			
	Vorranggebiet Hochwasserschutz		FFH-Gebiet
	Vorranggebiet Militär		Landschaftsschutzgebiet
	Vorranggebiet Schutz des Bodens		gesetzlich geschütztes Biotop
	Vorranggebiet Schutz des Bodens		Wasserschutzzone I/II
	Vorranggebiet Freiraumsicherung		Wasserschutzzone III
	Vorranggebiet Freiraumsicherung		Schutzwald
	Vorranggebiet Waldmehrung		Kultur- Bau-, Bodendenkmal
	Vorranggebiet Waldmehrung		Vorbehaltsgbiet Waldmehrung
	Vorranggebiet Waldmehrung		Vorranggebiet großflächige Industriesiedlung
	Vorranggebiet Waldmehrung		Vorranggebiet regional bedeutsame Industriesiedlung
	Vorranggebiet Waldmehrung		Vorbehaltsgbiet Tourismus und Erholung
	Vorranggebiet Waldmehrung		Vorranggebiet Anlagen der Windenergiegewinnung
	Vorranggebiet Waldmehrung		Vorranggebiet Rohstoffgewinnung
	Vorranggebiet Waldmehrung		Vorbehaltsgbiet Rohstoffgewinnung

Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach Archivstraße 1 92224 Amberg Tel.: 09621/307-0, Fax: 09621/307-188, E-Mail: poststelle@stbaas.bayern.de	bearbeitet:		
	gezeichnet:		
	geprüft:		
	PSP Nr.:		
	Projekt:		
	Name des Plans		

Nr.	Art der Änderung	Datum	Zeichen

FESTSTELLUNGSENTWURF

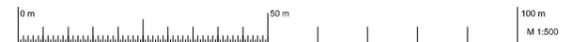
Straßenbauverwaltung Freistaat Bayern	Unterlage / Blatt-Nr.: 3 / 1
Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach	Übersichtslageplan
Straße / Abschn.-Nr. / Station: St 2149 / 280 / 0,501 - 0,729	Maßstab: 1 : 25 000
PROJIS-Nr.:	

Ersatzneubau der Großen Regenbrücke Nittenau Bau-km - 0+007.680 - 0+225.112

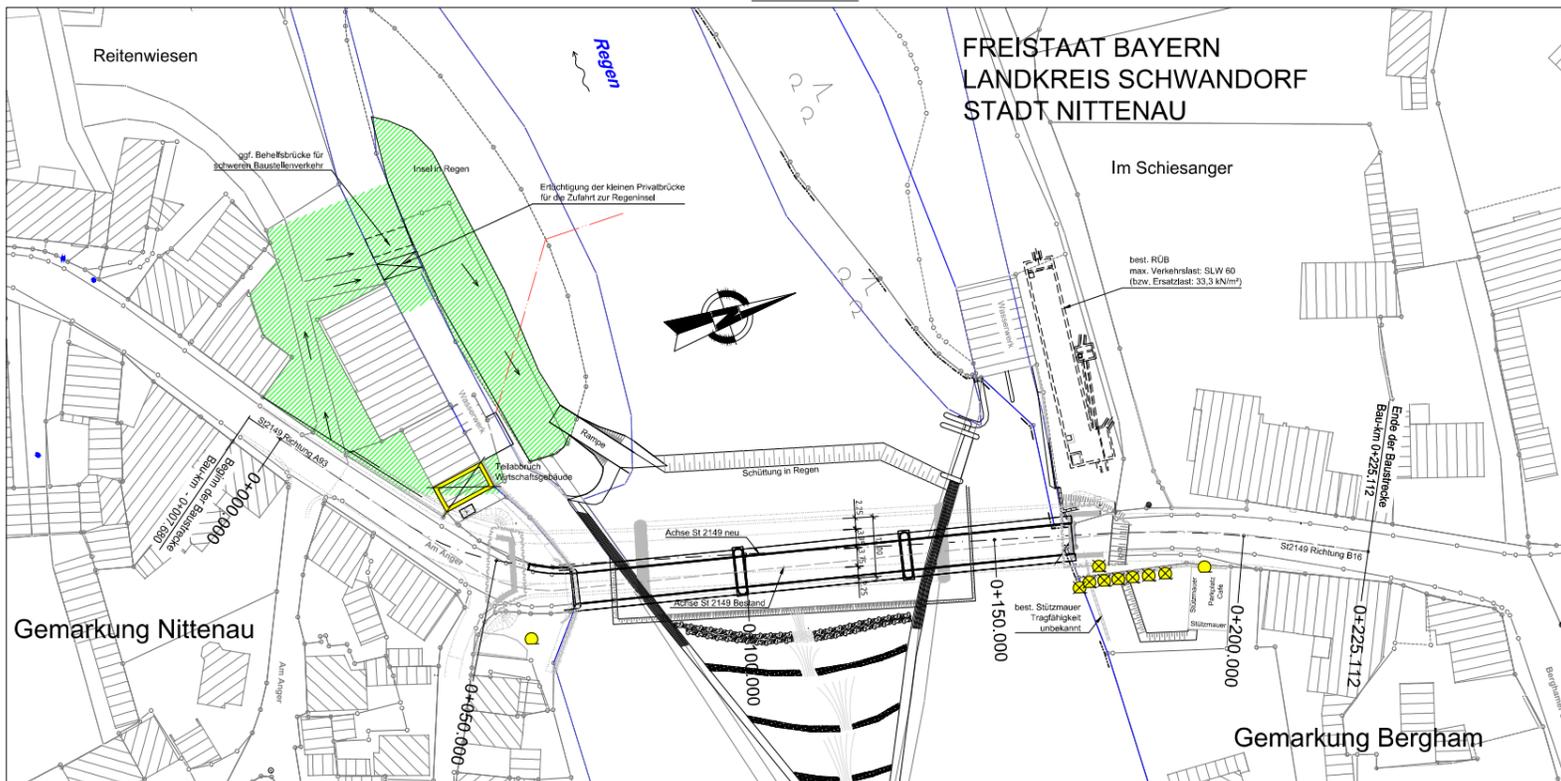
aufgestellt:
Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach

Wasmuth
Wasmuth, Ltd. Baudirektor
Amberg, den 14.09.2018

Draufsicht Baustelleneinrichtung M 1:500



Bauzustand 1

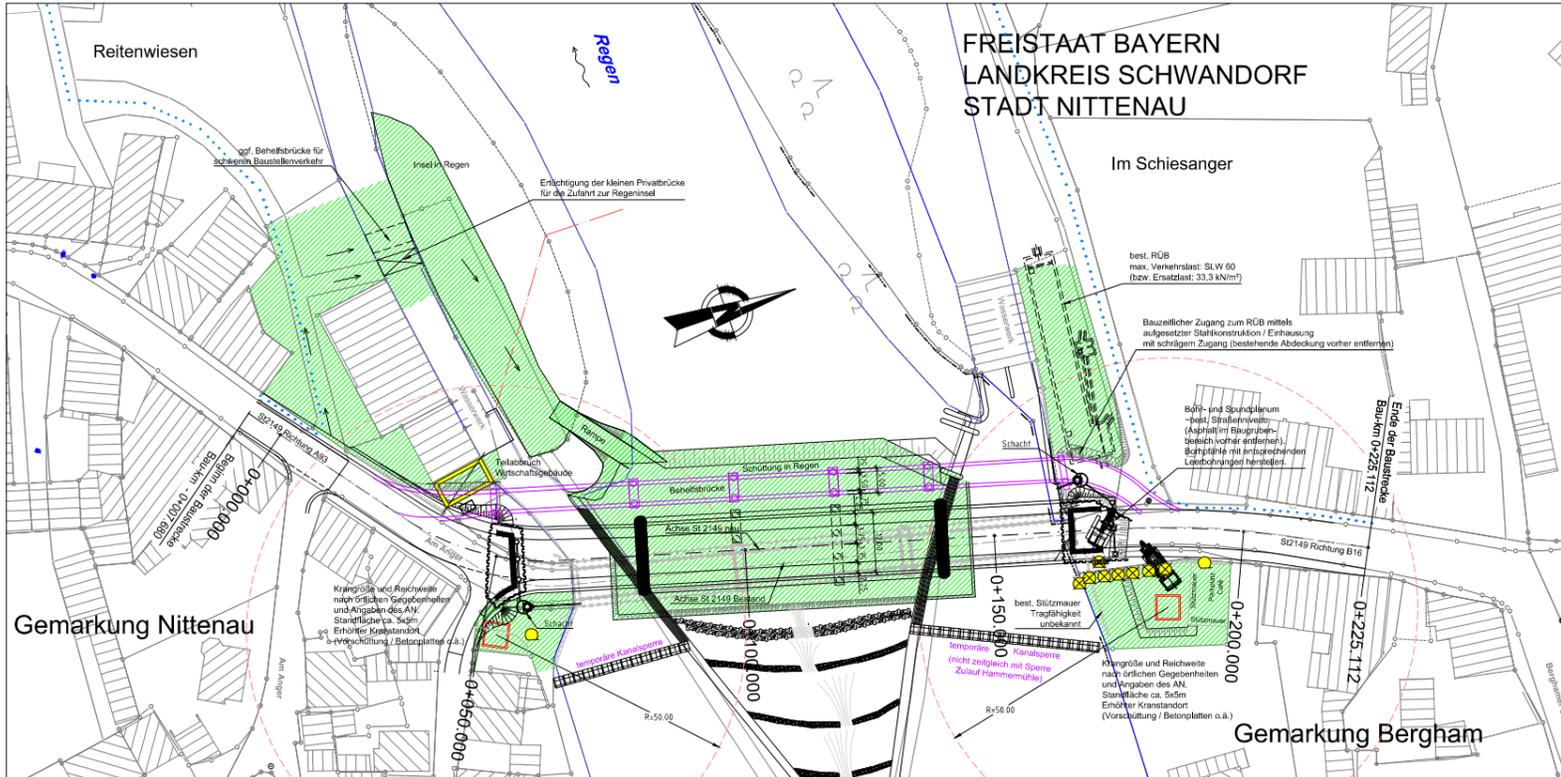


Bauzustände + Verkehrsführung*

- Bauzustand 1 - Rückbau Wirtschaftsgebäude, Einschüttung**
- Sicherung, aufdecken und umlegen der Sparten im Baufeld.
 - Freischneiden und kleinere Rodungsarbeiten des süd-westlichen Baufeldes.
 - Trafostation versetzen
 - Teilabbruch des Wirtschaftsgebäudes Flur-Nr. 2617, WL-Süd in unterstrom
 - Entlüftung der Privatbrücke über den Unterwasserkanal des Wasserwerkes Süd und ggf. Aufbau Behelfsbrücke daneben
 - Herstellung der Zufahrtsrampe Südwest in den Regen über Privatbrücke
 - Vorbereiten der BE-Fläche „hochliegender Teil der Regeninsel Südwest“ zwischen südlichem Unterwasserkanal und Regen kurz „Kanalinsel“
 - **Einschüttung einer Arbeitsfläche im Regen** aus Wasserbausteinen, Schroppen und mittigem Rohpakt in Verlängerung der Fischtreppe. Nach Plan zwischen der v-förmigen Wehranlage unterhalb der Fischtreppe auf ca. 35 m Flusslänge und ca. 30 cm über dem abgeschätzten Mittelwasserspiegel.
 - **Verkehrsführungsphase I**
 - Abschnittsweise Sperrung der unterstromigen Fahrbahn zur Herstellung der Behelfsbrückenanschlüsse
 - Einbahnige Umleitung des Verkehrs über die oberstromige Bestandsfahrbahn
- Bauzustand 2 - Behelfsbrücke, Abbruch**
- Vorbereiten BE-Flächen WL-Süd und Nord
 - Herstellung Behelfsbrücke
 - Abbruch alte Regenbrücke
 - **Verkehrsführungsphase II (gilt auch für Bauzustand 3+4)**
 - Sperrung des gesamten Brückenbereiches für den Abbruch des Bestandes
 - Einbahnige Umleitung des Verkehrs über die Behelfsumfahrung
 - Umleitung der Fußgänger über den westlich/unterstromig gelegenen Fußgängersteg
- Bauzustand 3 - Unterbauten**
- Pfeiler Achse 20 (nicht zeitgleich mit Achse 30)
 - Pfeiler Achse 30
 - Uferstützmauer Nord im Zuge Pfeiler Achse 30 vorbereiten
 - Widerlager Achse 10 (zeitgleich mit WL A.40)
 - Widerlager Achse 40
 - Wiederherstellung Wehrkörper bei Achse 20 + 30 (Spundwandkasten der Pfeiler im Wehrkörperbereich bis OK Pfahlkopfplatte zurückschneiden)
 - Herstellung Absetzschacht DN2500 bei WL10 während Sperrung des südlichen Triebwerkskanals / Einbau der Einzelringe mit Aushub innen + ggf. nachschlagen, ohne Verbau
- Bauzustand 4 - Überbau Randfelder**
- Überbau Feld 1 (Traggerüst in beiden Randfelder nicht gleichzeitig)
 - Überbau Feld 3
- Bauzustand 5 - Großer Bogen Mittelfeld**
- Vorbereitung Pfeiler-Hilfsjoche
 - Vorbereitung Kranmontage über dem Regen
 - Stahlbauontage der geteilten Einzelbogens über dem Regen
 - Hauptflügel- und Bogenträger sowie Querträger mit Kopfbohlen (Vorbereitung auf Vormontageplatz)
 - Rückbau SpWd-Kästen Pfeiler auf OK-Pfahlkopfplatte
 - Demontage Pfeiler Hilfsjoche (Fundamente belassen)
 - Rückbau des alten Flusspfeiler Achse 20alt bis 342,65 m.NN (entspricht ca. 50 cm unter Flusssohle, Fundamente belassen)
 - 1. Baustufiger Korrosionsschutz der Stahlkonstruktion
 - Auflegen SIB-F-Platten Fahrbahnplatte
 - Ortbetonergänzung der Fahrbahnplatte
 - Einbau der restlichen Hänger mit Vorspannung
 - Einbau lärmgedämmte ÜKO in Achse 20 und 30
 - Ausbau mit Kappen, Abdichtung, Belag und Brückengeländer
 - Randfelder 1 + 3 mit WLern
 - **Verkehrsführungsphase III**
 - Randfelder der neuen Regenbrücke fertiggestellt und für die Herstellung des großen Mittelbogens verwendbar
 - Einbahnige Umleitung des Verkehrs über die Behelfsbrücke - stundenweise bis halbtagweise Vollsperrung der Behelfsumfahrung wegen schwebender Lasten
 - Umleitung der Fußgänger über den westlich/unterstromig gelegenen Fußgängersteg
- Bauzustand 6 - teilw. Rückbau Einschüttung, Straßenbau**
- Teilweiser Rückbau der Einschüttung im Regen
 - Straßenerneuerung unter Vollsperrung
 - Herstellung Ufermauer und Stützmauer östl. des WL 40 während Vollsperrung
 - St2149 neu als Anbindung WL Süd auf L= 53 m und WL Nord L = 60 m mit Seitenwegen
 - Sicherung städtische Kanäle und Versorgungsleitungen
 - Asphaltabtrag und Gehwegausbau
 - Umlegung bzw. Neuverlegung Versorgungsleitungen
 - Anpassung Gebäude - Ladenzugang HsNr 20 Am Anger
 - Herstellung Stützmauerwerke im Straßenbereich
 - Straßentwässerung
 - Aufbereitung und Schüttung Straßenunterbau, Planum
 - Neuen ungebundenen Straßenoberbau
 - Ansetzen der Gehwege einschließlich Aufweitungen, Borde u. Rinnen
 - Bituminöse Tragschicht der Fahrbahn und Gehwege
 - Beleuchtung Brücke und Strecke einbauen
 - Verkehrs freigabe neue Strecke
 - **Verkehrsführungsphase IV**
 - Vollsperrung
 - Weiträumige Umleitung des Verkehrs außerhalb von Nittenau
 - Herstellung der neuen Fahrbahnen von Baubeginn bis Bauende
 - Umleitung der Fußgänger über den westlich/unterstromig gelegenen Fußgängersteg
- Bauzustand 7 - Rückbau Behelfsbrücke und Einschüttung**
- Rückbau Behelfsbrücke
 - Kompletter Rückbau der Einschüttung im Regen
 - Herstellung Uferstützmauern westlich des WL 40
 - Herstellung des Absetzschachtes DN2500 westlich des WL 40
 - Trafostation wiederherstellen

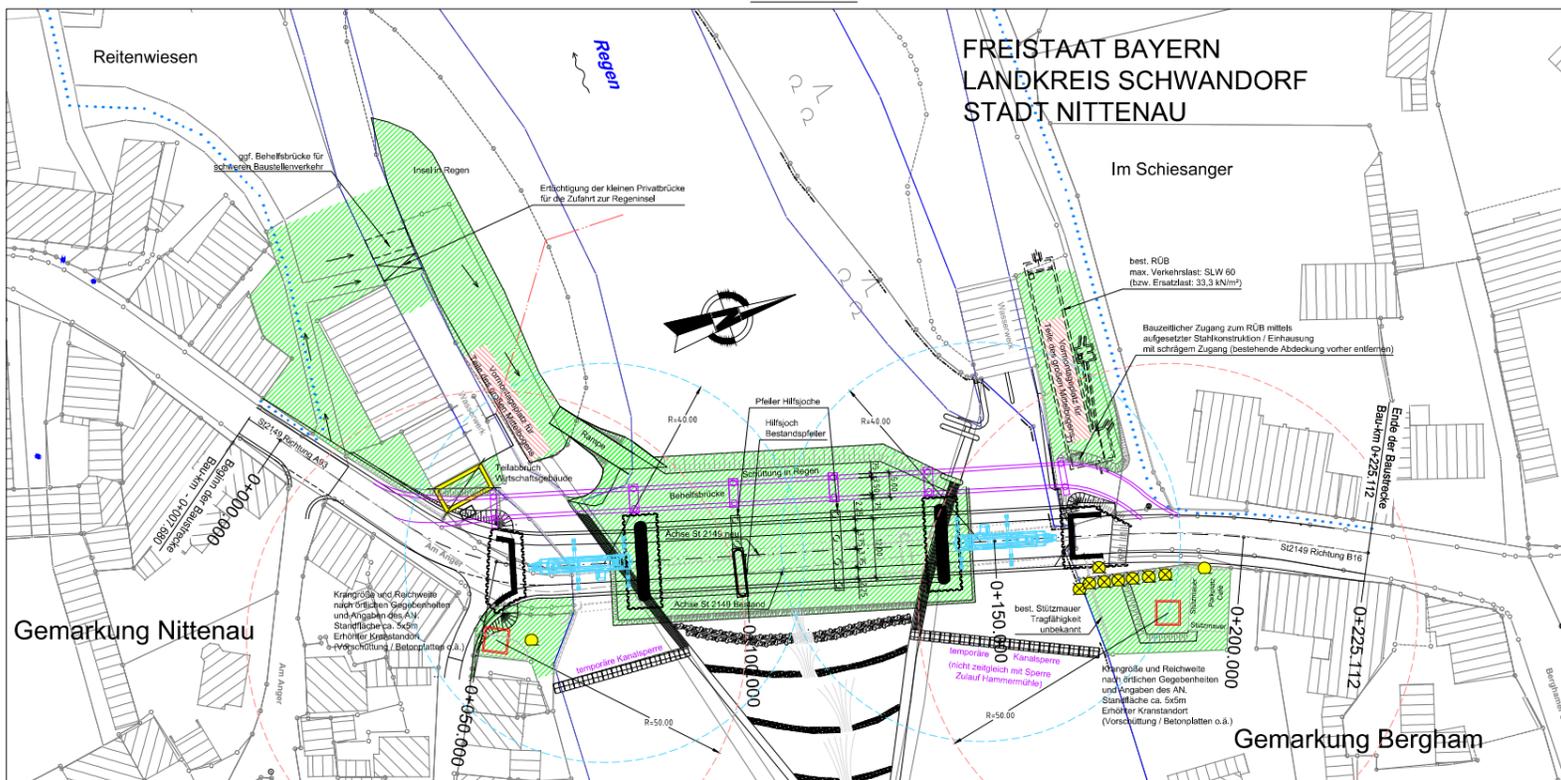
Draufsicht Baustelleneinrichtung M 1:500

Bauzustände 2, 3, 4, 6, 7



Draufsicht Baustelleneinrichtung M 1:500

Bauzustand 5



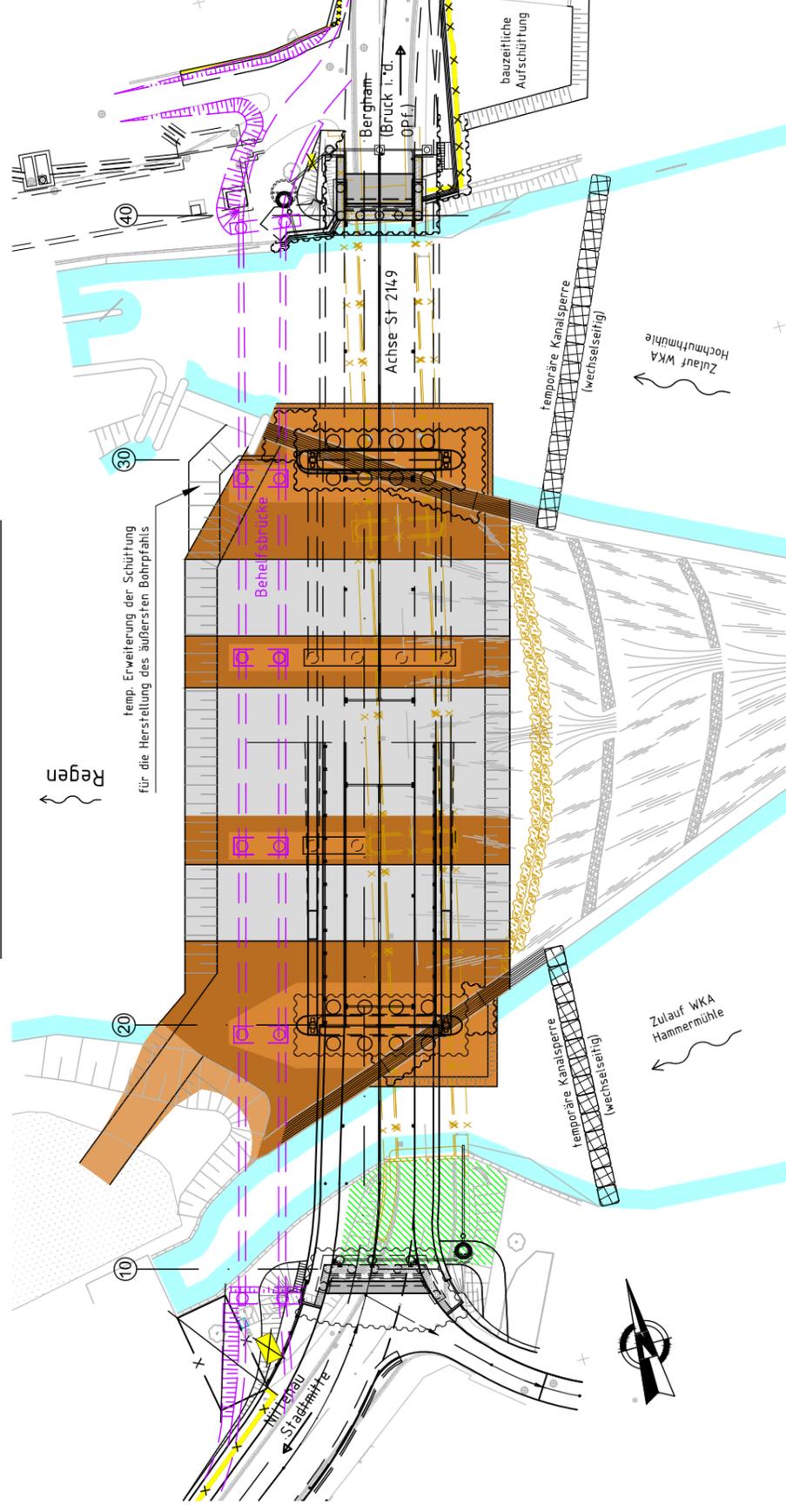
- * Hinweis zur bauzeitlichen Verkehrsführung:
- Die Behelfsbrücke ist bauzeitlich voraussichtlich nur für PKW, Einsatzfahrzeuge, Busse sowie zusätzlichen Verkehr mit Sondergenehmigung freigegeben. Für LKW wird während der langjährigen Bauzeit eine Umleitungsstrecke außerhalb von Nittenau über die SAD15 und die St2145 eingerichtet.

Anordnung der Messpunkte gemäß Mess 1 Blatt 1 und Mess 2	
Endgültige Abmessungen nach statischen, konstruktiven und wirtschaftlichen Erfordernissen	

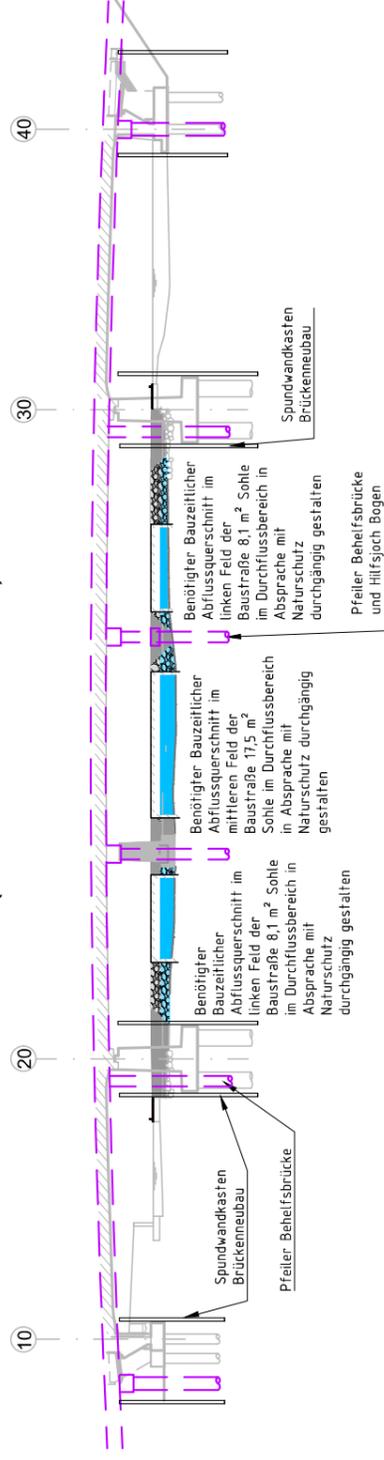
mögliche Baustelleneinrichtungsfäche	möglicher Kranstandort	Verbau für Herstellung Widerlager/Pfeiler	geplanter Gebäudeabbruch	Baumerhalt
mögliche Vormontageplatz für Herstellung Teile großer Mittelbogen	möglicher Mobilkranstandort	Behelfsbrücke	bauteilliche Umleitung Fußgänger	Baumfällung

Entwurfsbearbeitung: T. Fritsche Ingenieure Markt Badgörlitz 11 • 04468 DESENROD Telefon: 0361 / 372121-0 Telefax: 0361 / 372121-29 E-Mail: info@tfritscheingenieur.de Web: www.tfritscheingenieur.de	Projekt-Nr.: Datum Zeichen Bearb.: Aug. 2017 Biller Gez.: Aug. 2017 Haberl Gepr.: Aug. 2017 T. Fritsche Datum Gepr.: Aug. 2017 Geprüft
Geändert a b c d	Straßenbauverwaltung Freistaat Bayern Staatliches Bauamt Amberg-Weizsach 92224 Amberg Tel: 09241202-0, Fax: 09241201-189, E-Mail: poststelle@stbaa.bayern.de Straßenbezeichnung: Nittenau - Walderbach Straßensklasse und Nr.: St 2149 Gemarkung: Nittenau / Bergham
Bauwerk/Baumart: Ersatzneubau der Großen Regenbrücke Nittenau	Unterlage: 15.8 Blatt - Nr.: 7 Projekt - Nr.: 34209 Datum Zeichen Bearb.: Aug. 2017 Biller Gez.: Aug. 2017 Haberl Gepr.: Aug. 2017 T. Fritsche ASB-Nr.: 6739563
Pflasterstellung: Bauzustände mit Verkehrsführung	Bauwerksplan Maßstab: 1:500
Aufgestellt: Staatliches Bauamt Amberg-Weizsach Wernuth, M., Bauleiter Amberg, den 14.09.2018	Geprüft: Geprüft:

Schema - Grundriss



Schema - Längsschnitt (in Bauwerksachse)



Legende - Schüttung im Fluss für Baustraße und Ramm- und Bohrplattformen (alle Schüttlagen ohne Feinanteile)
Maßgebender Bauzustand

- Behelfsbrücke
- Wasserbausteine und Schroppen (örtl. Festlegung)
- Ramm- und Bohrbereich
- Baustellenzufahrt
- Stelztunnel/Verrohrung (Grundriss)
- Abgrabung alte Widerlagerrampe

Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach		bearbeitet:	
Archivstraße 1		gezeichnet:	
92224 Amberg		geprüft:	
Tel.: 09621/307-0, Fax: 09621/307-188, E-Mail: poststelle@stbaas.bayern.de		PSP Nr.:	
		Projekt:	
		Name des Plans	

Nr.	Art der Änderung	Datum	Zeichen

FESTSTELLUNGSENTWURF

Straßenbauverwaltung Freistaat Bayern	Unterlage / Blatt-Nr.: 5 / 3
Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach	Schema
Straße / Abschn.-Nr. / Station: St 2149 / 280 / 0.501 - 0.729	Baubeihe -
PROJIS-Nr.:	Schüttung

Ersatzneubau der Großen Regenbrücke Nittenau

aufgestellt: Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach	<i>Wasmuth</i> Wasmuth, Ltd. Baudirektor Amberg, den 14.09.2018
--	---



G E O T E C H N I K

Baugrundinstitut Dr.-Ing. Spotka und Partner GmbH · Postfach 1045 · 92349 Postbauer-Heng

Tel.: 0 91 88/94 00-0 · info@spotka.de
Fax: 0 91 88/94 00-49 · www.spotka.de

Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach
Archivstraße 1
92224 Amberg

G 01415/Ba
23. Februar 2017

BV: St 2149, Nittenau, Ersatzneubau Große Regenbrücke

G E O T E C H N I S C H E R B E R I C H T

INHALTSVERZEICHNIS	Seite
1 VORGANG, UNTERLAGEN	4
2 BAUVORHABEN	5
3 UNTERSUCHUNGEN	7
3.1 Allgemeines	7
3.2 Untergrundverhältnisse	8
3.2.1 Geologie	8
3.2.2 Erdbebenzone nach DIN 4149/DIN EN 1998-1	8
3.2.3 Geotechnische Kategorie	8
3.2.4 Bohrungen	8
3.3 Wasserverhältnisse	10
3.4 Laborversuche	11
3.4.1 Expositionsklasse nach DIN 4030	11
3.4.2 Korngrößenverteilung	11
3.4.3 Bestimmung Glühverlust	12
3.4.4 Bestimmung Konsistenzgrenzen	12
3.4.5 Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeiten	12
3.4.6 Abrasivität	13
3.4.7 Untersuchung Schwarzdeckenproben auf pechhaltige Bestandteile	14
3.4.8 Orientierende abfallrechtliche Untersuchung Boden	14
4 BODENKENNWERTE, HOMOGENBEREICHE	16
4.1 Bodenkennwerte	16
4.2 Homogenbereiche DIN 183xx	17
5 GRÜNDUNGSTECHNISCHE FOLGERUNGEN	21
5.1 Allgemeines, Gründungsempfehlung	21
5.2 Tiefgründung auf Bohrpfählen gemäß DIN EN 1536	22
5.2.1 Axiale Pfahlwiderstände	22

5.2.2	Querbelastung	24
5.2.3	Hinweise, Anmerkungen	25
5.3	Widerlager und Überbau	25
5.4	Hinterfüllung	26
6	BAUAUSFÜHRUNG	27
6.1	Baugruben, Wasserhaltung	27
6.2	Erdarbeiten, Bohrarbeiten	28
7	STRASSENBAU	29
7.1	Allgemeines	29
7.2	Frostempfindlichkeit Planum	29
7.3	Erforderliche Dicke des frostsicheren Aufbaus gemäß RStO 12	29
7.4	Tragfähigkeit des Untergrundes, Baugrundverbesserung	30
7.5	Erstellung der Dämme/Anschüttungen	31

ANLAGEN

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Lageplan
Anlage 3	Bohr- und Sondierprofile
Anlage 4	Bohrkernfotos
Anlage 5	Laborversuche – Untersuchung Wasserprobe nach DIN 4030
Anlage 6	Laborversuche – Korngrößenverteilung nach DIN 18123
Anlage 7	Laborversuche – Glühverlust nach DIN 18128
Anlage 8	Laborversuche – Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
Anlage 9	Laborversuche – Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empf. Nr. 1
Anlage 10	Laborversuche – Einaxiale Druckfestigkeit - Punktlastversuch nach DGGT-Empf. Nr. 5
Anlage 11	Laborversuche – Abrasivität nach NF P 94-430-1
Anlage 12	Laborversuche - Quantitative Untersuchung Schwarzdeckenproben
Anlage 13	Kurzstellungnahme R&H Umwelt, Abfallrechtliche Vorab-Deklaration
Anlage 14	Längsschnitt Homogenbereiche

1 VORGANG, UNTERLAGEN

Mit Ingenieurvertrag vom 12. Februar 2015 erteilte das Staatliche Bauamt Amberg-Sulzbach der Baugrundinstitut Dr.-Ing. Spotka und Partner GmbH den Auftrag, die Baugrunduntersuchungen zu begleiten und einen Geotechnischen Bericht zu erstellen. Grundlage der Auftragserteilung ist ein Kostenangebot vom 22. Januar 2015.

Zur Bearbeitung des Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- (U1) C-2 Großer Mittelbogen, Grundriss, Regelquerschnitt, Absteckpunkte, Arbeitsplan, M = 1 : 200, mit Datum vom Februar 2016
- (U2) C-2 Großer Mittelbogen, Ansicht und Längsschnitte, M = 1 : 200, mit Datum vom Februar 2016
- (U3) C-2 Großer Mittelbogen, V3 – Schnitte und Details, M = 1 : 50 / 25, mit Datum vom April 2015
- (U4) C-2 Großer Mittelbogen, Bauzustand 0-3 Abflussquerschnitte, Arbeitsplan, M = 1 : 200, mit Datum vom Februar 2016
- (U5) C-2 Großer Mittelbogen, Bauzustand 4-7 Abflussquerschnitte, Arbeitsplan, M = 1 : 200, mit Datum vom Februar 2016
- (U6) Längsschnitt und Grundriss mit Bodenerkundungen, Bodenerkundung 1938, M = 1 : 200, mit Datum vom März 2014
- (U7) Längsschnitt und Grundriss mit Bodenerkundungen, Bodenerkundung 2014, M = 1 : 200, mit Datum vom März 2015
- (U8) Längsschnitt und Grundriss mit Bodenerkundungen, Bodenerkundung 2015, M = 1 : 200, mit Datum vom Mai 2015
- (U9) Aufschlussbohrungen und Rammsondierungen, IFB Bohr GmbH, September 2013
- (U10) Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1 : 25.000, Blatt 6739 Bruck i. d. OPf.

2 BAUVORHABEN

Das Staatliche Bauamt Amberg-Sulzbach plant den Ersatzneubau der Großen Regenbrücke in Nittenau.

Die Brücke liegt in der Innenstadt von Nittenau und quert den Regen im Bereich einer Wehranlage, siehe Übersichtslageplan auf Anlage 1 und Lageplan auf Anlage 2. Die Wehranlage befindet sich östlich der Brücke und besitzt einen V-förmigen Grundriss. Am nördlichen und südlichen Ufer des Regens sind jeweils Wasserkraftanlagen mit Zulaufkanälen in der Verlängerung der Wehrmauern vorhanden.

Bei der bestehenden Brücke handelt es sich um eine Vierfeldbrücke mit einer Länge von ca. 99 m. Die Brücke wird komplett abgebrochen und durch einen Neubau ersetzt, wobei das nördliche Widerlager etwa an derselben Stelle belassen und das südliche Widerlager leicht Richtung Südwesten verschoben wird.

Die geplante Dreifeldbrücke mit großem Mittelbogen (siehe Längsschnitt unten) erhält nach (U1) ... (U2) folgende Abmessungen:

- Gesamtlänge zwischen Endauflagern: 112,10 m
- Einzelstützweiten: 25,95 m + 60,15 m + 26,00 m
- lichte Weite zwischen Widerlagern: 24,50 m + 58,15 m + 24,50 m
- Breite zwischen Geländern: 12,00 m

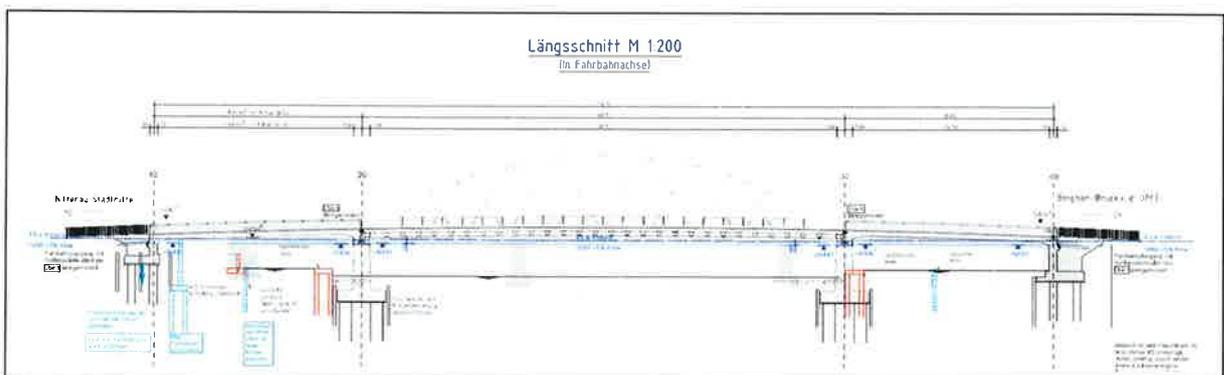


Abb. 1: Längsschnitt aus (U2)

Bei den beiden äußeren Brückenfeldern handelt es sich nach den vorliegenden Planunterlagen um 1-feldrige Rahmenbauwerke in integraler Bauweise, d.h. Überbau und Widerlager werden biegesteif verbunden. Unter Bezugnahme auf die „Richtlinien für den Entwurf und die Ausbildung von Ingenieurbauten RE-ING, Teil 2 Brücken, Abschnitt 5 Integrale Bauwerke“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung sind die Bauwerke mit geplanten Stützweiten von rd. 26 m in die Schwierigkeitsklasse 2 einzustufen.

An der Westseite, parallel zur neuen Brücke, wird im Zuge der Bauausführung eine Behelfsbrücke als Fünffeldbrücke errichtet.

3 UNTERSUCHUNGEN

3.1 Allgemeines

Die Untergrundverhältnisse wurden in zwei Untersuchungskampagnen erkundet. Im Jahr 2013 wurden durch das Bohrunternehmen IFB Bohr GmbH Bohrungen und Sondierungen mit der schweren Rammsonde DPH im Bereich der geplanten Widerlager sowie Sondierungen im Flussbett des Regen ausgeführt. Die Baugrunderkundung wurde durch die Geotechnik-Abteilung der Autobahndirektion Nordbayern geotechnisch begleitet.

Ergänzend wurden im August und September 2016 durch die Bohrfirma Terrasond GmbH & Co. KG Bohrungen im Flussbett, etwa im Bereich der geplanten Pfeiler und Hilfsunterstützungen abgeteuft. Die Bohrungen wurden von der Bestandsbrücke aus über Kernbohrungen durch die Betonfahrbahnplatten und eine freistehende Hilfsverrohrung von der Brücke bis zum Flußbett ausgeführt. Des Weiteren wurden ergänzende Bohrungen im Bereich der Brückenwiderlager angeordnet. Die Bohrungen 2016 wurden durch unser Büro geotechnisch aufgenommen. Auf die Ausführung einer Bohrung im Bereich des Pfeilers in Achse 30 wurde aufgrund der schwierigen Lage am bestehenden Wehrkörper und des unverhältnismäßig hohen Aufwands für die Kampfmittelfreigabe verzichtet.

Für die Erstellung des Geotechnischen Berichts werden die nachfolgenden Aufschlüsse verwendet:

Aufschluss	Datum	Aufschlusstiefe	Aufschluss	Datum	Aufschlusstiefe
B1	12.09.2013	20,0 m	DPH1b	2013	9,4 m
B2	10.09.2013	22,0 m	DPH2	2013	10,0 m
B9b	19.09.2013	22,0 m	DPH3a	2013	1,8 m
B11	03.09.2013	29,6 m	DPH4	2013	5,4 m
B20	07.09.2016	37,5 m	DPH5b	2013	5,4 m
B21	05.09.2016	29,8 m	DPH6a	2013	2,8 m
B22	29.08.2016	29,5 m	DPH6b	2013	4,7 m
B23	31.08.2016	30,0 m	DPH7	2013	5,0 m
B24	10.09.2016	28,5 m	DPH8	2013	3,5 m
B26	19.09.2016	38,5 m	DPH9	2013	2,7 m
			DPH10	2013	7,1 m

In den Bohrungen B21, B22, B23, B24 und B26 wurden Standard Penetration Tests durchgeführt.

Die Bohrungen wurden lage- und höhenmäßig durch die Bohrfirmen eingemessen.

Die Lage der Aufschlüsse zeigt der Lageplan auf Anlage 2. Die Bohr- und Sondierprofile sind als Anlage 3 beigefügt. Auf Anlage 4 sind die Bohrkerne zudem im Bild festgehalten.

3.2 Untergrundverhältnisse

3.2.1 Geologie

Gemäß der Geologischen Karte von Bayern, M = 1 : 25.000, Blatt 6739 Bruck i. d. OPf. (siehe (U10)) bzw. des angrenzenden Blattes 6839 Nittenau sind im Bereich der Brücke unter den Flussablagerungen des Regens Sandsteine und Arkosen aus dem Trias, dem Oberen Buntsandstein, zu erwarten. Diese werden mit der Tiefe bald von Kristallgranit unterlagert.

3.2.2 Erdbebenzone nach DIN 4149/DIN EN 1998-1

Die Brücke liegt nach der Erdbebenzonenkarten der DIN 4149 bzw. DIN EN 1998-1 in keiner Erdbebenzone.

3.2.3 Geotechnische Kategorie

Die Baumaßnahme ist gemäß DIN EN 1997-2 in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen.

3.2.4 Bohrungen

Die Bohrungen ergeben ein relativ einheitliches Bild. Grob kann von der nachfolgenden Schichtenfolge ausgegangen werden:

- Künstliche Auffüllungen (Uferbereich, Widerlager)
- Talfüllungen (Kies, Sand, örtlich Schluff, organisch)
- Buntsandstein, verwittert (bindige Sande)
- Granit, verwittert
- Granitfels

Künstliche Auffüllungen wurden nur im Bereich der vorhandenen bzw. geplanten Widerlager sowie im Uferbereich angetroffen. Unter der Oberflächenbefestigung mit Schwarzdecke (B2: 15 cm, B20: 10 cm, B26: 30 cm) und Schottertragschicht oder Pflaster (B11: Granitpflaster auf Betonbett 50 cm) bzw. einer 10 ... 20 cm dicken Mutterbodenschicht (B3, B21) zeigen sich überwiegend nicht bindige, schwach schluffige und schluffige Kiese und Sande. Die Kiese und Sande sind teilweise mit Bauschuttresten (Ziegel, Beton, Metallteile, Glas etc.), stellenweise auch mit Schlackeresten (B3: 1,8 ... 2,3 m, B21: 2,2 ... 3,0 m, B26: 1,5 ... 3,5 m) oder Schwarzdeckenresten (B3: 0,8 ... 1,2 m) vermengt. Bei den Bohrungen B3, B11 und B20 enthalten die Auffüllungen teilweise auch Steine und größere Blöcke. Die Mächtigkeit der künstlichen Auffüllungen liegt in den Bohrungen, soweit visuell von den unterlagernden Böden abgrenzbar, zwischen 2,3 und 3,6 m (evtl. B2 4,4 m, B3 3,8 m). Nach den Ergebnissen der Rammsondierungen sind die künstlichen Auffüllungen oft nur locker ... mitteldicht gelagert. Schlagzahlspitzen weisen vermutlich auf grobkörnige Einlagerungen hin. Einzelne Sondierungen mussten mit Schlagzahlen > 100 aufgrund von Rammhindernissen in den künstlichen Auffüllungen abgebrochen werden.

Die **Talfüllungen** bestehen überwiegend aus schwach sandigen und sandigen, teilweise steinigen Kiesen, untergeordnet aus kiesigen Sanden. Die Kiese und Sande sind nach den Sondiererergebnissen i. d. R. mitteldicht und mitteldicht bis dicht, teilweise jedoch (siehe DPH 6a und DPH 6b) nur locker gelagert. Im Flussbett des Regens mussten vor Beginn der Bohrarbeiten Gerölle und größere Blöcke durch Taucher von der Flusssohle entfernt werden. Die Blöcke sind dort teilweise natürlich abgelagert, dienen teilweise jedoch auch der Sohlbefestigung im Bereich des Wehrs bzw. sind ggf. aus der Sohlbefestigung in den Bereich unter der Brücke umgelagert worden. Bereichsweise wurde der Boden im Fluss bei der Kampfmittelsondierung durch die Taucher umgelagert bzw. aufgegraben, so dass die Ansatzpunkte der Bohrungen tiefer als die eigentliche Flusssohle lagen. In den Bohrungen B9b, B11 und B26 wurden oberhalb der Kiese, im Tiefenbereich von etwa 3,5 ... 5,0 m organische Sande bzw. Tone/Schluffe mit weicher Konsistenz angetroffen. Die Talfüllungen sind nicht besonders mächtig. Die Schichtunterkante wurde im Flussbett ca. 1,5 ... 2,0 m unter Flusssohle festgestellt. Im Uferbereich beträgt die Mächtigkeit etwa 3,7 ... 4,4 m am südlichen und 2,1 ... 2,4 m am nördlichen Ufer.

Unter den Talfüllungen zeigt sich durchwegs eine Schicht aus schwach tonigen ... stark tonigen Sanden mit einzelnen weichen ... halbfesten Tonzwischenlagen, bei denen es sich um

verwitterte Sandsteine aus dem Trias (**Buntsandstein**) handelt. Die Schichtmächtigkeit beträgt zwischen etwa 3 und 7 m, wobei die Schichtdicke nach Norden zunimmt. Die relativ hohen Schlagzahlen der Rammsondierungen um 20 sowie die Ergebnisse der Standard Penetration Tests mit Schlagzahlen $N_{30} > 50$ weisen auf eine dichte bis sehr dichte Lagerung hin. Teilweise konnte die Schicht nicht durchrammt werden (Schlagzahlen > 100), was auf eine teilweise felsähnliche Struktur (sehr mürber Sandstein) hindeutet.

Ab etwa 11 ... 12 m am südlichen Widerlager bzw. südlichen Ufer, ab ca. 7 m im Flussbett und ab etwa 12 ... 13 m am nördlichen Widerlager wurde Granit erbohrt. Der Granit ist an der Oberkante, insbesondere auch bei den Bohrungen im Flussbett zu schwach sandigem ... stark sandigem, teilweise schwach tonigem und tonigem Kies entfestigt (**Granit, verwittert**). Während diese entfestigte Zone sich bei den Bohrungen im Uferbereich auf die obersten etwa 1 ... 2 m beschränkt, reicht diese im Flussbett bis etwa 5 m unter die Schichtoberkante. Darunter wurde tiefgründig mürber, vereinzelt mittelharter **Granitfels** erbohrt. Harter Granitfels steht erst ab Tiefen von rd. 21 ... 25 m im Flussbett bzw. ab rd. 30 m am südlichen Widerlager bzw. ab rd. 36 m am nördlichen Widerlager an. Der mürbe Granit ist plattig bis bankig und stellenweise klüftig, der harte Granit bankig und massig mit teilweise schrägen Klüften.

3.3 Wasserverhältnisse

Freies Wasser wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen in folgenden Tiefen angetroffen.

Bohrung	Datum	Tiefe unter GOK in m	Tiefe in müNN
B1	12.09.2013	3,10	344,86
B2	10.09.2013	4,15	345,09
B3	17.09.2013	3,18	345,27
B9b	19.09.2013	3,35	345,76
B11	03.09.2013	4,15	345,41
B20	07.09.2016	4,80	344,50
B21	05.09.2016	2,70	344,48
B22	29.08.2016	-0,90 ^{*)}	344,83
B23	31.08.2016	-0,65 ^{*)}	344,74
B24	10.09.2016	-0,55 ^{*)}	344,69
B26	19.09.2016	4,28	345,19

^{*)} Wasserstand im Bohrrrohr, über der Flusssohle

Die Wasserstände in den Bohrungen geben den Grundwasserspiegel in den quartären Tal-füllungen wieder. Der Grundwasserspiegel korrespondiert direkt mit dem Wasserstand im Regen. Bei Hochwasser ist mit deutlich höheren Grundwasserständen zu rechnen.

3.4 Laborversuche

3.4.1 Expositions-klasse nach DIN 4030

Aus den Bohrungen B3 und B9 der Untersuchungskampagne 2013 wurden Wasserproben entnommen und im Labor auf betonangreifende Eigenschaften untersucht. Gemäß vorliegen-den Prüfzeugnissen ist das Wasser aus Bohrung B3 nach DIN 4030:2008-06 wegen des fest-gestellten pH-Werts in die Expositions-klasse XA1 einzustufen, das Wasser aus Bohrung B9 ist nicht Beton angreifend (siehe Anlage 5).

3.4.2 Korngrößenverteilung

Zur Bestimmung der Korngrößenverteilung wurden Nass- und Trockensiebungen nach DIN 18123 durchgeführt. Die Korngrößenverteilungen sind als Anlage 6 beigefügt. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

Bohrung	Entnahmetiefe [m]	Schlammkorn- anteil < 0,063 mm [%]	Bodenart nach Korngrößenver- teilung	Gruppensymbol nach DIN 18196	Anmerkung
B20	4,5 – 5,7 m	4,26	Sand, Kies	GI	Talfüllung
B21	6,5 – 6,6 m	16,12	Sand, schluffig, kiesig	SU*/ST*	Buntsandstein
B21	14,2 – 14,8 m	26,12	Kies, schluffig, sandig	GU*/GT*	Granit, verwittert
B22	0,2 – 1,0 m	1,34	Kies, sandig	GI	Talfüllung
B22	3,2 – 3,3 m	17,27	Sand, schluffig, kiesig	SU*/ST*	Buntsandstein
B22	7,2 -7,6 m	21,45	Kies, stark san- dig, schluffig	GU*/GT*	Granit, verwittert

B23	2,9 – 3,0 m	17,62	Sand, schluffig, kiesig	SU*/ST*	Buntsandstein
B23	7,5 – 7,8 m	29,49	Sand, Kies, schluffig	SU*/ST*	Granit, verwittert
B23	13,4 – 13,7 m	11,88	Kies, sandig, schwach schluffig	GU/GT	Granit, mürbe
B23	21,4 – 21,7 m	12,00	Kies, stark san- dig, schwach schluffig	GU/GT	Granit, mürbe
B26	7,7 – 7,8 m	13,24	Sand, schwach schluffig, schwach kiesig	SU/ST	Buntsandstein

3.4.3 Bestimmung Glühverlust

An einer Probe aus der Bohrung B26, Tiefe 4,6 – 4,8 m, wurde der Glühverlust nach DIN 18128 bestimmt. Für den organischen Schluff ergab sich ein Glühverlust von 8,9%, siehe Anlage 7.

3.4.4 Bestimmung Konsistenzgrenzen

Neben dem Glühverlust wurden an der Probe aus Bohrung B26, Tiefe 4,6 – 4,8 m, auch die Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 bestimmt, siehe Anlage 8. Es ergibt sich ein ausgeprägt plastischer Ton mit dem Gruppensymbol TA nach DIN 18196 mit einer Fließgrenze w_L von 66,51% und einer Ausrollgrenze w_P von 26,29% und einer sich daraus ergebenden Plastizitätszahl I_P von 40,22%. Die Konsistenzzahl I_C beträgt 0,575 entsprechend einer weichen Konsistenz.

3.4.5 Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeiten

Aus den in nachfolgender Tabelle aufgeführten Bohrungen wurden Proben entnommen und daran die einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1 bestimmt bzw. ergänzend mittels Punktlastversuch nach DGGT-Empfehlung Nr. 5 abgeschätzt.

Die Ergebnisse sind im Detail den Anlagengruppen 9 und 10 zu entnehmen. Nachfolgend sind die Ergebnisse in einer Tabelle zusammengestellt.

Bohrung	Entnahmetiefe	Einaxiale Druckfestigkeit q_u , einaxialer Druckversuch nach DGGT Nr. 1	Schätzung einaxiale Druckfestigkeit, Punktlastversuch nach DGGT Nr. 5 (axial)	Felsart
B20	18,26 – 18,50 m	2,04 MN/m ²	-	
B20	30,30 – 30,60 m	1,37 MN/m ²	-	Granit
B20	33,16 – 33,36 m	10,98 MN/m ²	-	Granit
B21	26,25 – 26,30 m	-	26 MN/m ²	Granit
B22	15,30 – 15,53 m	2,48 MN/m ²	-	Granit
B22	20,5 – 20,6 m	-	3 MN/m ²	Granit
B22	28,80 – 29,00 m	40,73 MN/m ²	-	Granit
B23	26,30 – 26,55 m	57,57 MN/m ²	-	Granit
B24	12,6 – 12,7 m	-	1 MN/m ²	Granit
B24	17,8 – 17,9 m	-	1 MN/m ²	Granit
B24	20,7 – 20,8 m	-	21 MN/m ²	Granit
B24	22,00 – 22,25 m	50,92 MN/m ²	-	Granit
B24	27,45 – 27,70 m	32,19 MN/m ²	-	Granit
B26	20,4 – 20,55 m	-	Bruchbild unklar	Granit
B26	22,7 – 22,9 m	-	Bruchbild unklar	Granit
B26	31,0 – 31,2 m	-	0,3 MN/m ²	Granit
B26	37,7 – 37,85 m	-	16 MN/m ²	Granit

3.4.6 Abrasivität

An zwei Proben wurde die Abrasivität nach NF P 94-430-1 bestimmt. Die Ergebnisse sind im Detail als Anlage 11 beigefügt. In nachfolgender Tabelle sind sie zusammengefasst:

Bohrung	Entnahmetiefe [m]	Felsart	A_{in} nach NF P 94-430-1	Klassifizierung nach CERCHAR, 1986
B23	25,80 – 26,00 m	Granit	4,3	extrem abrasiv
B24	14,80 – 14,90 m	Granit	1,8	abrasiv

3.4.7 Untersuchung Schwarzdeckenproben auf pechhaltige Bestandteile

Bei den Bohrungen B20 und B26 wurden durch die Bohrfirma Bohrkern aus der Schwarzdecke entnommen und zur Untersuchung auf pechhaltige Bestandteile ins Labor AIR Analytik, Nürnberg, verbracht.

Im Labor erfolgte eine quantitative Untersuchung der Schwarzdeckenproben hinsichtlich Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA und Phenolindex im Eluat. Die Versuchsergebnisse sind im Detail in Anlage 12 zusammengestellt. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammengefasst:

Bohrung	Entnahmetiefe	Gesamtgehalt im Feststoff PAK nach EPA in mg/kg	Phenolindex im Eluat in mg/l	Verwertungs-klasse nach Tabelle 1 RuVA-StB 01
B20	0 – 0,5 m	2,32	< 0,005	A
B26	0 – 0,18 m	0,3	< 0,005	A

3.4.8 Orientierende abfallrechtliche Untersuchung Boden

Zur Beurteilung des anstehenden Bodens auf Schadstoffe erfolgten orientierende Untersuchungen auf abfallrechtliche Parameter gemäß LAGA M 20 Boden (1997) und Deponieverordnung (DepV DK0 2011)) an 6 Bodenproben durch die R & H Umwelt GmbH, Nürnberg. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse enthält die nachfolgende Tabelle:

Bohrung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Art	Beschreibung	Orientierende Einstufung	
				LAGA M20 Boden (1997)	DepV DK0 2011
B20	0,5 – 1,0	EP	Auffüllung	> Z2	DK 0
B21	0,1 – 1,0	MP	Auffüllung	Z1.2	DK 0
B21	1,0 – 2,0		Auffüllung		
B21	2,2 – 2,9		Auffüllung		
B26	0,7 – 1,0	MP	Auffüllung	Z1.2	DK 0
B26	2,6 – 3,0		Auffüllung		

EP = Einzelprobe MP = Mischprobe

Einzelheiten zu den Untersuchungsergebnissen (u. a. Kurzstellungnahme zur abfallrechtlichen Bewertung, Prüfberichte) sind in Anlage 13 enthalten.

Anmerkungen:

- Bei den durchgeführten Analysen handelt sich um orientierende abfallrechtliche Untersuchungen an punktuell entnommenen Proben. Die Schadstoffbelastung innerhalb des Baufeldes kann schwanken.
Zur detaillierteren abfallrechtlichen Einstufung sind ergänzende Beprobungen im Zuge der Erdarbeiten erforderlich (Haufwerksbeprobung).

4 BODENKENNWERTE, HOMOGENBEREICHE

4.1 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können dem anstehenden Untergrund erfahrungsgemäß folgende charakteristische Bodenkennwerte zugeordnet werden:

Künstliche Auffüllungen	γ_k	18,0 ... 20,0 kN/m ³
	γ'_k	9,0 ... 11,0 kN/m ³
	φ'_k	30,0 °
	c'_k	0
	$E_{s,k}$	20 ... 30 MN/m ²
Talfüllungen, Ton/Schluff, weich ... steif	γ_k	18,0 kN/m ³
	γ'_k	8,0 kN/m ³
	φ'_k	20,0 ... 25,0 °
	c'_k	0 ... 2 kN/m ²
	$E_{s,k}$	3 ... 5 MN/m ²
Talfüllungen, Kies, mitteldicht	γ_k	19,0 ... 20,0 kN/m ³
	γ'_k	11,0 ... 12,0 kN/m ³
	φ'_k	32,5 ... 35,0 °
	c'_k	0 kN/m ²
	$E_{s,k}$	60 ... 80 MN/m ²
Buntsandstein, Sand, tonig, dicht	γ_k	20,0 ... 21,0 kN/m ³
	γ'_k	11,0 ... 12,0 kN/m ³
	φ'_k	30,0 ... 32,5 °
	c'_k	0 kN/m ²
	$E_{s,k}$	40 ... 60 MN/m ²

Granit, verwittert, Kies, Sand	γ_k	21,0 ... 22,0 kN/m ³
	γ'_k	11,0 ... 12,0 kN/m ³
	φ'_k	30,0 ... 32,5 °
	c'_k	0 kN/m ²
	$E_{s,k}$	40 ... 60 MN/m ²
Granit, mürbe	γ_k	21,0 ... 23,0 kN/m ³
	γ'_k	11,0 ... 13,0 kN/m ³
	φ'_k	35,0 ... 37,5 °
	c'_k	5 ... 10 kN/m ²
	$E_{s,k}$	60 ... 100 MN/m ²
Granit, hart	γ_k	23,0 ... 24,0 kN/m ³
	γ'_k	13,0 ... 14,0 kN/m ³
	φ'_k	37,5 ... 40,0 °
	c'_k	20 ... 50 kN/m ²
	$E_{s,k}$	> 100 MN/m ²

mit

γ_k	Wichte erdfeucht bzw. über Wasser	c'_k	Kohäsion des dränierten Bodens
γ'_k	Wichte unter Auftrieb bzw. unter Wasser	$E_{s,k}$	Steifemodul statisch
φ'_k	Reibungswinkel des dränierten Bodens		

4.2 Homogenbereiche DIN 183xx

Gemäß ATV DIN 183xx:2016-09 sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte, Bohrgeräte usw. vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Als Grundlage für die Einteilung in Homogenbereiche ist für den anstehenden Untergrund von folgenden Eigenschaften und Kennwerten sowie deren ermittelten Bandbreiten auszugehen. Die angegebenen Eigenschaften und Kennwerte beruhen auf Feldversuchen bzw. üblichen

Korrelationen und zum Teil auf Erfahrungswerten. Der Beschreibung des anstehenden Untergrundes liegen die DIN EN ISO Normen 14688-1:2013-12, 14688-2:2013-12 und 14689-1:2011-06 zugrunde.

Lockerböden

Homogenbereich DIN 183xx (siehe Tabelle unten)	B1	B2	B3	B4	
Ortsübliche Bezeichnung	Künstliche Auffüllungen	Talfüllungen Ton/Schluff, weich ... steif	Talfüllungen, Kies, mitteldicht	Buntsand- stein, verwittert	Granit, verwit- tert
Eigenschaften/Kennwerte					
Korngrößenverteilung (Kornkennzahlen)	n. bek.	n. bek.	0 0 5 5 ... 0 0 3 7	1 1 7 1 ... 0 1 8 1 (Tonlagen: n. bek.)	1 2 3 4 ... 1 1 3 5
Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke	0 ... 30%	0 ... 5%	0 ... 20%	0%	0 ... 10%
Dichte ρ	1,7 ... 2,1 t/m ³	1,8 ... 2,0 t/m ³	1,9 ... 2,0 t/m ³	1,9 ... 2,1 t/m ³	2,0 ... 2,2 t/m ³
Undrainede Scherfestigkeit c_u	-	20 ... 50 kN/m ²	-	-	-
Wassergehalt w_n	n. bek.	n. bek.	n. bek.	n. bek.	n. bek.
Plastizitätszahl I_p	-	20 ... 45%	-	- (Tonlagen: 20 ... 40%)	-
Konsistenzzahl I_c	-	0,5 ... 0,75	-	- (Tonlagen: 0,5 ... > 1,0)	-
Bezogene Lagerungsdichte I_D	15 ... 70%	-	35 ... 75%	65 ... 100%	65 ... 100%
Organischer Anteil	-	0 ... 10%	-	-	-
Abrasivität	n. bek.	n. bek.	n. bek.	n. bek.	n. bek.
Bodengruppe nach DIN 18196	GI, GW, GU/GT, GU*/GT*, SE, SW, SI, SU/ST, SU*/ST*	TM, TA, OU/OT	GI	SU/ST, SU*/ST*, (TA, TM)	GU/GT, GU*/GT*
Bodenklassen DIN 18300:2012-09 (informativ)	3, 4, (5)	4, 5	3	4, 5	4
Bodenklassen DIN 18301:2012-09 (informativ)	BN1, BN2, (BS1, BS3)	BB2	BN1, BS1	BN1, BN2, (BB2, BB3)	BN1, BN2, BS1

Fels

Homogenbereich DIN 183xx (siehe Tabelle unten)	X1	X2
Ortsübliche Bezeichnung	Granit, mürbe	Granit, hart
Eigenschaften/Kennwerte		
Benennung nach DIN EN ISO 14689-1	Granit	Granit
Dichte ρ	2,1 ... 2,3 t/m ³	2,3 ... 2,4 t/m ³
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689-1	mäßig verwittert ... stark verwittert veränderlich ... stark veränderlich	frisch ... schwach verwittert nicht veränderlich ... veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit q_u	0,3 ... 5 MN/m ²	20 ... > 100 MN/m ²
Trennflächenrichtung	<i>n. bek.</i>	<i>n. bek.</i>
Trennflächenabstand	60 ... 600 mm	60 ... 2000 mm
Gesteinskörperform	<i>n. bek.</i>	<i>n. bek.</i>
Abrasivität	abrasiv ... sehr abrasiv	extrem abrasiv
Bodenklassen DIN 18300:2012-09 (informativ)	6	7
Bodenklassen DIN 18301:2012-09 (informativ)	FV2 ... FV6, FD1	FV4 ... FV6, FD2, (FD1)

- Legende:
- für Schicht nicht relevant
 - kursiv* Erfahrungswerte auf Grundlage Bodenansprache
 - n. bek.* Angaben zum Parameter liegen nicht vor
 - () untergeordnet vorhanden

Die anstehenden Schichten lassen sich vorläufig in die in nachfolgender Matrix dargestellten Homogenbereiche einteilen. Die mögliche räumliche Verteilung der Homogenbereiche ist auf Anlage 14 informativ dargestellt.

Schicht	Homogenbereiche		
	ATV DIN 18300 Erdarbeiten	ATV DIN 18301 Bohrarbeiten	ATV DIN 18304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten
Künstliche Auffüllungen	B1	B1	B1
Talfüllungen, Ton/Schluff, weich ... steif	B2	B2	B2
Talfüllungen, Kies, mitteldicht	B3	B3	B3

Buntsandstein, verwittert Sand, tonig, dicht	B4	B4	B4
Granit, verwittert Kies, Sand			
Granit, mürbe	X1	X1	X1
Granit, hart	X2	X2	X2

5 GRÜNDUNGSTECHNISCHE FOLGERUNGEN

5.1 Allgemeines, Gründungsempfehlung

Nach derzeitigem Planstand (siehe (U2)) liegen die Fundamentunterkanten der neuen Brücke in Achse 10 auf etwa 346,3 müNN, in den Achsen 20 und 30 auf etwa 341,7 müNN und in Achse 40 auf etwa 344,5 müNN. Für die Behelfsbrücke liegen keine Daten vor.

Gemäß E-Mail des Büros Fritsche Ingenieure vom 30. September 2016 ist in den Achsen 20 und 30 mit charakteristischen Lasten in einer Größenordnung von 19 MN + 5,5 MN (ständig + veränderlich) und in Achse 20 in einer Größenordnung von 9,5 MN + 1,8 MN (ständig + veränderlich) zu rechnen. In Achse 10 sind die ständigen Lasten etwas geringer. Die Gründungssohle liegt in Achse 10 1,2 ... 1,8 m über dem Grundwasserspiegel, in Achse 20 und 30 etwa 3 m unter und in Achse 40 etwa 0,7 ... 0,9 m unter dem Flusswasser-/Grundwasserspiegel (jeweils zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchungen).

Ausgehend von einer Flachgründung in Höhe der o. g. planmäßigen Fundamentunterkanten kommen die Gründungssohlen in Achse 10 im mitteldicht gelagerten Kies und in Achse 20, 30 und 40 voraussichtlich bereits in oder knapp über den tonigen Sanden des verwitterten Buntsandsteins zu liegen. Die tonigen Sande des verwitterten Buntsandsteins mit weichen ... halb-festen Toneinlagerungen sind als nicht ausreichend tragfähig zu bezeichnen. Dies gilt analog für den zu bindigen Kiesen verwitterten Granit. Ausreichend tragfähige Schichten werden erst mit dem mürben Granit erreicht.

Es wird eine Tiefgründung auf Pfählen, z. B. Bohrpfählen nach DIN EN 1536 erforderlich.

Eine Pfahlgründung bietet voraussichtlich auch Vorteile hinsichtlich der flexibleren Festlegung der Höhenlagen der Fundamentunterkanten sowie eine hinsichtlich der Gründung weitgehende Unabhängigkeit von den eventuell vorher, parallel oder im Nachgang zum Brückenbau geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen.

5.2 Tiefgründung auf Bohrpfählen gemäß DIN EN 1536

5.2.1 Axiale Pfahlwiderstände

Für die Bemessung der Bohrpfähle kann von den in nachfolgenden Tabellen angegebenen charakteristischen Werten ausgegangen werden. Die Bohrpfähle sind mindestens 2,5 m in den mindestens mürben Granit einzubinden. Die Mindestpfahlänge beträgt 5,0 m.

Schicht	Charakteristischer Pfahlspitzendruck (Bruchwert) $q_{b,k}$ [kN/m ²]	Charakteristische Pfahlmantelreibung (Bruchwert) $q_{s,k}$ [kN/m ²]
Künstliche Auffüllungen und Talfüllungen (Schluff)	-	-
Talfüllungen (Kies, mitteldicht)	-	60
Buntsandstein, verwittert (Sand, tonig, dicht) und Granit, verwittert (Kies, Sand)	-	120
Granit, mürbe	2.500	200
Granit, hart	5.000	300

Für die Bemessung der Pfähle ist auf Grundlage der vorliegenden Aufschlüsse von folgenden Schichtgrenzen auszugehen:

Neubau Große Regenbrücke

Schicht	Schichtgrenzen [müNN]					
	Achse 10	Achse 20	Hilfsstütze Süd	Hilfsstütze Nord	Achse 30	Achse 40
Künstliche Auffüllungen und Talfüllungen (Schluff)	bis 346,3	-	-	-	-1)	bis 344,5
Talfüllungen (Kies, mitteldicht)	bis 342,3	bis 342,1	bis 342,6	bis 342,1	bis 342,1 ¹⁾	bis 343,6
Buntsandstein, verwittert (Sand, tonig, dicht) und Granit, verwittert (Kies, Sand)	bis 337,0	bis 331,7	bis 331,9	bis 332,5	bis 332,5 ¹⁾	bis 332,6

Granit, mürbe	bis 319,0	bis 319,0	bis 319,0	bis 319,0	bis 313,5 ²⁾	bis 313,5
Granit, hart	ab 319,0	ab 319,0	ab 319,0	ab 319,0	ab 313,5 ²⁾	ab 313,5

¹⁾ kein Aufschluss vorhanden, auf der sicheren Seite Ansatz wie Hilfsstütze Nord

²⁾ kein Aufschluss vorhanden, auf der sicheren Seite Ansatz wie Achse 40

Behelfsbrücke

Schicht	Schichtgrenzen [müNN]					
	Pfeiler bei Achse 10	Pfeiler bei Achse 20	Pfeiler bei Hilfsstütze Süd	Pfeiler bei Hilfsstütze Nord	Pfeiler bei Achse 30	Pfeiler bei Achse 40
Künstliche Auffüllungen und Talfüllungen (Schluff)	bis 345,7	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	bis 344,0
Talfüllungen (Kies, mitteldicht)	bis 342,3	bis 342,1 ¹⁾	bis 342,6 ¹⁾	bis 342,1 ¹⁾	bis 342,1 ¹⁾	bis 344,0
Buntsandstein, verwittert (Sand, tonig, dicht) und Granit, verwittert (Kies, Sand)	bis 336,0	bis 331,7 ¹⁾	bis 331,9 ¹⁾	bis 332,5 ¹⁾	bis 332,5 ¹⁾	bis 335,8
Granit, mürbe	bis 319,0	bis 319,0 ¹⁾	bis 319,0 ¹⁾	bis 319,0 ¹⁾	bis 313,5 ¹⁾	bis 313,5 ¹⁾
Granit, hart	ab 319,0	ab 319,0 ¹⁾	ab 319,0 ¹⁾	ab 319,0 ¹⁾	ab 313,5 ¹⁾	ab 313,5 ¹⁾

¹⁾ kein Aufschluss vorhanden, vorläufig Ansatz wie angrenzender Pfeiler bzw. angrenzende Hilfsstütze des Brückenneubaus

Anmerkung: Im Bereich der Achse 30 des Brückenneubaus und im Bereich der Pfeilerstandorte der Behelfsbrücke im Fluss liegen keine (direkten) Aufschlüsse vor. Im Zuge der Bauausführung sind vorab ergänzende Aufschlüsse auszuführen oder die angenommene Schichtung ist während der Bohrarbeiten für die Pfähle durch einen Sachverständigen für Geotechnik zu bestätigen. Im zweiten Fall werden gegebenenfalls Pfahlverlängerungen erforderlich (Berücksichtigung bei der Ausschreibung).

Die Bemessungswiderstände errechnen sich unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände (Pfahlwiderstände aufgrund von Erfahrungswerten) nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) bzw. DIN 1054-2010-12 (Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1).

Bei der Ausführung von Druckpfahlgruppen beteiligen sich i. d. R. die einzelnen Pfähle in unterschiedlichem Maße an der Aufnahme der auf die Pfahlgruppe wirkenden Einwirkungen. Eine mögliche Verschlechterung im Tragverhalten gegenüber dem unbeeinflussten Einzelpfahl infolge Gruppenwirkung ist zu berücksichtigen, sofern eine maßgebliche Gruppenwirkung vorliegt. Hierzu sind die Angaben im Kapitel 8.2 der EA-Pfähle hinsichtlich Pfahlwiderstände und Setzungsverhalten zu beachten.

5.2.2 Querbelastung

Horizontallasten können durch eine seitliche Pfahlbettung aufgenommen werden. Sofern es nur auf eine hinreichend zutreffende Ermittlung des Biegemomentes ankommt, kann der Bettungsmodul nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$k_{s,k} = E_{s,k} / D_s$$

mit

$k_{s,k}$ = charakteristischer Wert des Bettungsmoduls [MN/m³]

$E_{s,k}$ = charakteristischer Wert des Steifemoduls [MN/m²]

D_s = Pfahlschaftdurchmesser [m]

Hierfür kann von folgender Steifemodulverteilung ausgegangen werden:

	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
Künstliche Auffüllungen und Talfüllungen (Schluff)	-
Talfüllungen (Kies, mitteldicht)	60
Buntsandstein, verwittert (Sand, tonig, dicht) und Granit, verwittert (Kies, Sand)	50
Granit, mürbe	80
Granit, hart	100

Die im Kapitel 5.2.1 angegebenen Schichtgrenzen gelten analog.

Beim Ansatz des Bettungsmoduls ist folgendes zu beachten:

- Die angegebene Bettungsmodulverteilung ist nur zulässig, solange eine rechnerische maximale charakteristische Horizontalverschiebung von 2 cm oder $0,03 \cdot D_s$ nicht überschritten wird.
- Die Pressungen zwischen dem Pfahl und dem umgebenden Boden dürfen den auf die Breite des Pfahles bezogenen Erdwiderstand beim Bruch nicht erreichen.
- Bei Pfahlgruppen sind die Abminderungsfaktoren nach den Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (EA Pfähle) 2012, Abschnitt 8.2.3, zu berücksichtigen.

5.2.3 Hinweise, Anmerkungen

- Die Bohrpfähle sind durch den Baugrundgutachter abzunehmen.
- Bei der Herstellung der Pfähle sind die Vorgaben der DIN EN 1536 „Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Bohrpfähle“ zu beachten.

5.3 Widerlager und Überbau

Bei den äußeren Brückenfeldern handelt es, sich wie in Abschnitt 2 beschrieben, um integrale 1-Feld-Bauwerke, d.h. der Baugrund fließt mit seinen Baustoffeigenschaften in das statische System ein. Ungleichmäßige vertikale Setzungen können zu Verkipnungen und Zwangsbeanspruchungen führen.

Die Bauwerke sind, wie in Abschnitt 2 beschrieben, in die Schwierigkeitsklasse 2 einzustufen. Für den Ansatz von Steifigkeitsparametern für Berechnungen zur Untersuchung der Interaktion Bauwerk - Baugrund (Sensitivitätsanalyse) können die in der Tabelle in Abschnitt 5.2.2. angegebenen charakteristischen Werte für die Steifemoduln E_s verwendet werden.

Des Weiteren ist die Interaktion zwischen Widerlagerwandbewegung und Erddruck zu berücksichtigen. Dabei treten neben monotonen Verkürzungen aus Kriechen und Schwinden sowohl positive als auch negative Wandverschiebungen infolge Temperaturänderungen auf (Sommer- bzw. Winterstellung).

Für die Bemessung der Widerlager auf Erddruck sind die gemäß Abschnitt 3.2 der Richtlinie „RE-ING - Teil 2 Brücken - Abschnitt 5 Integrale Bauwerke“ genannten Erddruckansätze zu berücksichtigen.

Allgemein sind bei der Dimensionierung des Überbaus in allen Feldern folgende Setzungsdifferenzen zu berücksichtigen:

Wahrscheinliche Setzungsdifferenz: 0 ... 0,5 cm

Grenzwerte der möglichen Setzungsdifferenz: 0 ... 1 cm

5.4 Hinterfüllung

Hinsichtlich der Hinterfüllung sind die Vorgaben des FGSV-Merkblattes 526 ("Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke") und der ZTV E-StB 09 ("Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau") zu beachten.

Als Auffüllmaterial für die Hinterfüllung und den Überschüttbereich ist gemäß dem FGSV-Merkblatt 526 grobkörniges und gemischtkörniges Material mit einem Feinkornanteil (Korndurchmesser < 0,06 mm) von ≤ 15 Massen-% zu verwenden. Dies sind Böden mit den Gruppensymbolen GE, GW, GI, GU, GT, SE, SW, SI, SU und ST nach DIN 18196).

Bei einer fachgerecht verdichteten Hinterfüllung des Bauwerkes mit grob-/gemischtkörnigem Bodenmaterial können folgende charakteristische Kennwerte angesetzt werden:

$$\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma'_k = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi'_k = 35,0^\circ$$

$$c'_k = 0$$

$$E_{s,k} = 50 \text{ MN/m}^2$$

Bei integralen Bauwerken kommt es infolge periodischer Wandverschiebungen durch Temperaturänderungen zur Verdichtungen im Hinterfüllbereich. Zur Minimierung der Gesamtverschiebung sind bei Bedarf (rechnerischer Nachweis) geeignete Übergangskonstruktionen am Übergang Bauwerk-Hinterfüllung vorzusehen.

6 BAUAUSFÜHRUNG

Anmerkung: Im Bereich der neuen Brücke sind neue Hochwasserschutzmaßnahmen geplant. Detaillierte Planungen hierzu liegen zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch nicht vor. Daher werden nachfolgend nur grundsätzliche Empfehlungen zur Bauausführung gemacht, welche nach Vorliegen von Planungen zum Hochwasserschutz gegebenenfalls angepasst werden müssen.

6.1 Baugruben, Wasserhaltung

Die Baugrubensohlen für die Widerlager, Pfeiler und Hilfsstützen liegen (voraussichtlich mit Ausnahme des Widerlagers in Achse 10 sowie der Behelfsbrückenpfeiler im Uferbereich) jeweils unterhalb des Grundwasser- bzw. des Flusswasserspiegels. Zudem ist zu beachten, dass die Baugruben im Uferbereich so gestaltet werden müssen, dass der bestehende Hochwasserschutz nicht verschlechtert wird.

Die Baugruben sind daher mit einem wasserdichten Verbau zu umschließen. Als wasserdichter Verbau ist z. B. eine im Schloss gerammte Spundwand mit Einbindung in die bindigen, schwach wasserdurchlässigen Sande des Buntsandsteins denkbar.

Zum Einbringen der Spundbohlen werden in den anstehenden dicht gelagerten Böden Lockerungsbohrungen (Homogenbereich B3), teilweise auch Bodenaustauschbohrungen mit großem Durchmesser (z.B. 600 ... 800 mm) (Homogenbereiche B4, X1) erforderlich. Insbesondere werden Austausch- bzw. Kernbohrungen im Bereich der vorhandenen Wehr- und Ufermauern sowie anderweitigen Einbauten am Ufer oder im Fluss notwendig.

Der wasserdichte Verbau (Spundwandverbau) ist, um Wasserumfläufigkeiten zu verhindern, soweit wie möglich, mindestens auf den untersten ca. 0,5 m, in die schwach wasserdurchlässigen bindigen Sande einzurammen. Lockerungsbohrungen bzw. Austauschbohrungen müssen daher mindestens 0,5 m über der planmäßigen Bohlenunterkante enden.

Außerhalb des Einflussbereiches von Bauwerken und zu sichernden Sparten (Gas-, Wasserleitungen etc.) kann der Verbau für den aktiven Erddruck bemessen werden. Ansonsten ist ein erhöhter aktiver Erddruck von $0,5 \times \text{aktiver Erddruck} + 0,5 \times \text{Erdruchdruck}$ anzusetzen. Bei

Ansatz des aktiven Erddruckes sind kleinere Verformungen an der Geländeoberfläche nicht auszuschließen. Der Verbau ist nach statischen Erfordernissen auszusteiern.

Die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch ist nachzuweisen.

Zur Absenkung des Grundwasserspiegels sowie zur Restwasserhaltung innerhalb der wasser dicht umschlossenen Baugrube ist eine offene Wasserhaltung mit Pumpensäulen/Schachtbrunnen ausreichend.

Bei der Planung und Ausführung der Baugrube sind die Unfallverhütungsvorschriften, die Vorschriften der DIN 4123 und der DIN 4124 sowie die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben“ (EAB) der deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau zu beachten.

6.2 Erdarbeiten, Bohrarbeiten

Für die Brückenbauarbeiten wird im Regen ein Arbeitsplanum bzw. ein Damm aufgeschüttet.

Für die Aufschüttung des Arbeitsplanums empfiehlt sich u. E. der Einsatz von grobkörnigem Felsmaterial ohne Feinteile. Das Material ist so zu wählen, dass eine ausreichende Tragfähigkeit gegeben ist, in den für Rammungen bzw. Bohrungen vorgesehenen Bereichen diese Arbeiten ohne Behinderung möglich sind und in den übrigen Bereich eine möglichst hohe Durchlässigkeit gewährleistet wird.

7 STRASSENBAU

7.1 Allgemeines

Im Zuge des Neubaus der Brücke werden die Straßenbereiche im Anschluss an die Widerlager neu ausgebaut.

Für die Straßen wird eine Einstufung in die Belastungsklasse Bk10 gemäß RStO 12 vorgenommen. Es wird von einer Bauweise der neuen Verkehrsflächen mit Asphalttragschicht ausgegangen.

7.2 Frostempfindlichkeit Planum

Der neue Oberbau gründet im Bereich der Bestandsfahrbahnen und teilweise auf ergänzenden Anschüttungen. Für den Bau der Anschüttungen wird davon ausgegangen, dass nicht bindige bis schwach bindige Böden verwendet werden. Diese sind i.d.R. den Frostempfindlichkeitsklassen F1 und F2 zuzuordnen.

Im Bereich der vorhandenen Straßenkörper ist, soweit hier Aufschlüsse vorliegen, im allgemeinen mit künstlich aufgefüllten schwach bindigen ... bindigen Sanden und Kiesen zu rechnen, die den Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 zuzuordnen sind.

Da eine Abgrenzung bestimmter Frostempfindlichkeitsklassen in der Praxis oftmals nur schwer möglich ist, wird für die Festlegung der Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus nachfolgend vom ungünstigen Fall, der Frostempfindlichkeitsklasse F3 ausgegangen. Es wird ein frostsicherer Oberbau gemäß RStO 12 erforderlich.

7.3 Erforderliche Dicke des frostsicheren Aufbaus gemäß RStO 12

Die sich aus den vorhandenen Randbedingungen ergebende Dicke des frostsicheren Aufbaus inkl. Mehr- und Minderdicken gemäß RStO 12 ist, für eine Bauweise mit Asphaltdecke in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Beschreibung		Belastungsklasse Bk10
Ausgangswert für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus		65 cm
Örtliche Verhältnisse		
Frosteinwirkung	Zone II	+ 5 cm
Wasserverhältnisse im Untergrund	Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum	+ 5 cm
Entwässerung der Fahrbahn/Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen	- 5 cm
Summe		70 cm

7.4 Tragfähigkeit des Untergrundes, Baugrundverbesserung

Auf frostempfindlichem Untergrund ist in Höhe Planum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Auf Höhe OK-Frostschutzschicht ist gemäß RStO 12 bei einer Bauweise mit Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht ein E_{v2} -Wert von $\geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Bei Herstellung der Verkehrsflächen auf neu errichteten Dämmen gemäß den Vorgaben des Abschnittes 7.5 kann davon ausgegangen werden, dass die Verdichtungsanforderungen in Höhe Planum eingehalten werden können.

Bei den anstehenden bindigen Sanden und Kiesen in Höhe Planum kann der geforderte E_{v2} -Wert von 45 MN/m^2 erfahrungsgemäß bereichsweise nicht erreicht werden. Der erzielbare E_{v2} -Wert liegt voraussichtlich in einer Größenordnung von $20 \dots 30 \text{ MN/m}^2$, d.h. es werden Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums (z.B. Bodenaustauschmaßnahmen) erforderlich. Für die Ausführung von Bodenaustauschmaßnahmen kann, vorbehaltlich der Ausführung von Probelastungen, je nach Bodenart in Höhe Planum, vorläufig von einer Dicke von rd. $20 \dots 30 \text{ cm}$ für den zusätzlichen Bodenaustausch (FSS 0/56) ausgegangen werden.

Alternativ zu Bodenaustauschmaßnahmen besteht auch die Möglichkeit, die Tragfähigkeit der anstehenden Böden durch Behandlung mit hydraulischen Bindemitteln zu erhöhen.

7.5 Erstellung der Dämme/Anschüttungen

Grundsätzlich empfiehlt sich für den Aufbau der Anschüttungen/Dämme die Verwendung von nicht bindigem bis schwach bindigem Material. Dies sind Sande und Kiese mit einem Feinkornanteil (Korndurchmesser < 0,06 mm) von ≤ 15 Massen-% (Gruppensymbole GW, GI, GU, GT, SW, SI, SU und ST nach DIN 18196).

Dabei werden gemäß ZTV E-StB 09 bei Dämmen folgende Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad gestellt:

Dammabaumaterial – Grob- und gemischtkörnige Böden		
Bereich	Bodengruppen	D _{pr} (%)
Planum bis 1,0 m Tiefe	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST	100
1,0 m unter Planum bis Dammsohle	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST	98

Für die Herstellung der Dämme sind aus geotechnischer Sicht folgende Punkte zu beachten:

- Vor dem Aufbau der Dämme sind gegebenenfalls anstehende weiche oder locker gelagerte Böden auszukoffern und durch das Dammbaumaterial zu ersetzen.
- Das Dammbaumaterial ist lagenweise einzubauen und gut zu verdichten. Die Lagenstärke ist abhängig vom verwendeten Verdichtungsgerät, sie darf jedoch 0,3 ... 0,4 m (im unverdichteten Zustand) nicht überschreiten. Die o. g. Einbaudichten sind nachzuweisen. Der Verdichtungserfolg ist durch Feldversuche (Dichtebestimmung / statische Plattendruckversuche) während der Erdarbeiten zu überprüfen.
- Bei Anschüttungen an die bestehenden Straßendämme sind Stufen bzw. Abtreppungen (Stufenhöhen ca. 0,6 m) anzulegen. Die Sohle der Abtreppungen ist bei anstehendem nichtbindigem Boden soweit möglich nachzuverdichten. Planumsflächen in bindigen Böden sind glatt abzuwalzen. Oberflächlich vorhandene aufgeweichte Schichten sind zu entfernen, soweit diese nicht bereits bei der Herstellung der Abtreppung mit

ausgeräumt wurden. Auf eine ausreichende Entwässerung des Verzahnungsbereiches (z.B. durch Sickerstränge, Flächendrängschichten) ist zu achten.

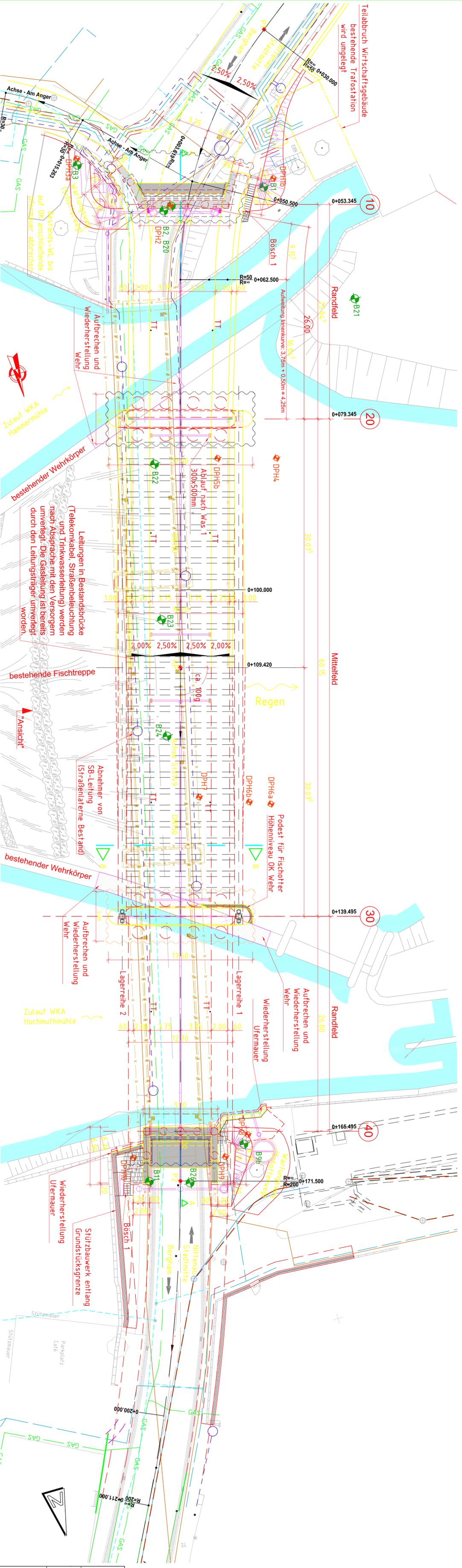
- Vor Beginn der Dammschüttungen sind Probefelder anzulegen, um zu überprüfen, ob die Anforderungen an das Dammbaumaterial und die Verdichtung mit den gewählten Arbeitsverfahren und dem vorgesehenen Schüttmaterial erreicht werden können bzw. um ggf. ergänzende Maßnahmen festlegen zu können.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.



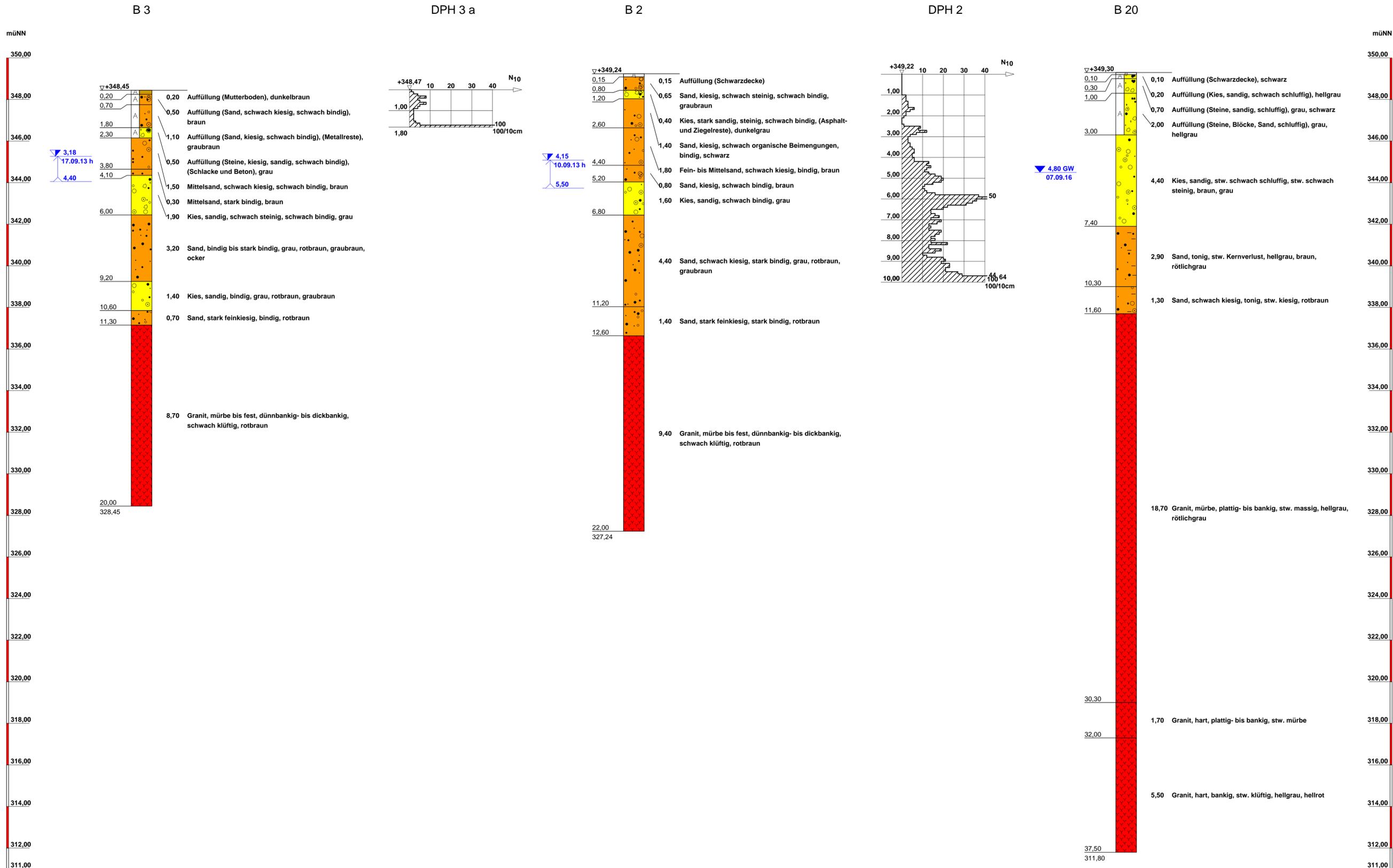


Projektnummer: G 01415	BV.: St2149 Nittenau Ersatzneubau Große Regenbrücke	
Maßstab: 1 : 10.000	Übersichtslageplan	Anlage: 1
Baugrundinstitut Dr.-Ing. Spotka & Partner GmbH Finkenweg 4, 92353 Postbauer-Heng Tel.: 09188/9400-0, Fax: 09188/9400-49 E-Mail: info@spotka.de. web: www.spotka.de		



Zeichenerklärung:
 ● B Aufschlussbohrung
 ● DPH Rammsondierung

Projektnummer:	St 2149 Nittenau	
Bauvorhaben:	Ersatzneubau Große Regenbrücke	
Maßstab:	M = 1 : 200	Anlage:
		2
Baugrundinstitut Dr.-Ing. Spotka & Partner GmbH Finkenweg 4, 92353 Postbauer-Heng Tel.: 09188/9400-0, Fax: 09188/9400-49 E-Mail: info@spotka.de, web: www.spotka.de		



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN
 ○ B Bohrung

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER
 Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1
 Grundwasser ansteigend

BODENARTEN

Auffüllung	A	A	
Blöcke	Y	Y	
Kies	G g	G g	
Mutterboden	Mu	Mu	
Sand	S s	S s	
Schluff	U u	U u	
Steine	X x	X x	
Ton	T t	T t	

FELSARTEN
 Granit Gr

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein	schwach (< 15 %)
m	mittel	stark (ca. 30-40 %)
g	groß	sehr schwach; - sehr stark

NEBENANTEILE

HÄRTE
 h hart
 mü mürbe
 b bankig

SCHICHTUNG
 pl plattig
 diba dickbankig
 dba dünnbankig
 klü schwach klüftig

KLÜFTUNG

RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe		leicht			mittelschwer			schwer		
Spitzenquerschnitt	2,50 cm	3,50 cm	4,50 cm	5,00 cm ²	6,00 cm ²	10,00 cm ²	15,00 cm ²	2,50 cm	3,50 cm	4,50 cm
Gesamtdruckmesser	2,25 cm	2,25 cm	2,25 cm	2,25 cm	2,25 cm	2,25 cm	2,25 cm	2,25 cm	2,25 cm	2,25 cm
Rammhöhe	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg	50,00 kg	50,00 kg	50,00 kg	50,00 kg	20,00 cm	20,00 cm	20,00 cm
Patthöhe	50,0 cm	20,00 cm	20,00 cm	20,00 cm	20,00 cm	20,00 cm	20,00 cm			

BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2

0,30-0,30	13 Schl./30cm	offene Spitze
0,30-0,30	15 Schl./30cm	geschlossene Spitze

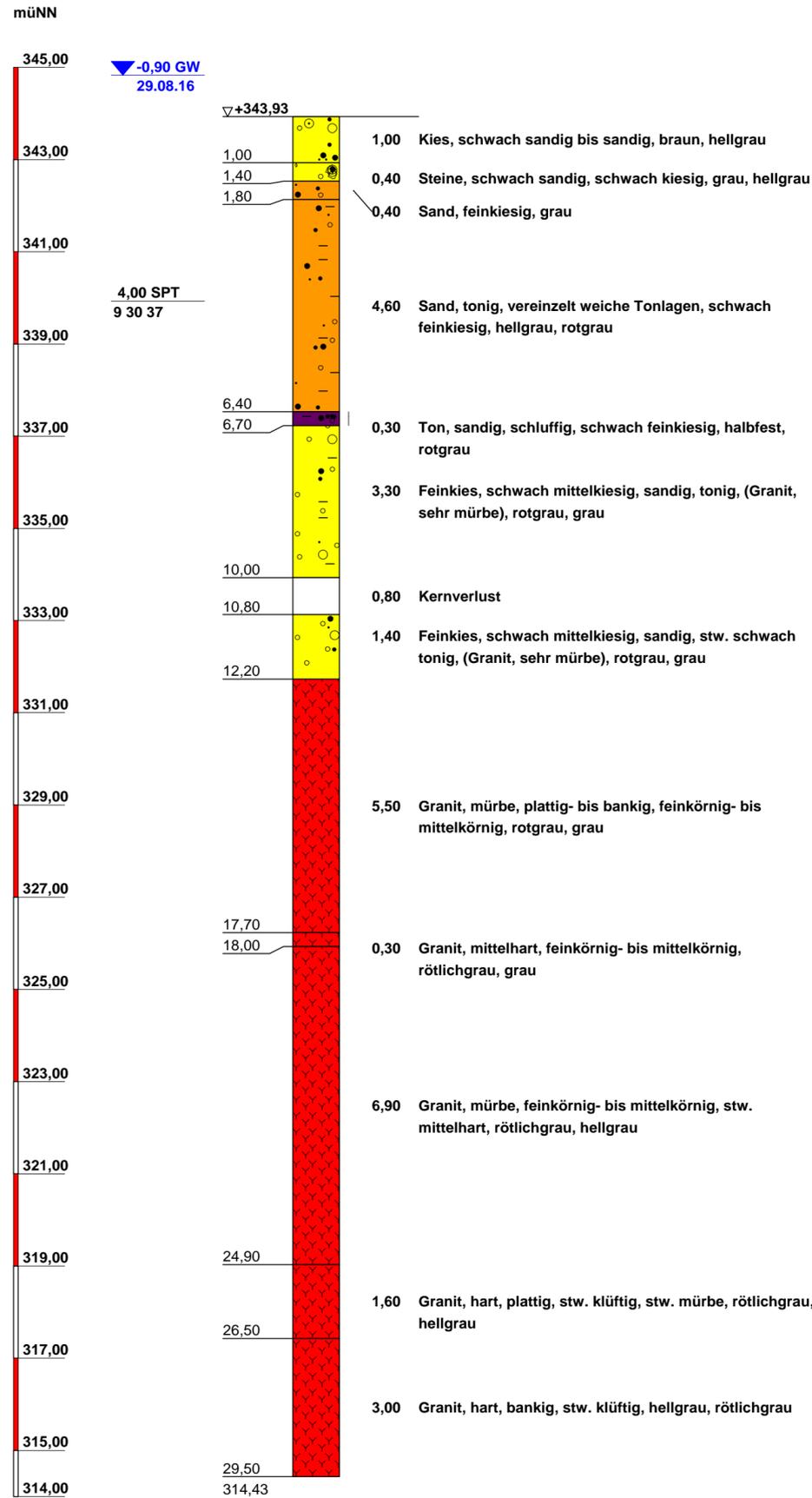
Bauvorhaben:
 St 2149, Nittenau, Ersatzneubau Große Regenbrücke Achse 10

Planbezeichnung:
 AUFSCHLÜSSE
 B3, DPH3a, B2, DPH2, B20

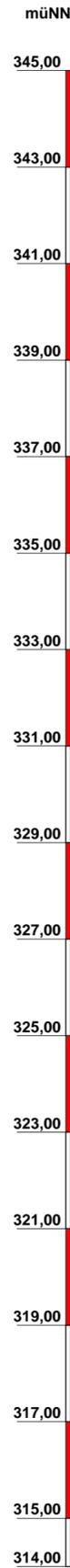
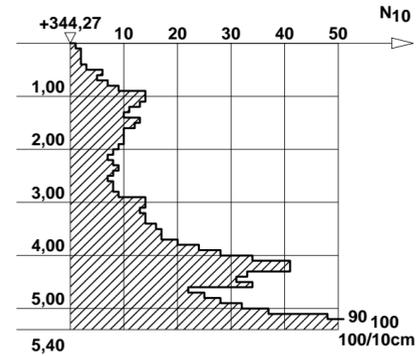
Anlage-Nr:	3/1	Maßstab:	1 : 100
Bearbeiter:	Bauer	Datum:	06.10.16
Gezeichnet:	Bl.	Geändert:	
Gesehen:		Gesehen:	460 900
Projekt-Nr:	G01415		

BAUGRUNDINSTITUT
 Dr.-Ing. Spotka & Partner GmbH
 Finkenweg 4
 92353 Postbauer-Heng
 Tel. 09188/94 00-0
 Fax. 09188/94 00-49

B 22



DPH 5 b



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN

○ B Bohrung

BODENARTEN

Kies kiesig G g
 Sand sandig S s
 Schluff schluffig U u
 Steine X x
 Ton tonig T t

KORNGRÖßENBEREICH

f fein
 m mittel
 g grob

KONSISTENZ

hfst | halbfest

RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe	leicht			mittelschwer			schwer		
	2,52 cm	3,56 cm	4,37 cm	5,00 cm ²	10,00 cm ²	15,00 cm ²	2,20 cm	2,20 cm	3,20 cm
Spitzendurchmesser	2,20 cm	2,20 cm	2,20 cm	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm
Gestängedurchmesser	50,0 cm	50,0 cm	50,0 cm	50,0 cm	20,00 cm	50,00 cm			
Rammblödgewicht									
Fallhöhe									

Tiefe (m)

PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1
 ▽ Ruhewasserstand

FELSARTEN

Granit Gr

NEBENANTEILE

' schwach (< 15 %)
 - stark (ca. 30-40 %)
 " sehr schwach; = sehr stark

HÄRTE

h hart
 mh mittelhart
 mü mürbe

SCHICHTUNG

b bankig
 pl plattig

BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2

Tiefe (m)	0,35-0,80 Schl./30cm		offene Spitze
	5/6/7	1,65-2,00 15 Schl./30cm	
6/7/8			geschlossene Spitze

Bauvorhaben:

St 2149, Nittenau, Ersatzneubau Große Regenbrücke
 Achse 20

Planbezeichnung:

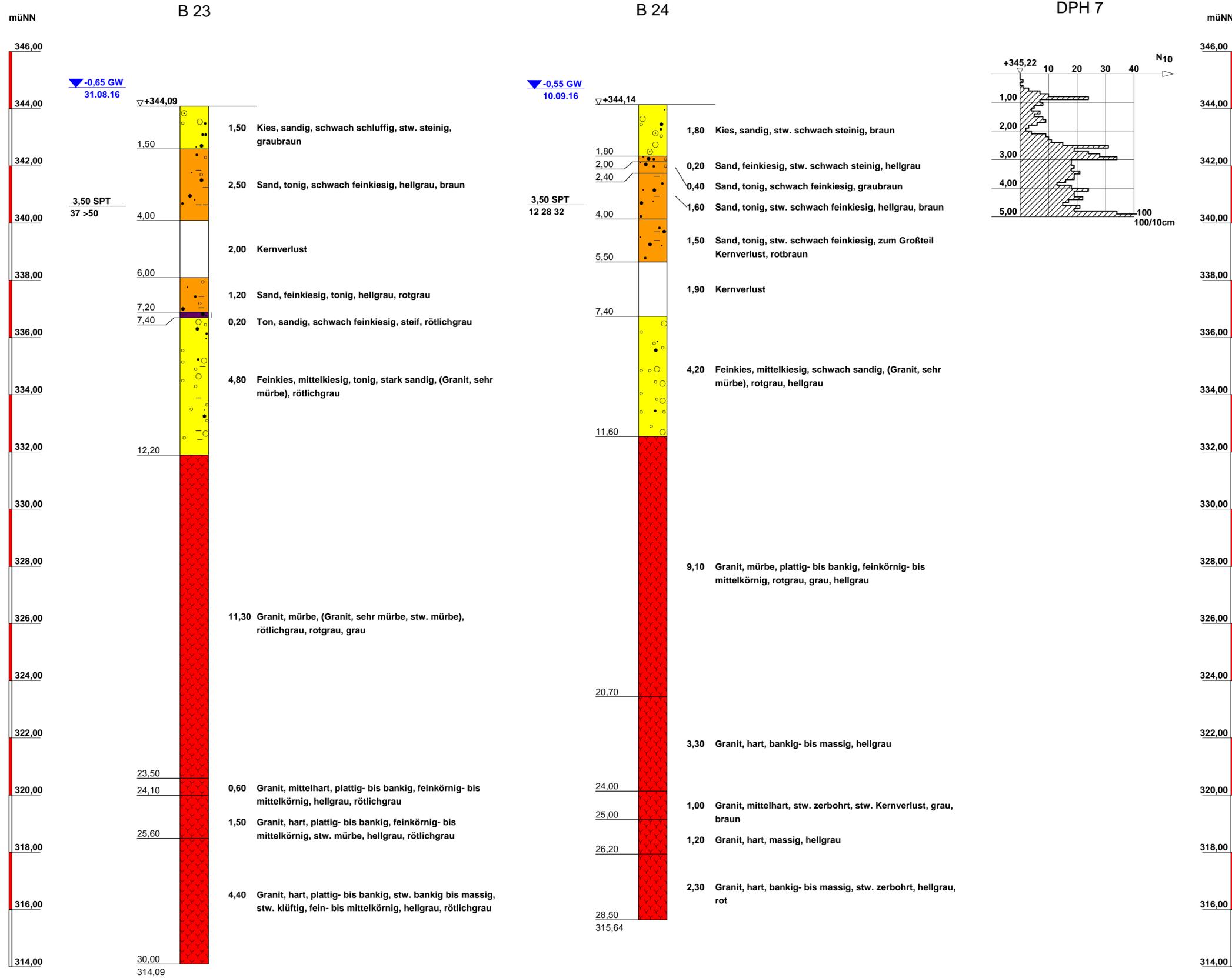
AUFSCHLÜSSE
 B22, DPH5b

Anlage-Nr: 3/2

Maßstab: 1 : 100

BAUGRUNDINSTITUT
 Dr.-Ing. Spotka & Partner GmbH
 Finkenweg 4
 92353 Postbauer-Heng
 Tel. 09188/94 00-0
 Fax. 09188/94 00-49

Bearbeiter: Bauer	Datum: 06.10.16
Gezeichnet: Bi.	
Geändert:	
Gesehen:	380 600
Projekt-Nr: G01415	



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

<u>UNTERSUCHUNGSSTELLEN</u>		<u>PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER</u>																										
○ B	Bohrung	▼	Ruhewasserstand																									
<u>BODENARTEN</u>		<u>FELSARTEN</u>																										
Kies	kiesig G g	Granit	Gr																									
Sand	sandig S s																											
Schluff	schluffig U u																											
Ton	tonig T t																											
<u>KORNGRÖßENBEREICH</u>		<u>NEBENANTEILE</u>																										
f	fein	'	schwach (< 15 %)																									
m	mittel	-	stark (ca. 30-40 %)																									
g	grob	"	sehr schwach; " sehr stark																									
<u>KONSISTENZ</u>		<u>HÄRTE</u>																										
stf	steif	h	hart																									
		mh	mittelhart																									
		mü	mürbe																									
		b	bankig																									
		pl	plattig																									
		ma	massig																									
<u>RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2</u>		<u>BOHRLOCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-2</u>																										
<table border="0"> <tr> <td>leicht</td> <td>mittelschwer</td> <td>schwer</td> </tr> <tr> <td>Spitzendurchmesser 2,52 cm</td> <td>3,56 cm</td> <td>4,37 cm</td> </tr> <tr> <td>Spitzengewicht 5,00 cm²</td> <td>10,00 cm²</td> <td>15,00 cm²</td> </tr> <tr> <td>Gestängedurchmesser 2,20 cm</td> <td>2,20 cm</td> <td>3,20 cm</td> </tr> <tr> <td>Rammbargewicht 10,00 kg</td> <td>30,00 kg</td> <td>50,00 kg</td> </tr> <tr> <td>Füllhöhe 50,0 cm</td> <td>20,00 cm</td> <td>50,00 cm</td> </tr> </table>	leicht	mittelschwer	schwer	Spitzendurchmesser 2,52 cm	3,56 cm	4,37 cm	Spitzengewicht 5,00 cm ²	10,00 cm ²	15,00 cm ²	Gestängedurchmesser 2,20 cm	2,20 cm	3,20 cm	Rammbargewicht 10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg	Füllhöhe 50,0 cm	20,00 cm	50,00 cm	<table border="0"> <tr> <td>0,55-0,80 13 Schl./30cm</td> <td>offene Spitze</td> </tr> <tr> <td>5/6/7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1,55-2,00 15 Schl./30cm</td> <td>geschlossene Spitze</td> </tr> <tr> <td>6/7/8</td> <td></td> </tr> </table>		0,55-0,80 13 Schl./30cm	offene Spitze	5/6/7		1,55-2,00 15 Schl./30cm	geschlossene Spitze	6/7/8	
leicht	mittelschwer	schwer																										
Spitzendurchmesser 2,52 cm	3,56 cm	4,37 cm																										
Spitzengewicht 5,00 cm ²	10,00 cm ²	15,00 cm ²																										
Gestängedurchmesser 2,20 cm	2,20 cm	3,20 cm																										
Rammbargewicht 10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg																										
Füllhöhe 50,0 cm	20,00 cm	50,00 cm																										
0,55-0,80 13 Schl./30cm	offene Spitze																											
5/6/7																												
1,55-2,00 15 Schl./30cm	geschlossene Spitze																											
6/7/8																												

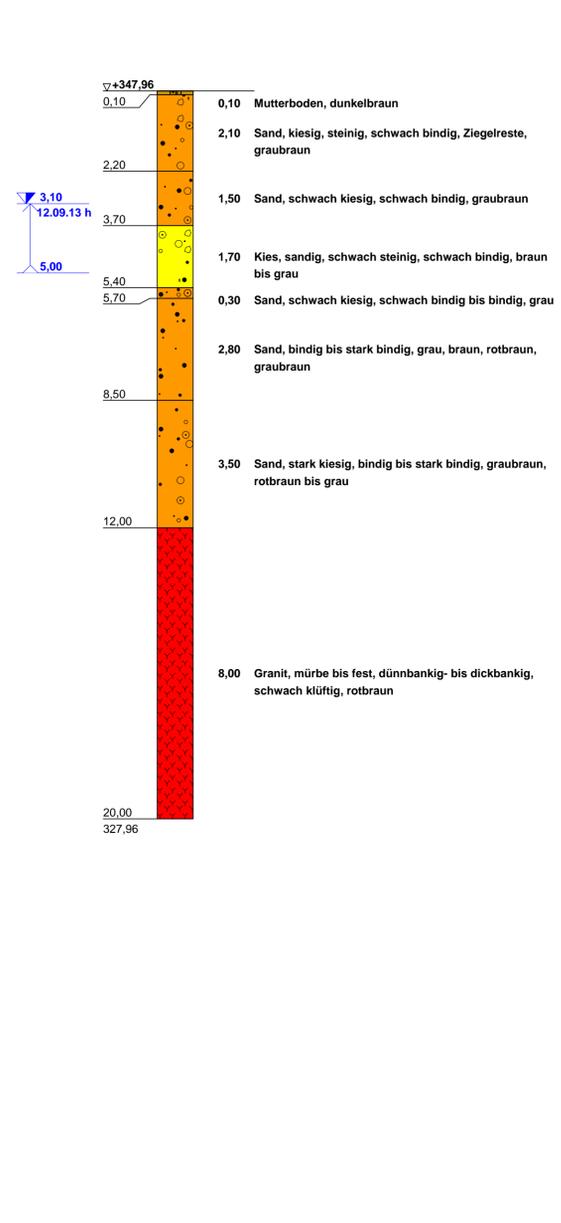
Bauvorhaben:
St 2149, Nittenau, Ersatzneubau Große Regenbrücke
Hilfsstützen

Planbezeichnung:
AUF SCHLÜSSE
B23, B24, DPH7

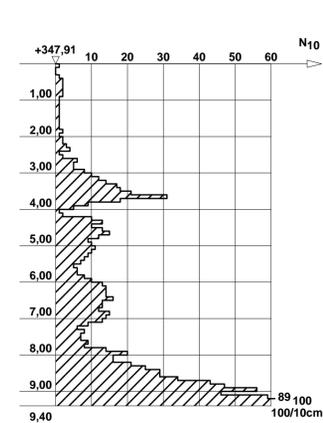
Anlage-Nr:	3/3	Maßstab:	1 : 100
BAUGRUNDINSTITUT Dr.-Ing. Spotka & Partner GmbH Finkenweg 4 92353 Postbauer-Heng Tel. 09188/94 00-0 Fax. 09188/94 00-49	Bearbeiter:	Bauer	Datum:
	Gezeichnet:	Bi.	06.10.16
	Geändert:		
	Gesehen:		380 700
Projekt-Nr:	G01415		



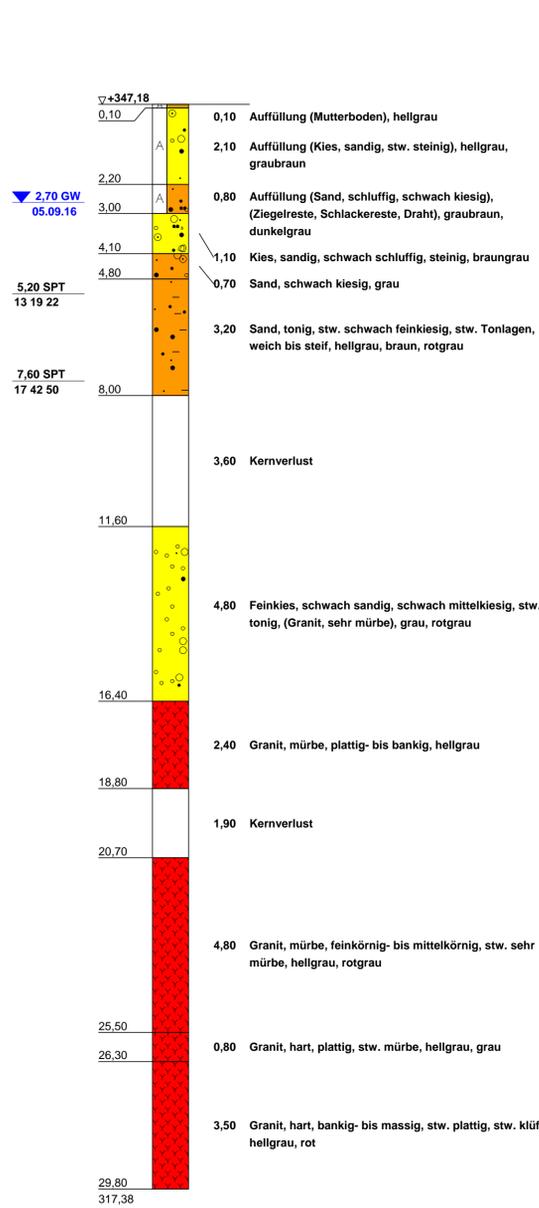
B 1



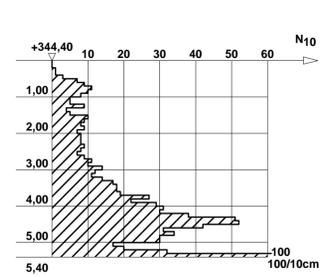
DPH 1 b



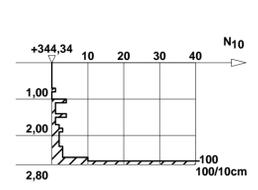
B 21



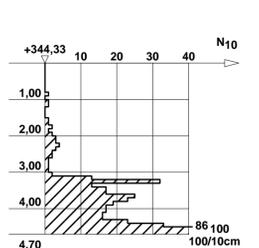
DPH 4



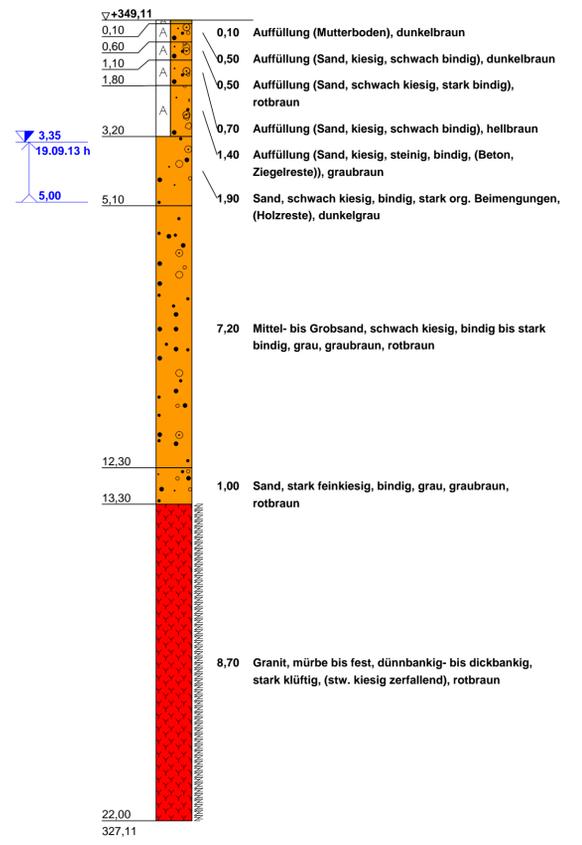
DPH 6 a



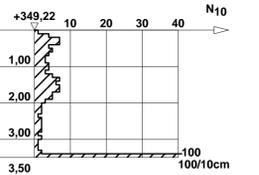
DPH 6 b



B 9b



DPH 8



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

<p>UNTERSUCHUNGSSTELLEN</p> <p>○ B Bohrung</p>		<p>PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER</p> <p>Proben-Güteklasse nach DIN 4021 Tab.1</p> <p>▼ Grundwasser ansteigend</p>																																														
<p>BODENARTEN</p> <table border="1"> <tr><td>Auffüllung</td><td></td><td>A</td><td></td></tr> <tr><td>Kies</td><td>kiesig</td><td>G</td><td>g</td></tr> <tr><td>Mutterboden</td><td></td><td>Mu</td><td></td></tr> <tr><td>Sand</td><td>sandig</td><td>S</td><td>s</td></tr> <tr><td>Schluff</td><td>schluffig</td><td>U</td><td>u</td></tr> <tr><td>Steine</td><td>steinig</td><td>X</td><td>x</td></tr> <tr><td>Ton</td><td>tonig</td><td>T</td><td>t</td></tr> </table>		Auffüllung		A		Kies	kiesig	G	g	Mutterboden		Mu		Sand	sandig	S	s	Schluff	schluffig	U	u	Steine	steinig	X	x	Ton	tonig	T	t	<p>FELSARTEN</p> <p>Granit Gr</p>																		
Auffüllung		A																																														
Kies	kiesig	G	g																																													
Mutterboden		Mu																																														
Sand	sandig	S	s																																													
Schluff	schluffig	U	u																																													
Steine	steinig	X	x																																													
Ton	tonig	T	t																																													
<p>KORNGRÖßENBEREICH</p> <p>f fein m mittel g grob</p>		<p>NEBENANTEILE</p> <p>! schwach (< 15 %) - stark (ca. 30-40 %) " sehr schwach; " sehr stark</p>																																														
		<p>HÄRTE</p> <p>h hart mü mürbe</p>																																														
		<p>SCHICHTUNG</p> <p>b bankig pl plattig ma massig dba dickbankig diba dünnbankig</p>																																														
		<p>KLÜFTUNG</p> <p>Klü' schwach klüftig Klü" stark klüftig</p>																																														
<p>RAMMSONDERUNG NACH EN ISO 22476-2</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe</th></tr> <tr><td>leicht</td><td>2,50 cm</td></tr> <tr><td>mittel</td><td>3,00 cm</td></tr> <tr><td>mittel-schwer</td><td>4,37 cm</td></tr> <tr><td>schwer</td><td>6,00 cm</td></tr> <tr><td>Spitzengewicht</td><td>8,00 cm²</td></tr> <tr><td>Spitzengewicht</td><td>10,00 cm²</td></tr> <tr><td>Spitzengewicht</td><td>15,00 cm²</td></tr> <tr><td>Spitzengewicht</td><td>2,20 cm</td></tr> <tr><td>Spitzengewicht</td><td>3,30 cm</td></tr> <tr><td>Rammgewicht</td><td>10,00 kg</td></tr> <tr><td>Rammgewicht</td><td>30,00 kg</td></tr> <tr><td>Rammgewicht</td><td>50,00 kg</td></tr> <tr><td>Rammgewicht</td><td>50,00 cm</td></tr> <tr><td>Rammgewicht</td><td>50,00 cm</td></tr> </table>		Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe		leicht	2,50 cm	mittel	3,00 cm	mittel-schwer	4,37 cm	schwer	6,00 cm	Spitzengewicht	8,00 cm ²	Spitzengewicht	10,00 cm ²	Spitzengewicht	15,00 cm ²	Spitzengewicht	2,20 cm	Spitzengewicht	3,30 cm	Rammgewicht	10,00 kg	Rammgewicht	30,00 kg	Rammgewicht	50,00 kg	Rammgewicht	50,00 cm	Rammgewicht	50,00 cm	<p>BOHRLOCHRAMMSONDERUNG NACH DIN 4084-2</p> <table border="1"> <tr><td>0,30</td><td>0,60</td><td>13</td><td>Seh. 300cm</td><td>offene Spitze</td></tr> <tr><td>0,60</td><td>1,20</td><td>15</td><td>Seh. 300cm</td><td>geschlossene Spitze</td></tr> <tr><td>0,75</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		0,30	0,60	13	Seh. 300cm	offene Spitze	0,60	1,20	15	Seh. 300cm	geschlossene Spitze	0,75				
Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe																																																
leicht	2,50 cm																																															
mittel	3,00 cm																																															
mittel-schwer	4,37 cm																																															
schwer	6,00 cm																																															
Spitzengewicht	8,00 cm ²																																															
Spitzengewicht	10,00 cm ²																																															
Spitzengewicht	15,00 cm ²																																															
Spitzengewicht	2,20 cm																																															
Spitzengewicht	3,30 cm																																															
Rammgewicht	10,00 kg																																															
Rammgewicht	30,00 kg																																															
Rammgewicht	50,00 kg																																															
Rammgewicht	50,00 cm																																															
Rammgewicht	50,00 cm																																															
0,30	0,60	13	Seh. 300cm	offene Spitze																																												
0,60	1,20	15	Seh. 300cm	geschlossene Spitze																																												
0,75																																																

Bauvorhaben:
St 2149, Nittenau, Ersatzneubau Große Regenbrücke
Behelfsbrücke

Planbezeichnung:
AUF SCHLÜSSE
B1, DPH1b, B21, DPH4, DPH6a, DPH6b, B9b, DPH8

Anlage-Nr.: 3/5	Maßstab: 1 : 100
<p>BAUGRUNDINSTITUT Dr.-Ing. Spotka & Partner GmbH Finkenweg 4 92353 Postbauer-Heng Tel. 09188/94 00-0 Fax. 09188/94 00-49</p>	<p>Bearbeiter: Bauer Gezeichnet: Bi. Datum: 06.10.16 Geändert: Gesehen: 400 1200 Projekt-Nr.: G01415</p>