



# Erneuerung Waldenburgerbahn



**Los 6.1: Abschnitt Haltestelle Hirschlang  
(exkl.) bis Haltestelle Winkelweg (exkl.)**

**TP 18: Haltestelle Niederdorf, km 10.931 –  
11.043**

**Auflageprojekt**

**Geotechnisch-geologische Untersuchungen**

Version 1.00 | 12. April 2019

Projektverfasser  
Geotechnisches Institut AG Basel

Bauherrschaft  
BLT Baselland Transport AG

Stefanie Mahr von Staszewski

Rainer Zeh

Reto Rotzler

Peter Baumann

## **Impressum**

---

Auftragsnummer 51.2310.002  
Auftraggeber BLT Baselland Transport AG  
Datum 12. April 2019  
Version 1.00  
Autor(en) Stefanie Mahr von Staszewski, Martin Meyer, Nicola Kern, Rainer Zeh  
Freigabe  
Verteiler BLT, BHU, GP, Planerteam  
Datei I:\Projekte\51.2310\002\6\_BERICH\2310.002be01\_BLT-Format\2310.002be01.docx  
Seitenanzahl 16

## **Inhalt**

<b>Änderungsverzeichnis</b>	<b>iii</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>iv</b>
<b>1 Allgemeines</b>	<b>1</b>
1.1 Beteiligte und Auftragssituation	1
1.2 Ausgeführte Arbeiten	1
1.3 Verwendete Unterlagen	2
<b>2 Ausgangslage</b>	<b>4</b>
<b>3 Geologische Verhältnisse</b>	<b>5</b>
3.1 Allgemeine geologische Situation	5
3.2 Die Gesteine im Projektbereich TP 18	5
3.2.1 Lockergesteine	5
3.2.1.1 Künstliche Auffüllungen und natürliche Deckschichten	5
3.2.1.2 Mischschotter	6
3.2.2 Felsuntergrund	6
3.2.2.1 Lage der Felsoberfläche	6
3.2.2.2 Obere Süßwassermolasse (Tertiär)	6
<b>4 Baugrund</b>	<b>7</b>
4.1 Allgemein	7
4.2 Geotechnischer Schichtbeschreibung	7
4.2.1 Künstliche Auffüllungen bzw. Deckschicht	7
4.2.2 Mischschotter	8
4.2.3 Obere Süßwassermolasse (Tertiär)	10
<b>5 Grundwasserverhältnisse</b>	<b>12</b>
5.1 Allgemeine Grundwasserverhältnisse	12
5.2 Grundwasserspiegel	12
5.3 Planerischer Grundwasserschutz	12
<b>6 Bautechnische Folgerungen</b>	<b>13</b>
6.1 Projekt	13
6.1.1 Untergrund	13
6.1.2 Folgerungen	13
6.2 Allgemeine Belastungshinweise	15
<b>7 Weitere Hinweise</b>	<b>16</b>

---

<b>7.1</b>	<b>Überwachung</b>	<b>16</b>
<b>7.2</b>	<b>Schlussbemerkung</b>	<b>16</b>
<b>Anhang A</b>	<b>Übersicht Teilprojekte TP 17, TP 18 und TP 19</b>	<b>A-1</b>
<b>Anhang B</b>	<b>Situation mit Bohr- und Sondierstandorten</b>	<b>B-1</b>
<b>Anhang C</b>	<b>Längsprofile mit Baugrundmodell</b>	<b>C-1</b>
<b>Anhang D</b>	<b>Profil der Rotationskernbohrung</b>	<b>D-1</b>
<b>Anhang E</b>	<b>Profile der Rammkernsondierungen</b>	<b>E-1</b>
<b>Anhang F</b>	<b>Profil der Rammsondierung</b>	<b>F-1</b>
<b>Anhang G</b>	<b>Profil der Saugbaggersondierung</b>	<b>G-1</b>
<b>Anhang H</b>	<b>Profile der bestehenden Bohrungen</b>	<b>H-1</b>
<b>Anhang I</b>	<b>Zusammenstellung der Laborwerte</b>	<b>I-1</b>
<b>Anhang J</b>	<b>Laborbericht</b>	<b>J-1</b>
<b>Anhang K</b>	<b>Fotodokumentation der Rotationskernbohrung</b>	<b>K-1</b>

## Änderungsverzeichnis

REV.	ÄNDERUNG	URHEBER	DATUM	BEMERKUNG
1.1				
1.2				

---

## Zusammenfassung

Die ca. 13 km lange Strecke der Waldenburgerbahn von Liestal nach Waldenburg soll totalerneuert werden. Im Zuge dieser Totalerneuerung ist zum einen der Bau von zusätzlichen Doppelspur- und Kreuzungsstellen vorgesehen, ausserdem soll eine Umspurung von der aktuellen Spurweite von 750 mm auf eine Spurweite von 1'000 mm erfolgen.

Die aktuelle Streckenführung muss im Zuge dieser Totalerneuerung bereichsweise verändert werden. Neben Gleisbauwerken auf Schüttungen sind auch ingenieurtechnische Bauwerke wie Stützmauern und Brücken sowie wasserbautechnische Massnahmen (Verlegung / Renaturierung der Vorderen Frenke) notwendig.

Zur Erlangung von Planungssicherheit wurden im ca. 110 m langen Streckenabschnitt von km 10.931 bis km 11.043 (Haltestelle Niederdorf, Landeskoordinaten ca. 2'623'655 / 1'250'480 bis 2'623'605 / 1'250'375) diverse geotechnisch-geologischen Untersuchungen durchgeführt. Aus diesen wurden als Projektierungsgrundlage ein Baugrundmodell und bodenmechanische Kennwerte abgeleitet, ausserdem werden im vorliegenden Bericht die Grundwasserverhältnisse im Projektbereich erläutert sowie bautechnische Hinweise gegeben.

## 1 Allgemeines

### 1.1 Beteiligte und Auftragsituation

Auftraggeber und Bauherrschaft:	BLT Baselland Transport AG Grenzweg 1 4104 Oberwil
Auftragnehmer:	Geotechnisches Institut AG Basel Pfeffingerstrasse 41 4053 Basel
Auftrag:	Durchführung von vertiefenden geotechnisch-geologischen Untersuchungen und Beratungen gem. Offerte Nr. 51.2310 (of02b) vom 15.04.2016
Auftragserteilung:	Bestellung Auftrag Nr. WBZU 16-6.18-003 vom 30.05.2016

### 1.2 Ausgeführte Arbeiten

durch das Geotechnische Institut AG Basel, Basel:

- Erarbeitung der Ausschreibungsunterlagen für die Bohrarbeiten
- Erarbeitung des Sondier- und Bohrkonzeptes
- Archivrecherchen bzgl. bestehender Bohrungen und weiterer relevanter Unterlagen
- Einholen der Bohrbewilligung
- Diverse Begehungen und Besprechungen für Bohrstandort und Bohrerlaubnis
- Diverse Kontakte mit der Bohrfirma
- Organisation und Überwachung der Feldarbeiten
- Begehungen, Absteckung und Nivellement der Sondierstellen
- Durchführung von einer unverrohrten Rammsondierung (DPH) in eine Tiefe von 4.4 m ab OKT
- Durchführung von zwei Rammkernsondierungen in Tiefen von 3.1 – 3.6 m ab OKT, totale Bohrlänge: 6.7 m
- Organoleptische Beurteilung (Farbe, Fremdmaterial, Geruch) und geologische Beschreibung der Bohrkerne
- Aufnahme des Saugbaggerschachtprofils
- Entnahme von tiefengestuftem Labor- und Rückstellproben und Versand ausgewählter Proben ins Labor
- Erstellen von Sondierprofilen
- Erstellung der Bohrkatasterunterlagen
- Schriftliche Berichterstattung

durch die Firma Allround Security GmbH, Binningen:

- Erbringen diverser Sicherheitsdienstleistungen (Verkehrssicherheit, Sicherheitswärter, Sicherheitschef)

durch die Fa. Arcadis Schweiz AG, Schlieren:

- Laboranalysen an zehn Feststoffproben auf die Parameter Schwermetalle, PAK und MKW

durch die Fa. ERNE AG Bauunternehmung, Arlesheim am 27.09.2016:

- Abteufen und wieder Eindecken eines Sondierschachtes mit dem Saugbagger in eine Tiefe von 0.8 m

durch die Fa. fretus ag, Bad Zurzach im Zeitraum 23.09.2016 – 27.09.2016:

- Abteufen einer Rotationskernbohrung 91.R.7 in eine Tiefe von 12.0 m ab OK Terrain
- Durchführung von 6 SPT-Versuchen in unterschiedlichen Tiefen in Bohrung 91.R.6
- Ausbau der Bohrung mit einem 4.5“-Piezometer zur Überwachung des Grundwassers
- Liefern und Versetzen eines Schutzschachtes für das Piezometer

durch die Fa. GRG Ingenieure AG, Gelterkinden:

- Geodätische Vermessungen des Bohrstandortes (Bestimmung der Lage und Höhe).

### 1.3 Verwendete Unterlagen

- Dr. von Moos AG, Baden
  - [1] Bericht „Waldenburgerbahn, Ausbau Haltestelle Niederdorf, 4435 Niederdorf“, Baugrunduntersuchung, Belastungen Schotter / Unterbau, Bericht Nr. 10099, 28.02.2014
- Pfirter, Nyfeler & Partner AG, Muttenz:
  - [2] Bericht „4435 Niederdorf, Waldenburgerbahn und Tiefbauamt, Wasserbau, Stützkonstruktion/Stationsneubau, Geol.-geotechnischer Bericht über die Baugrundverhältnisse“, Nr. 478982.0000, 12.11.2012
  - [3] Bericht „4435 Niederdorf, Hirschlang, Parz. 240 – Strasse Bachmatten, Rückwärtige Erschliessung Haltestelle Hirschlang, Geol.-geotechnischer Bericht über die Baugrundverhältnisse“, Nr. 479035.0000, 05.03.2013
- Wilhelm + Wahlen Bauingenieure AG, Aarau
  - [4] Plan „Niederdorf, Vorprojekt Hirschlang-Niederdorf (inkl. Haltestelle Niederdorf), Bereich Haltestelle Niederdorf, Bau-km 10.900 – 11.100, Ergebnisvariante“, Plan Nr. 4-1278/25, 27.07.2016
- Geoviewer Kanton Basel-Landschaft
  - [5] Parzellenplan
  - [6] Bohrkataster
  - [7] Naturgefahrenkarte
  - [8] Kataster der belasteten Standorte
  - [9] Gewässerschutzkarte
  - [10] Grundwasserkarte
  - [11] Grundwasserisohypsen
- Geologische Grundlagen
  - [12] Geologische Spezialkarte Nr. 121, Geologische Karte der zentralen Nordwestschweiz, 1:100'000, Schweizerische Geologische Kommission 1984
  - [13] Geologie des Tafel- und Faltenjura zwischen Reigoldswil und Eptingen, Beitr. geol. Karte der Schweiz, N.F., 112. Lieferung, L. Hauber 1960
  - [14] Geologische Karte des Hauensteingebietes (Waldenburg-Olten), 1:25'000, F. Mühlberg 1914

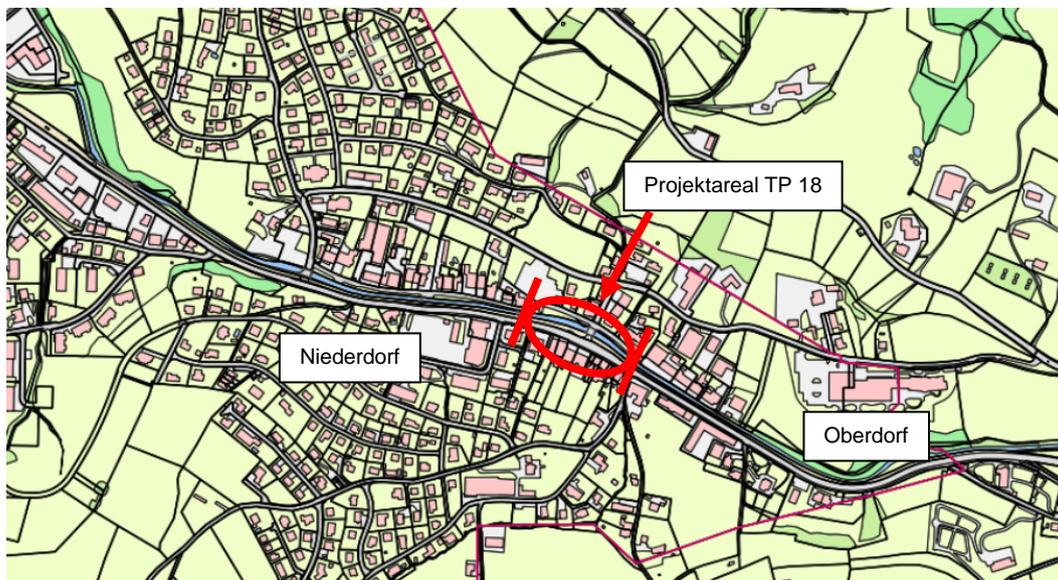
- Normen, Regelwerke und allg. Literatur
  - [15] SIA 261 „Einwirkungen auf Tragwerke“, Juli 2014
  - [16] SIA 267 „Geotechnik“, August 2013
  - [17] SIA 267-1 „Geotechnik – ergänzende Festlegungen“, August 2013
  - [18] Grundbau-Taschenbuch, 8. Auflage, Teile 1-3, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2017
  - [19] EA-Pfähle: Empfehlungen des Ausschusses Pfähle der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik, Verlag Ernst & Sohn, 2. Auflage Berlin 2012
  - [20] EN ISO 14688-1 (2002): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (mit nationalem Anhang SN 670 004-1b, NA August 2008)
  - [21] EN ISO 14688-2: 2004: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen der Bodenklassifizierung (mit nationalem Anhang SN 670 004-2b-NA, August 2008)
  - [22] VSS, SN 670 140b: Frost (Juni 2001)
  - [23] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA vom 04.12.2015)
  - [24] Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV vom 26.08.1998)
  - [25] Richtlinien zur Versickerung von Meteor- und Sauberwasser (AUE Kanton Basel-Landschaft vom Juli 1998)
  - [26] VÖV: Regelwerk Technik Eisenbahn, R RTE 21110 Unterbau und Schotter. Bern, 2014

## 2 Ausgangslage

Die ca. 13 km lange Strecke der Waldenburgerbahn von Liestal nach Waldenburg soll totalerneuert werden. Im Zuge dieser Totalerneuerung ist zum einen der Bau von zusätzlichen Doppelspur- und Kreuzungsstellen vorgesehen, ausserdem soll eine Umspurung von der aktuellen Spurweite von 750 mm auf eine Spurweite von 1'000 mm erfolgen und die Wagenkastenbreite soll von 2.20 m auf 2.40 m erhöht werden.

Die aktuelle Streckenführung muss im Zuge dieser Totalerneuerung bereichsweise verändert werden. Neben Gleisbauwerken auf Schüttungen sind auch ingenieurtechnische Bauwerke wie Stützmauern und Brücken sowie wasserbautechnische Massnahmen (Verlegung der Vorderen Frenke) notwendig.

Bestandteil des vorliegenden Berichtes ist der ca. 110 m lange Streckenabschnitt von km 10.931 bis km 11.043 (Haltestelle Niederdorf, Landeskoordinaten ca. 2'623'655 / 1'250'480 bis 2'623'605 / 1'250'375) (Situation siehe nachfolgende Abbildung sowie Beilagen Anhänge A und B).



Reproduziert mit der Bewilligung von swisstopo (JA032201)

Das Projektareal liegt in der Erdbebenzone Z2<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Nach SIA Swisscode 261, Anhang F

## **3 Geologische Verhältnisse**

### **3.1 Allgemeine geologische Situation**

Der untersuchte Streckenabschnitt der Waldenburgerbahn von km 10.351 (Haltestelle Hirschlang (exkl.)) bis km 11.855 (Haltestelle Winkelweg (inkl.)) befindet sich im Tal der Vorderen Frenke und wird in die Teilprojektbereiche TP 17 bis TP 19 unterteilt.

Das ganze Gebiet liegt geologisch gesehen im Tafeljura und ist durch zahlreiche Verwerfungen in einzelne Schichtpakete und Schollen zergliedert. Im Bereich der Talflanken von Hölstein bis Niederdorf können vorwiegend kalkige bis mergelige Malmschichten sowie tertiäre Molasseablagerungen beobachtet werden. Diese Schichten fallen hier leicht geneigt gegen Süden bis Südosten ein [14].

Im Bereich der Kirche St. Peter und dem Dorfrand von Oberdorf wechseln die geologischen Verhältnisse. Hier wurden die Gesteine des Faltenjuras an der sogenannten Jura-Hauptüberschiebung von Süden her auf den Tafeljura überschoben.

Die Anlage und Ausbildung des untersuchten Talabschnittes wird auf die grösste Vergletscherung zurückgeführt. Diese wurde früher als Riss-Eiszeit bezeichnet und heisst heute Möhlin-Vergletscherung. Während der Möhlin-Vergletscherung war der grösste Teil der Nordschweiz von Eis bedeckt. Dabei wurden Moränen<sup>2</sup> und Schotter abgelagert, welche durch das spätere Einschneiden der Vorderen Frenke teilweise wieder wegerodiert wurden. Das Moränenmaterial kann im Untersuchungsgebiet aufgrund der vorhandenen Vergletscherung als vorbelastet angenommen werden [2].

In geologisch jüngster Zeit wurden die Schotter der Frenke durch oberflächlich wenig konsolidierte Talaueschotter sowie Schwemmlerhde bedeckt und an den Talrändern haben sich die Einflüsse von seitlichen Bachzuläufen sowie Rutschungen bemerkbar gemacht. Zudem können heute im Talgrund längs der Vorderen Frenke und im Bereich der bebauten Gebiete oftmals auch künstliche Auffüllungen registriert werden.

### **3.2 Die Gesteine im Projektbereich TP 18**

#### **3.2.1 Lockergesteine**

##### **3.2.1.1 Künstliche Auffüllungen und natürliche Deckschichten**

In TP 18 wurden in allen Sondierungen beidseits der Vorderen Frenke künstliche Auffüllungen angetroffen. Diese bestehen aus tonig-siltigen Kiesen mit mehr oder weniger bodenfremden Stoffen. Vereinzelt konnten darunter noch geringmächtige Reste von natürlich abgelagerten Schwemmlerhden (RKS 7) nachgewiesen werden. Die Mächtigkeit der oberflächlichen Auffüllungen und Deckschichten beträgt ca. 2.3 – 3.6 m.

---

<sup>2</sup> Der Begriff Moräne, der hier im Sinne einer Grundmoräne verwendet wird, wird heute in wissenschaftlichen Publikationen als Till bezeichnet.

### 3.2.1.2 Mischschotter

Unter den künstlichen Auffüllungen und den Deckschichten wurden tonig-siltige Kiese mit Sand und Steinen angetroffen. Aufgrund der Zusammensetzung der Schotter und der festgestellten Lagerungsdichte werden verschiedene Schottergenerationen angenommen. Es handelt sich dabei um in jüngster Zeit abgelagerte Talauenschotter, glazial abgelagerte Schotter sowie Moränen. Während in früheren Untersuchungen eine Unterscheidung der Lockergesteine in Frenkeschotter und Moräne vorgenommen wurde [2][3], wird für die vorliegende Untersuchung der zusammenfassende Begriff Mischschotter verwendet.

In den Bohrungen 91.G.4 und 91.R.7 (TP 19) wurden neben tonig-siltigen Kieslagen auch Tonlagen mit mehr oder weniger Kies angetroffen. Diese zeigten eine Mächtigkeit von ca. 1.7 – 2.1 m.

## 3.2.2 Felsuntergrund

### 3.2.2.1 Lage der Felsoberfläche

In der Bohrkampagne 2016 konnten die Felsoberfläche und der Felsuntergrund in den meisten Fällen vom darüber liegenden Lockergestein unterschieden werden. Eine eindeutige Bestimmung der Felsoberkante wurde jedoch erschwert durch Blocklagen (Moränen) an der Basis der Mischschotter und der damit verbundenen schwierigen Bohrverhältnisse.

Die durchgeführten Sondierungen haben gezeigt, dass der Felsuntergrund im Tal der Vorderen Frenke relativ gleichmässig von ca. km 10.900 bis km 12.000 auf einer Höhe von 460 m ü.M. (91.G.5) bis auf ca. 470 m ü.M. (92.R.8) ansteigt. Quer zum Talverlauf steigt die Felsoberfläche relativ rasch an. So zeigen die Bohrungen im Bereich der Kirche St. Peter (TP 19) einen Felsverlauf der von ca. 470 m ü.M. auf ca. 480 m ü.M. ansteigt.

### 3.2.2.2 Obere Süsswassermolasse (Tertiär)

In der Bohrkampagne 2016 wurden in den meisten Bohrungen die tertiären Gesteine der Oberen Süsswassermolasse aufgeschlossen. Aufgrund der heterogenen Ausbildung der Oberen Süsswassermolasse und der obersten Malmkalke besteht ein gewisser Interpretationsspielraum bei der Festlegung der Schichtgrenzen. Die nachfolgende Einteilung der Oberen Süsswassermolasse (von oben nach unten) stützt sich auf die geologischen Unterlagen Karte von Mühlberg [14] und Hauber [13].

Im Gebiet Niederdorf ist auf der geologischen Karte zwischen Juranagelfluh und Malmkalk eine mergelige Ausbildung der Oberen Süsswassermolasse ausgeschieden [14]. Diese Schichten treten auch in den Bohraufschlüssen im Bereich TP 18 auf. Es handelt sich um eine Wechsellagerung im dm- bis m-Bereich von beigen bis braunen Mergeln mit wenig Kalkkomponenten und hellen, braunen bis beigen Kalklagen. Die Kalklagen und Komponenten bestehen aus Süsswasserkalken (vgl. TP 17, Bohrung 91.G.5) und vermutlich auch aus aufgearbeiteten Kalken der unterliegenden Kalkformationen (Malm).

Die Kalklagen der Oberen Süsswassermolasse<sup>3</sup> wurden in den Bohrungen meist vollständig zerbohrt, so dass eine allfällig vorhandene Schichtung nicht registriert werden konnte.

---

<sup>3</sup> In der Fremdbohrung 91.G.9 wurden die Mergel-/Kalkwechsellagerungen als Doggerschichten interpretiert.

## 4 Baugrund

### 4.1 Allgemein

Bezüglich Erdbebeneinwirkung kann das untersuchte Areal der Baugrundklasse E zugeordnet werden (nach SIA Swisscode 261).

Die nachfolgenden geotechnischen Schichtbeschriebe geben einen spezifischen Überblick zu den geologischen und geotechnischen Eigenschaften und Randbedingungen. Insbesondere die dort postulierten bodenmechanischen Kennwerte dienen als erste Orientierungsgrösse. Die Kennwerte müssen jedoch im weiteren Projektierungsverlauf unbedingt situativ und anwendungs- / bauwerksspezifisch in enger Abstimmung zwischen Ingenieur und Geotechniker / Geologe noch angepasst werden.

### 4.2 Geotechnischer Schichtbeschrieb

#### 4.2.1 Künstliche Auffüllungen bzw. Deckschicht

Zusammensetzung: Kies, siltig, sandig, sauber bis schwach tonig, grau-braun bis  
Silt, schwach kiesig bis kiesig, sauber bis tonig, braun bis dunkelbraun bis grau  
bis  
Ton, kiesig, schwach sandig, mit Steinen, dunkelbraun  
Möglich sind bodenfremde Stoffe.

Mächtigkeit und Verbreitung: Über das gesamte Untersuchungsareal mit einer Mächtigkeit von ca. 2.0 m bis 4.0 m verbreitet

Lagerungsdichte bzw. Konsistenz: Sehr locker bis sehr dicht bzw. weich bis steif

Geschätzte, mittlere bodenmechanische Kennwerte: Siehe nachfolgende Erläuterungen

Allgemeine geotechnische Beurteilung: Auf die Angabe bodenmechanischer Kennwerte wird aufgrund der sehr geringen Mächtigkeit der Schicht an dieser Stelle verzichtet. Wir gehen davon aus, dass diese Schicht aus bodenmechanischer Sicht allenfalls für die Bemessung des Unterbaus relevant ist. Sobald die Planiekoten des neuen Trassees und die jeweilige Lokalität bekannt sind, können entsprechende Angaben situationsspezifisch nachgereicht werden.

Die Auffüllungen sind aufgrund ihrer heterogenen Zusammensetzung und variierenden Mächtigkeiten i. d. R. unterschiedlich, jedoch meist schlecht bis mässig tragfähig und stark setzungsempfindlich. Die Aufnahme von gut verteilten Bauwerkslasten ist nur eingeschränkt, d. h. im Rahmen ihrer Vorbelastung möglich; zur Aufnahme

von konzentrierten Einzellasten sind sie wenig bzw. nicht geeignet.

Die Auffüllungen sind wenig bis kaum geeignet zur Aufnahme von Kräften aus Verankerungen, Vernagelungen sowie aus Mikropfählungen. Sofern es die Deformationen gestatten, kann eine Mantelreibung von  $\tau_m \leq 25$  bis  $40 \text{ kN/m}^2$  angenommen werden.

Feinkörnige Bereiche sind leicht bis stark frostgefährlich (G2-G4 nach SNV 670 140b) und wasserempfindlich, grobkörnige Bereiche sind aufgrund der Siltanteile als leicht frostgefährlich (G2, evtl. G1-G2 oder G2-G3 nach SNV 670 140b) und mässig wasserempfindlich einzustufen.

In unbelasteten Bauböschungen ist diese Bodenschicht meist mässig bis schlecht standfest. In Böschungen und bei Unterfangungen neigen sie zum Ausrieseln, insbesondere bei rollkiesartigen Bereichen. Die Auffüllungen reagieren darüber hinaus empfindlich auf Erschütterungen. Mögliche Einbauten, Fundamentreste etc. können Ramm- und Bohrhindernisse darstellen sowie bei kleinflächigen Aushüben behindernd wirken.

Bezüglich der Wiederverwendung sind neben den geotechnischen Aspekten insbesondere altlasten- und abfalltechnische Aspekte zu beachten.

#### **4.2.2 Mischschotter**

Zusammensetzung:	Kies, siltig bis stark siltig, schwach sandig bis sandig, sauber bis stark tonig, mit Kalksteinen, hellbraun bis ocker bis Steine, Blöcke, kiesig, hellbeige bis braungrau
Mächtigkeit und Verbreitung:	Über das gesamte Untersuchungsareal mit einer Mächtigkeit von ca. 5 m bis 10 m verbreitet. Die Schichtunterkante befindet sich auf einer Kote von ca. 457 bis 464 m ü.M.
Lagerungsdichte:	Oberflächennah oft locker bis mitteldicht, sonst dicht bis sehr dicht gelagert

Geschätzte, mittlere bodenmechanische Kennwerte:

Vorsichtig geschätzte Erwartungswerte:

$\gamma$	=	20.5 – 22	kN/m <sup>3</sup>
$\varphi'$	=	32 – 37	°
$c'$	=	0 – 10	kN/m <sup>2</sup>
$M_E$	≈	30 – 90	MN/m <sup>2</sup>

Empfohlene charakteristische Kennwerte für Tragfähigkeits- und Setzungsberechnungen:

(mitteldicht gelagert)

$\gamma_k$	=	21.0	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_\gamma = 1.0$
$\varphi'_k$	=	34	°	$\gamma_\phi = 1.2$
$c'_k$	=	0	kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_c = 1.5$
$M_{E,k}$	≈	40	MN/m <sup>2</sup>	

(dichte bis sehr dichte Lagerung)

$\gamma_k$	=	21.5	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_\gamma = 1.0$
$\varphi'_k$	=	36	°	$\gamma_\phi = 1.2$
$c'_k$	=	2 (5)	kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_c = 1.5$
$M_{E,k}$	≈	75	MN/m <sup>2</sup>	

Allgemeine geotechnische Beurteilung:

Die Mischschotter sind oberflächlich (ca. 0.5 bis 2.5 m) i.d.R. mitteldicht bis zum Teil locker, in tieferen Lagen dicht bis sehr dicht gelagert. Damit sind sie oberflächennah nur mässig tragfähig und erhöht setzungsempfindlich und damit mässig bis schlecht geeignet für gut verteilte Flächenlasten (z. B. Bodenplatten, Fundamentstreifen udgl.), für konzentrierte Lasten ungeeignet. In tieferen Lagen sind sie gut tragfähig sowie mässig bis wenig setzungsempfindlich. Sie sind dort gut geeignet für die meisten Fundationsarten, auch für konzentrierte höhere Lasten.

Böschungen sind je nach Verdichtungsgrad mässig bis gut standfest. Jedoch sind Rollkies- und Sandzonen erosionsanfällig: In Böschungen oder auch bei Verbauten rieseln diese dann aus, an der Sohle lockern sie leicht auf. Der Schotter reagiert zudem sehr empfindlich auf Erschütterungen (→ Auflockerung, Verlust der Lagerungsdichte und der scheinbaren Kohäsion).

Die Schotter sind ohne Lockerungs- oder Vorbohrungen wenn dicht bis sehr dicht gelagert, kaum durchrammbar. In Bohrungen unter dem Grundwasserspiegel neigen sie zu hydraulischem Grundbruch bzw. zu Auflockerungen. Bohrdurchmesser über 1.2 m sind nach unserer Erfahrung aufgrund der stark zunehmenden Mantelreibung der Verrohrung schwer herzustellen.

Die Schotter sind gut geeignet zur Aufnahme von Kräften aus Verankerungen, Vernagelungen sowie aus

Mikropfählungen. Sofern es die Deformationen gestatten, kann eine Mantelreibung von ca.  $\tau_m \leq 35 - 70 \text{ kN/m}^2$  (locker gelagert) bzw. ca.  $\tau_m \leq 80 - 130 \text{ kN/m}^2$  (mitteldicht bis dicht gelagert) bzw. ca.  $\tau_m \leq 120 - 180 \text{ kN/m}^2$  (dicht bis sehr dicht gelagert) angenommen werden. Für Pfählungen ( $D > 0.3 \text{ m}$ ) kann bei dichter bis sehr dichter Lagerung zudem mit einer Spitzenpressung von ca. 1.8 bis  $3.0 \text{ MN/m}^2$  gerechnet werden.

Sandarme Kiese und Rollkiese sind gut zu injizieren. Sandreiche Kiese und Sandbänke sind jedoch nur mit speziellen Bindemitteln und / oder Injektionsverfahren zu behandeln. Blöcke, Blocklagen und nagelfluhartige Verkittungen können beim Jetten sog. Strahlschatten bilden.

Blöcke, Blocklagen und nagelfluhartige Verkittungen können beim Abbau Erschwernisse darstellen. Insbesondere bei engen Platzverhältnissen und begrenzten Angriffsmöglichkeiten kann das Lösen von nagelfluhartigen Verkittungen den Einsatz von Abbauhämmern erfordern. Generell ist das Material jedoch gut maschinell abbaubar.

Die Schotter sind aufgrund des Feinkornanteils leicht bis mittel frostempfindlich (G2 bis G3 nach SNV 670 140b) und leicht wasserempfindlich. Die Schotter sind aufgrund der bindigen Anteile nur schlecht für eine Verwertung geeignet, sie sind voraussichtlich für Hinterfüllungen und mässig verdichtbare Schüttungen (evtl. stabilisiert) einsetzbar. Saubere Schotter sind durchmischt gut verdichtbar sowie zu einem hochwertigen Schüttgut aufbereitbar.

#### **4.2.3 Obere Süßwassermolasse (Tertiär)**

Zusammensetzung:	Ton-, Mergel-, Kalk- und Siltstein, hellbraun bis dunkelgrau, oberflächennah oft verwittert und dann entfestigt
Mächtigkeit und Verbreitung:	Einige Meter bis mehrere Dekameter. Über das gesamte Projektareal verbreitet.
Konsistenz:	Hart bis sehr hart, oberflächlich verwittert mit ggf. steif bis hart

Geschätzte, mittlere bodenmechanische Kennwerte:

Vorsichtig geschätzte Erwartungswerte:

$\gamma$	=	21 – 23	kN/m <sup>3</sup>
$\varphi'$	=	25 – 29	°
$c'$	=	20 – 70	kN/m <sup>2</sup>
$M_E$	≈	120 – 200	MN/m <sup>2</sup>
$\sigma_u$	=	300 – 700	kN/m <sup>2</sup>

Empfohlene charakteristische Kennwerte für Tragfähigkeits- und Setzungsberechnungen:

$\gamma_k$	=	22	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_\gamma = 1.0$
$\varphi'_k$	=	26	°	$\gamma_\phi = 1.2$
$c'_k$	=	35	kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_c = 1.5$
$M_{E,k}$	≈	150	MN/m <sup>2</sup>	
$\sigma_u$	=	400	kN/m <sup>2</sup>	

Die Werte sind für aufgewitterte Bereiche zu reduzieren.

Allgemeine geotechnische Beurteilung:

Die Obere Süsswassermolasse stellt unter ihrer meist verwitterten Oberfläche (ca. 0.5 bis 4 m) einen festen Horizont dar. Unterhalb dieser Zone ist die Übertragung auch grösserer Einzelkräfte gut möglich.

Der Fels ist extrem wasserempfindlich; bei Wasserzutritt weicht er rasch auf und nimmt einen breiigen Zustand an. Aufgrund der Wasserempfindlichkeit ist die Felsoberfläche häufig stark zerfurcht und bietet Platz für Sand-, Kies- und Blocklagen mit Material aus den überliegenden Schotterablagerungen. Bei Sand- bzw. Blocklagen oder harten Knauerlagen (insbesondere in Wechsellagerung der Felsschichten selbst) können diese Verhältnisse aus geotechnischer Sicht zu Erschwernissen führen.

Eine Einbindung kraftübertragender Bauteilen (Pfähle, Anker etc.) sollte möglichst immer unterhalb der Verwitterungszone erfolgen. Bei Bohrpfählen ( $D > 0.3$  m) kann i. d. R. mit einer Spitzenpressung von  $\sigma_s = 2.75 - 5.0$  MN/m<sup>2</sup> und einer Mantelreibung (unabhängig vom Durchmesser) von  $\tau_m = 150 - 275$  kN/m<sup>2</sup> gerechnet werden.

Die Oberfläche der Molasse kann bei horizontaler Beanspruchung ggf. potentielle Gleitflächen ausbilden.

Der Fels ist für eine geotechnische Wiederverwendung i.d.R. ungeeignet.

## 5 Grundwasserverhältnisse

### 5.1 Allgemeine Grundwasserverhältnisse

Im Tal der Vorderen Frenke besteht der Untergrund aus mässig durchlässigen tonig-siltigen Mischschottern. In den Mischschottern zirkuliert Grundwasser mit Fliessrichtung parallel zur Vorderen Frenke in Richtung Nord bis Nordosten. Das dicht gelagerte Moränenmaterial sowie der Felsuntergrund wirken als Grundwasserstauer.

Der Grundwasserspiegel liegt bei Mittelwasserständen deutlich unterhalb der Bachsohle der Vorderen Frenke. Bei Hochwasserständen korrespondiert der Bachpegel vermutlich mit dem Grundwasserspiegel. Es ist davon auszugehen, dass nur bei hohen Bachwasserständen eine Infiltration aus der Vorderen Frenke ins Grundwasser stattfindet, da die Bachsohle vermutlich weitestgehend kolmatiert ist. In niederschlagsreichen Perioden exfiltriert Hangwasser in die Vordere Frenke.

Gemäss [7] besteht eine erhebliche bis geringe Gefährdung hinsichtlich Überschwemmungen entlang des Bachbetts der Vorderen Frenke. Aus Hochwasserschutzgründen ist deshalb für das Projekt eine Verbreiterung der Vorderen Frenke vorgesehen.

Es liegen Gefahrenhinweise für einen Rückstau aus der Kanalisation vor, ausserdem Hinweise zu Grundwasseraufstössen [7].

### 5.2 Grundwasserspiegel

Bei der durchgeführten Bohrung konnte in den Schottern ein Grundwasserspiegel gemessen werden (vgl. Anhänge C und D).

Bohrung	Datum	Grundwasserspiegel [m ü.M.]	Ausbau
91.R.6 (R1)	24.09.2016	467.61	nein

### 5.3 Planerischer Grundwasserschutz

Der untersuchte Talabschnitt im Bereich der Haltestelle Niederdorf liegt vollständig im Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub>.

## **6 Bautechnische Folgerungen**

### **6.1 Projekt**

Gemäss den uns vorliegenden Unterlagen soll die Haltestelle Niederdorf gegenüber der heutigen Situation leicht nach Süden verschoben werden. Das Perron soll bachseitig, also zwischen Vorderer Frenke und Bahntrasse verlaufen. Die Brücke Holdenweg wird abgebrochen, in der Verlängerung der Arboldwilerstrasse wird eine neue Brücke inkl. Fussgängerübergang erstellt. Ein weiterer Fussgängerübergang ist am südlichen Perronende geplant. Die Vordere Frenke wird auf der gesamten Länge vertieft und verbreitert. Die Ufermauern an der Frenke-Ostseite müssen der neuen Situation angepasst werden.

Der Abschnitt liegt innerhalb des Gewässerschutzbereichs A<sub>u</sub>. Es liegen Gefahrenhinweise für einen Rückstau aus der Kanalisation vor, ausserdem Hinweise zu Grundwasseraufstössen [7]. Bezüglich Erdbebeneinwirkung ist der untersuchte Abschnitt nach [15] der Baugrundklasse E zuzuordnen.

#### **6.1.1 Untergrund**

Im besagten Abschnitt wurden neu 1 Rammsondierung (Typ DPH), 2 Rammkernsondierungen sowie 1 Rotationskernbohrung ausgeführt (vgl. Anhänge B bis F).

Unterhalb künstlicher Auffüllungen bzw. Deckschichten mit Mächtigkeiten bis ca. 4.0 m folgen hierbei bis vermutlich ca. 9 bis 14 m unter OKT Mischschotter, die vom Fels der Oberen Süsswassermolasse unterlagert werden.

#### **6.1.2 Folgerungen**

Grundsätzlich sind die genannten Lockergesteine gut bis mässig baggerbar (wenn feucht dann ggf. klebrig), grössere Blöcke v.a. in den Mischschottern können ggf. zu Erschwerissen führen. Zur Vermeidung von unnötigen Auflockerungen ist der Aushub im Bereich der Fundationssohle möglichst schonend vorzunehmen sowie unmittelbar nach dem Aushub vibrationsfrei abzuwalzen und abzudecken bzw. zu beschweren. Allfällige Zusatzmassnahmen wie das Einbringen von Geotextilen und Materialersatz ist insbesondere in aufgeweichten Bereichen angebracht.

Die neu zu errichtenden bzw. anzupassenden Stützbauwerke rechts der Vorderen Frenke kommen voraussichtlich in den dicht gelagerten Mischschottern zu liegen. Neben den in Abschnitt 4 genannten Bodenkennwerten empfehlen wir in den Mischschottern (dicht gelagert) auf Gebrauchsniveau<sup>4</sup> eine Bodenpressung von ca. 275 bis 350 kN/m<sup>2</sup> (charakt. Kennwert bei 300 kN/m<sup>2</sup>) anzusetzen. Die Fundationssohle sollte zudem möglichst unterhalb der Bahntrasse-Oberkante angesetzt werden. Nach Freilegung der Fundationssohlen sind diese unmittelbar mit Magerbeton zu bedecken / sichern.

Für die neuen Kreuzungsbauwerke (ca. km 11.050 und ca. km 10.910) ist eine Fundation jedweder Art (Flach- oder Pfahlfundation) in den mindestens dicht gelagerten Mischschottern wie auch im Fels sehr gut möglich. Aufgewitterte Bereiche im Fels (Felsoberfläche)

---

<sup>4</sup> Für Berechnungen mit dem Tragsicherheitsniveau können diese Werte um den Faktor 1.4 erhöht werden.

wären jedoch als Fundationshorizont zu meiden und die Fundationen entsprechend tiefer zu führen. Ebenso zu vermeiden ist eine Fundation in den Mischschottern mit nur geringem Abstand zum Fels, auch hier ist ein Tieferführen der Fundation in den unverwitterten Fels sehr zu empfehlen.

Eine Pfahlfundation wäre nach unserer Meinung in den unverwitterten Fels zu fundieren. Entsprechende Kennwerte wie unter Kapitel 4 angegeben sind hierbei i. d. R. ansetzbar. Nach unseren Erfahrungen kommen im vorliegenden Baugrund nur Bohrpfähle in Frage, andere Pfahlsysteme (z. B. Rammfähle) haben sich in diesem Untergrund nicht bewährt.

Auch hier kann für die Mischschotter auf Gebrauchsniveau eine Bodenpressung von ca. 275 bis 350 kN/m<sup>2</sup> (charakt. Kennwert bei 300 kN/m<sup>2</sup>) angesetzt werden. Für den unverwitterten Fels empfehlen wir die Bodenpressungen auf ca.  $p_o \leq 450$  bis 650 kN/m<sup>2</sup> zu begrenzen.

Je nach Fundationskote des Kreuzungsbauwerkes kann diese unterhalb des Grundwasserspiegels liegen. Auch ist je nach Baugrubenausführung und -tiefe eine Grundwasserabsenkung oder eine offene Wasserhaltung möglich. Bei einer „dichten“ Baugrubenausführung bis in den Fels ist eine offene Wasserhaltung für die anfallenden Restwässer wie auch Meteorwasser unseres Erachtens ausreichend. Bei einer wasserdurchlässigen Baugrubenvariante empfehlen wir eine Grundwasserabsenkung mittels Brunnen (innen oder aussen denkbar) auszuführen. Auch in diesem Fall wäre eine Restwasserhaltung für Meteorwässer für die Baugrube vorzuhalten. Um eine stabil befahrbare Baugrubensohle zu gewährleisten, sollte zwischen abgesenktem Grundwasser und Baugrubensohle ein Sicherheitsabstand von min. ca. 0.5 m eingehalten werden. Ein Augenmerk sollte in diesem Zusammenhang ebenfalls auf etwaige Auftriebsproblematiken der Gebäude im Bau- wie Endzustand sowie auf der dichten Ausbildung der Gebäude liegen.

Zum Ausgleich der zwischen den verschiedenen Bauwerksteilen auftretenden Setzungsdifferenzen empfehlen wir die Ausbildung von Bewegungsfugen. Diese sollten wenn möglich erst geschlossen werden, wenn die Hauptanteile der Setzungen (Eigengewicht / Errichtung Bauwerk) schon stattgefunden haben. Die Bauzustände sollten hier ebenso wie der Endzustand und die Gebäudenutzung berücksichtigt werden.

Für die Begrenzung der Verformungen von Flachfundationen ist generell die Ausbildung der Fundationssohlen von grosser Bedeutung. Die Sohlen der projektierten Bauwerke sollten annähernd homogen ausgebildet sein sowie keine aufgeweichten oder verwitterten (Fels-)Flächen, Sandlinsen oder Rollkieszonen aufweisen, ggf. sind Ersatzmaterialien vorzusehen. Nach dem Aushub der möglichst vorsichtig zu befahrenden Sohlen empfehlen wir das unmittelbare Einbringen einer Magerbetonschicht ( $d \geq 10$  bis 15 cm) zur Beschwerung und als Schutz vor Witterungseinflüsse.

Generell empfehlen wir eine Abnahme der Fundamentsohlen durch einen Geotechniker. Ebenfalls sollten idealerweise Kranstandorte und deren Fundation vorgängig abgesprochen werden.

Wir empfehlen, nach Vorliegen der eigentlichen Lasten genauere Tragfähigkeits- und Setzungsüberlegungen zu führen.

Bei der Dimensionierung des Unterbaus sind die Empfehlungen aus [26] zu beachten. Eine ausreichende Entwässerung ist zu gewährleisten.

## 6.2 Allgemeine Belastungshinweise

Das betrachtete Areal ist nicht im Kataster der belasteten Standorte des Kantons BL resp. dem BAV geführt.

In diversen Sondieraufschlüssen, welche im Rahmen der bautechnischen Untersuchungen abgeteuft wurden, weist der Untergrund eine Verunreinigung in Form von bodenfremden Stoffen auf (vgl. Anhänge D, E, G und H [1]). Um erste Hinweise zu den beobachteten Verunreinigungen zu erhalten, wurde ausgewähltes Probenmaterial aus den Sondieraufschlüssen im Labor auf folgende Parameter<sup>5</sup> untersucht:

MKW, PAK, Schwermetalle

Basierend auf den Ergebnissen der chemischen Untersuchungen und des organoleptischen Befunds (→ Fremdstoffanteil) sind voraussichtlich keine Belastungen<sup>6</sup> des Untergrundes zu erwarten (vgl. Auswertung Anhang I sowie [1]).

### Strassenbelag/-kofferung:

Analysierte Schwarzbelagsproben weisen einen PAK-Gehalt  $\leq 250$  mg/kg auf (B-Material). Beim untersuchten Koffermaterial besteht kein Hinweis auf Belastung mit PAK.

Sollte während dem Aushub dennoch belastetes Material angetroffen werden, so wäre das weitere Vorgehen bzgl. dem Umgang mit belastetem Abbruch- / Aushubmaterial und der Definition des spezifischen abfallrechtlichen und entsorgungstechnischen Konzeptes mit den Behörden zu besprechen.

---

<sup>5</sup> Schadstoffparameter aufgrund organoleptischem Befund.

<sup>6</sup> Kriterien für A-Material nicht eingehalten.

## 7 Weitere Hinweise

Generell empfehlen wir, das Bewilligungsprozedere in den Bereichen Bautechnik, Wasser, Aushub / Entsorgung udgl. mit den zuständigen Behörden frühzeitig vorzubesprechen.

### 7.1 Überwachung

Wir empfehlen für die Flachfundationen die Abnahme der Sohlen durch einen Geotechniker. Für etwaige Pfählungen (Foundation, Baugrubenverbau) sehen wir eine stichpunktartige Ausführungskontrolle sowie die Beurteilung allfälliger Pfahlversuche als zielführend.

Baugrubenverbauten bzw. Böschungen mit Höhen grösser 4 m sind unbedingt rechnerisch auf ihre Standsicherheit zu überprüfen und entsprechend zu dimensionieren.

Versuche an etwaigen Pfählen, Ankern, Nägeln udgl. sind nach den Vorgaben der SIA [19 bis 21] auszuführen.

### 7.2 Schlussbemerkung

Die in diesem Bericht gemachten Angaben gelten für das erwähnte Bauvorhaben. Eine Übertragung der Aussagen auf andere Problemkreise und Bauvorhaben ist nicht zulässig. Die Aussagen beruhen auf Interpretationen aus einzelnen Aufschlüssen. Eine Überprüfung und allfällige Anpassung des Modells bei zusätzlichen Informationen aus weiteren Aufschlüssen bleibt vorbehalten.

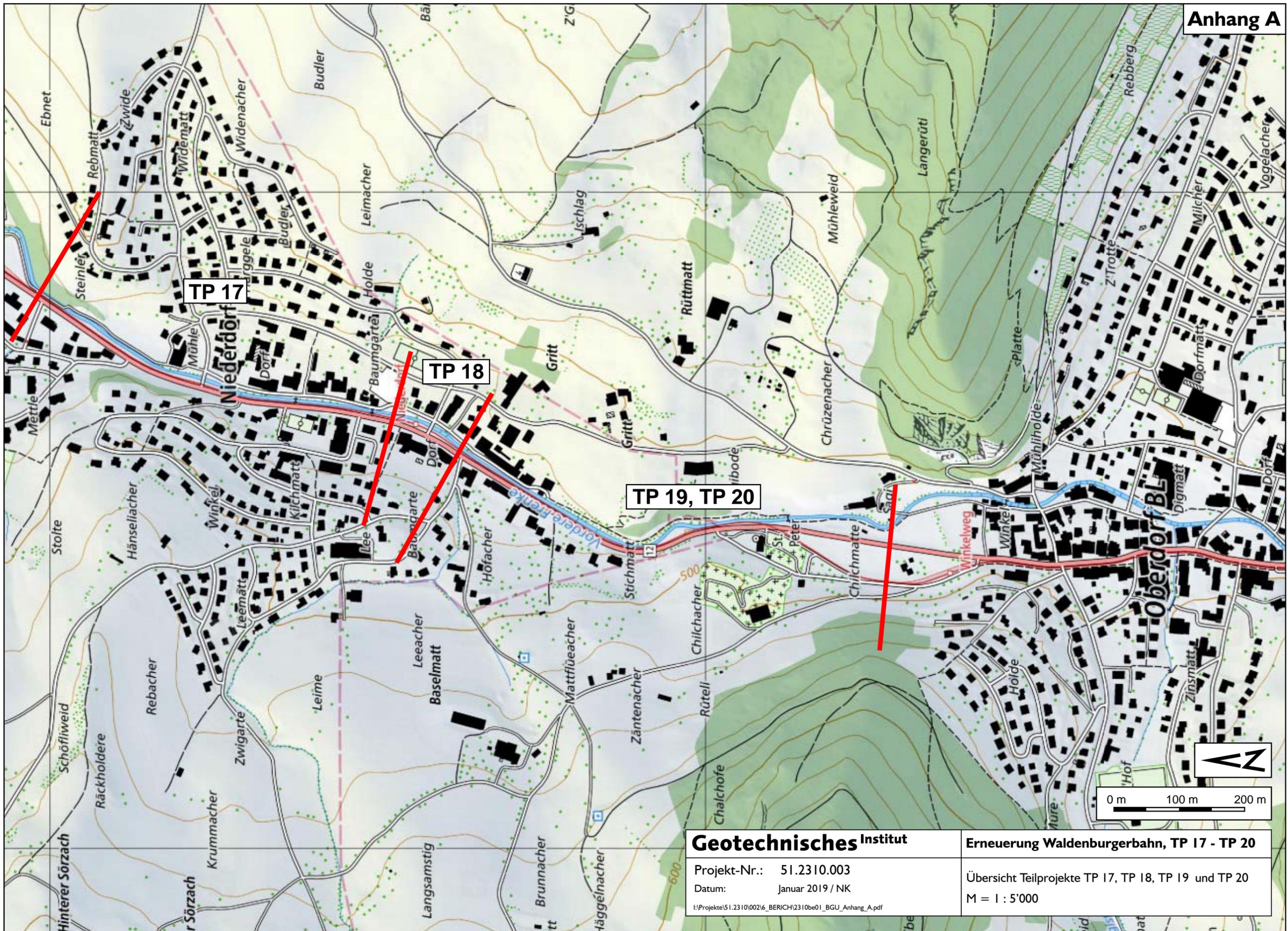
Wir empfehlen die Begleitung der Projektierungsarbeiten und der Bauausführung durch geotechnisch-geologische Fachleute (u.a. Konzeption und Dimensionierung Baugrubenverbau, Wasserhaltung / Grundwasserabsenkung, Entwicklung Sicherheitskonzept Baugrube, Aushub- und Entsorgungskonzept, Kontrolle der Baugrubensohle, Pfahl-, Nagel- und Ankerarbeiten udgl.) begleiten zu lassen.

**Geotechnisches Institut AG Basel**

S. Mahr von Staszewski  
Projektleiterin

Dr.-Ing. R. Zeh  
Geschäftsführer

## **Anhang A Übersicht Teilprojekte TP 17, TP 18 und TP 19**



TP 19, TP 20

TP 17

TP 18

**Geotechnisches Institut**

**Erneuerung Waldenburgerbahn, TP 17 - TP 20**

Projekt-Nr.: 51.2310.003

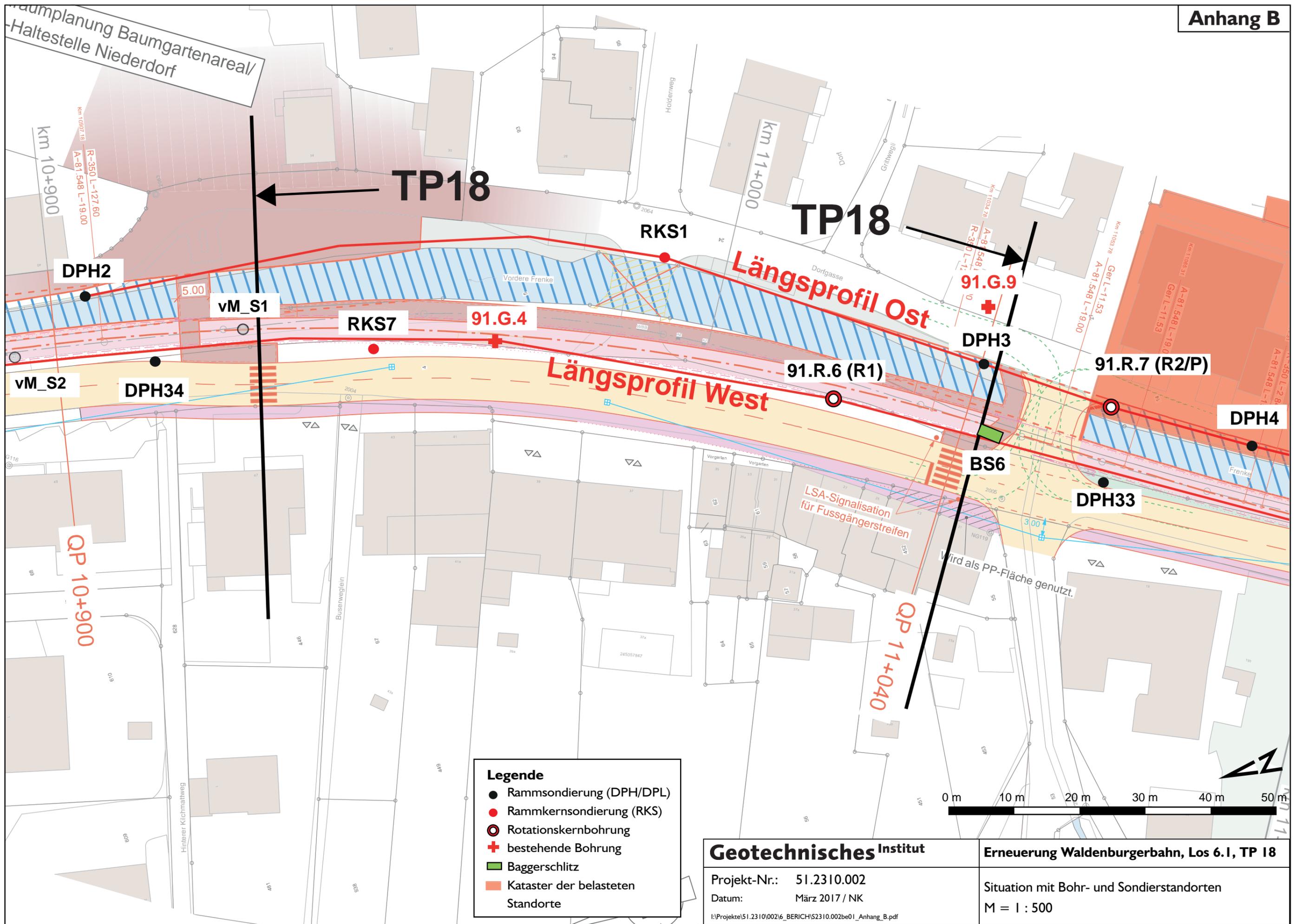
Übersicht Teilprojekte TP 17, TP 18, TP 19 und TP 20

Datum: Januar 2019 / NK

M = 1 : 5'000

I:\Projekte\51.2310\002\6\_BERICH\2310be01\_BGU\_Anhang\_A.pdf

## **Anhang B Situation mit Bohr- und Sondierstandorten**



- Legende**
- Rammsondierung (DPH/DPL)
  - Rammkernsondierung (RKS)
  - Rotationskernbohrung
  - ⊕ bestehende Bohrung
  - Baggerschlitz
  - Kataster der belasteten Standorte

**Geotechnisches Institut**

Projekt-Nr.: 51.2310.002  
 Datum: März 2017 / NK  
 I:\Projekte\51.2310\002\6\_BERICH\52310.002be01\_Anhang\_B.pdf

**Erneuerung Waldenburgerbahn, Los 6.1, TP 18**

Situation mit Bohr- und Sondierstandorten  
 M = 1 : 500

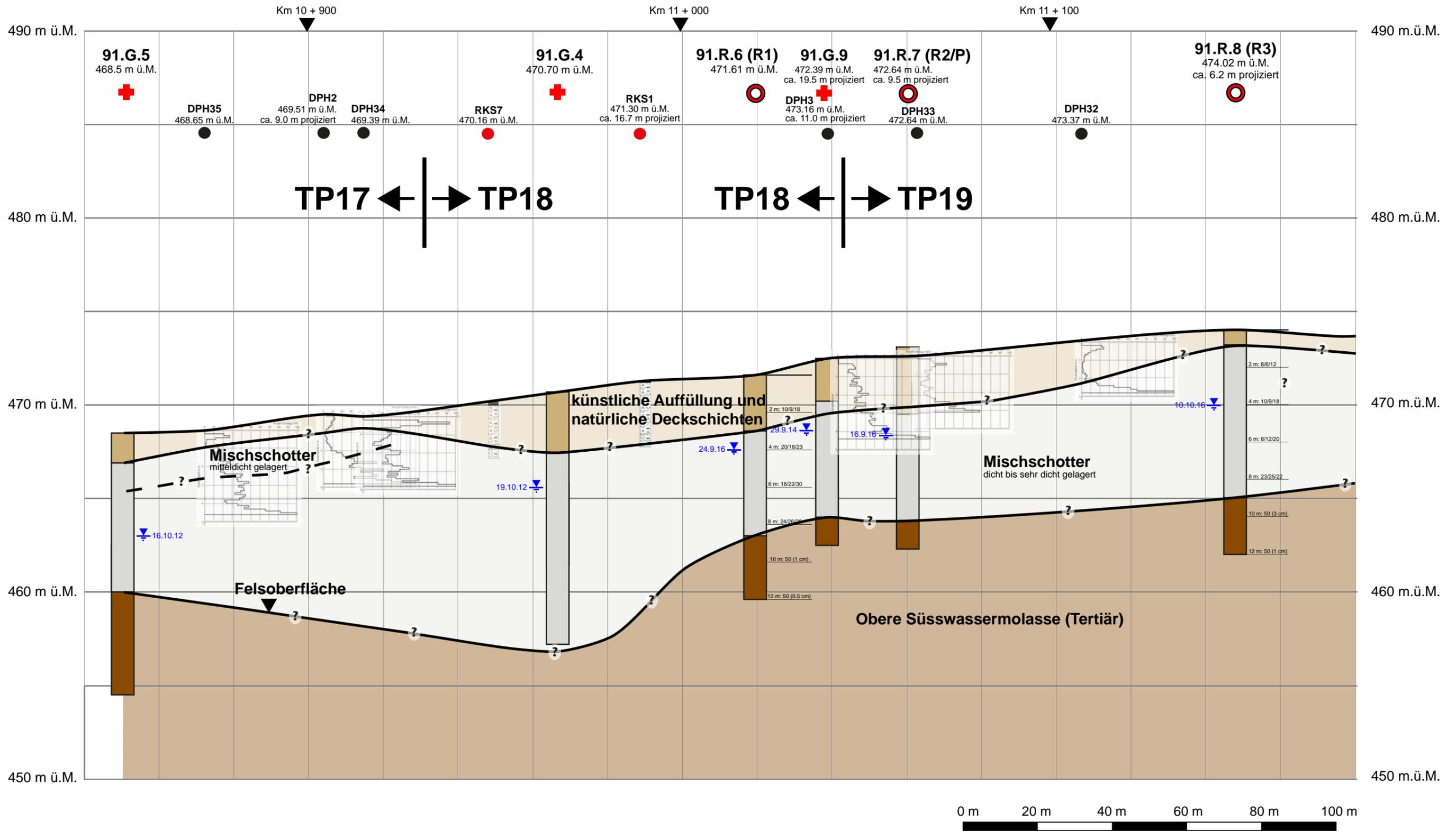
## **Anhang C Längsprofile mit Baugrundmodell**

# Längsprofil West

# Anhang C

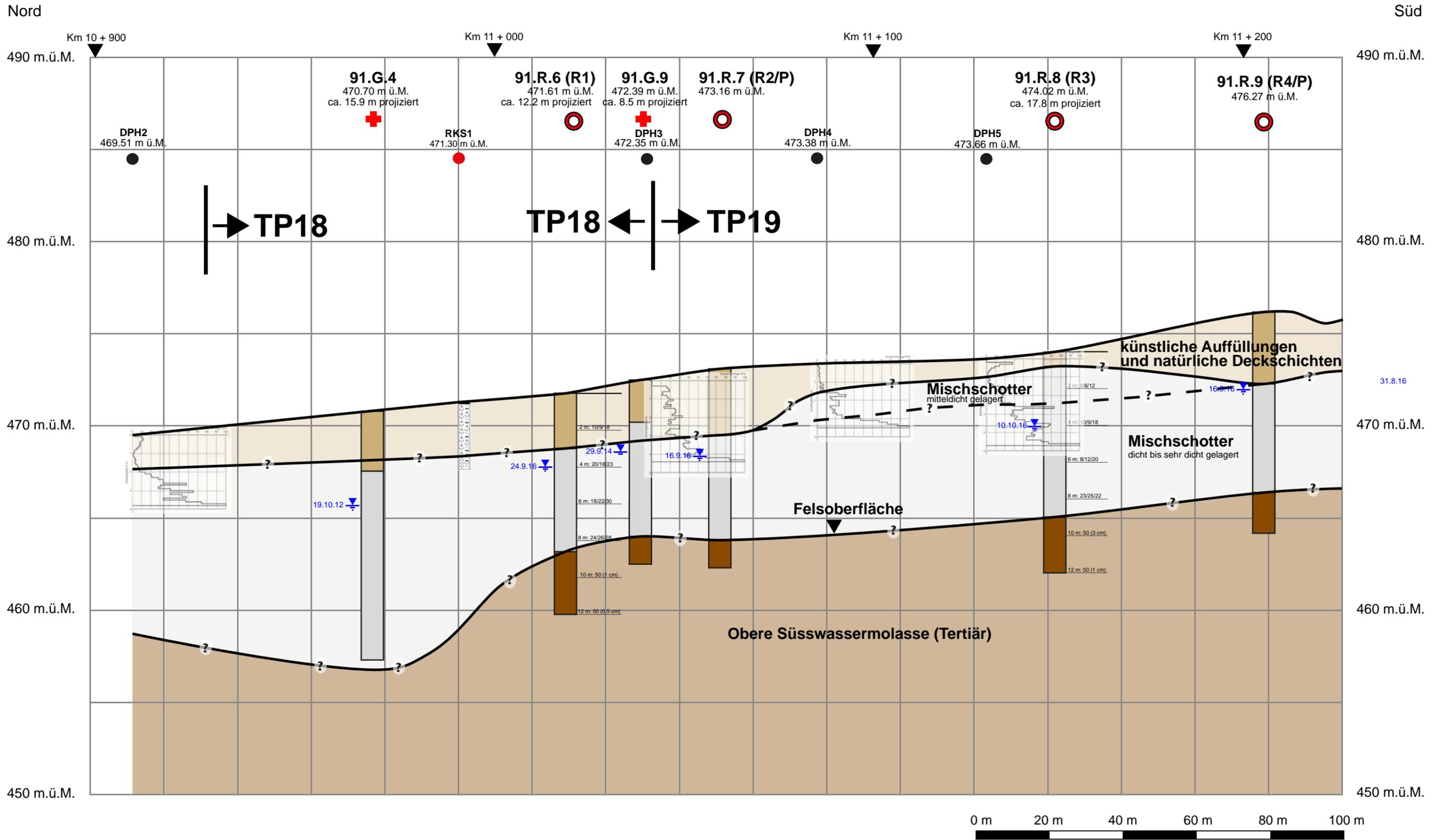
Nord

Süd



Legende	
●	Rammsondierung (DPH/DPL)
●	Rammkernsondierung (RKS)
○	Rotationskernbohrung
+	bestehende Bohrung

Geotechnisches Institut		Erneuerung Waldenburgerbahn, Los 6.1, TP 18
Projekt-Nr.:	51.2310.002	Längsprofil West mit Baugrundmodell
Datum:	März 2017 / NK, MM	M = 1 : 1'000 / 200, überhöht
I:\Projekte\51.2310\002\6_BERICHT\2310be01_BGU\2310be01_Anhang_C.pdf		



**Legende**

- Rammsondierung (DPH/DPL)
- Rammkernsondierung (RKS)
- Rotationskernbohrung
- ⊕ bestehende Bohrung

<b>Geotechnisches Institut</b>		<b>Erneuerung Waldenburgerbahn, Los 6.1, TP 18</b>
Projekt-Nr.:	51.2310.002	Längsprofil Ost mit Baugrundmodell
Datum:	März 2017 / NK, MM	M = 1 : 1'000 / 200, überhöht
I:\Projekte\51.2310\002\6_BERICHT\2310be01_BGU\2310be01_Anhang_C.pdf		

## **Anhang D Profil der Rotationskernbohrung**

Auftraggeber: BLT Baselland Transport AG

Bohrfirma: Fretus AG

Geologische Aufnahme: Nicola Kern

Ort: Niederdorf

Kontrolle: NK

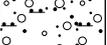
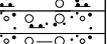
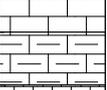
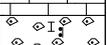
Ausführungsdatum: 23.09.2016 Höhe in m ü.M.: 471.61

Massstab: 1:100

Koordinaten: 2'623'617.78 / 1'250'396.46

Projekt-Nr.: 51.2310.002

**Projekt: Erneuerung Waldenburgerbahn, TP 18, Strecke Niederdorf - Winkelweg, km 10.931 – 11.043**

Tiefe [m]	Höhe m ü.M.	Profil	Geologie	geologische, geotechnische Beschreibung	SPT
0	471.31		Künstl. Auffüllung	Schwarzbelag	2 m: 10/9/18
1	470.51			Kies, siltig, schwach sandig, grau (Koffierung)	
	470.21			Kies, siltig, schwach sandig, braun (Koffierung)	
2				Kies, tonig, schwach sandig, braun, Stein bei 2.1 m, bis 2.1 m mit bodenfremden Stoffen (Ziegelbruchstücke)	
3	468.61		Mischschotter	Kies, Ton, braun, mit Steinen, Komp. gerundet, Kern erhalten, z.T. hart und trocken, z.T. nass und weich	4 m: 20/18/23
4					
5					
6					
7					
8			Obere Süsswassermolasse	Kalk, viel Bohrmehl, Mergelstücke (vermutlich aus mergeligen Lagern stammend)	10 m: 50 (1 cm)
9	463.01				
	462.51				
10	461.81				
	461.46				
	461.26				
11	460.81		Obere Süsswassermolasse	Blöcke, kalkig, Kalksteinstücke von Mergel/Silt umgeben bzw. verklebt	12 m: 50 (0.5 cm)
	460.36				
12	459.61				

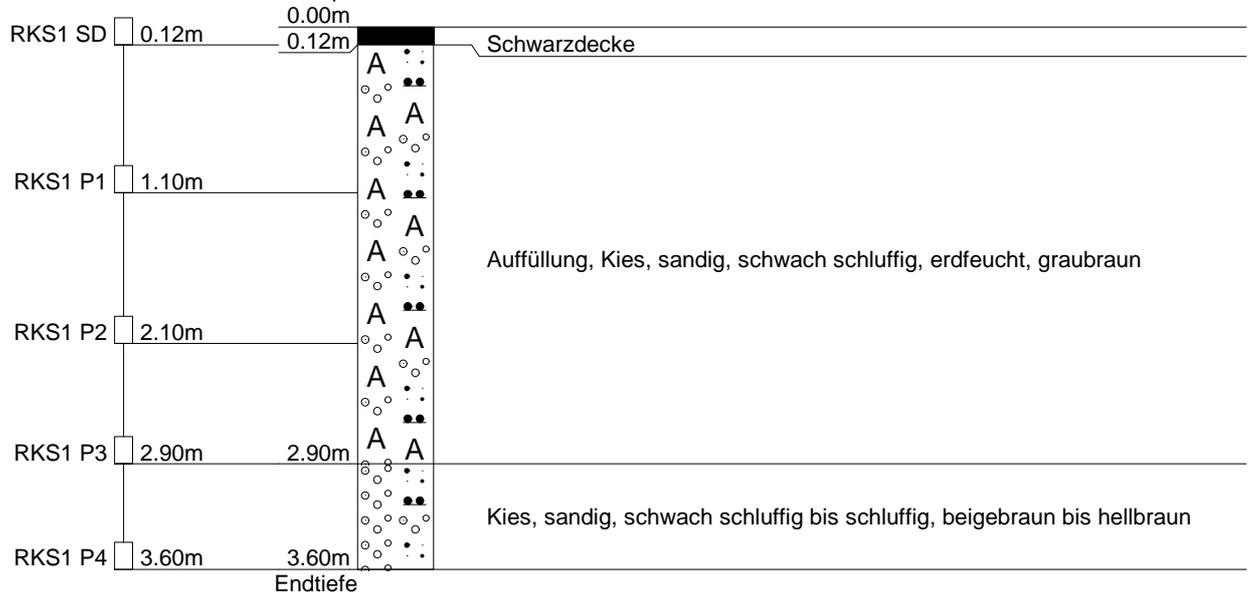
24.09.2016  
467.61 m ü.M.

## **Anhang E Profile der Rammkernsondierungen**

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber : Geotechnisches Institut AG, Basel
Hauptstraße 398	Projekt : Erneuerung Waldenburgerbahn
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 51.2310.002
Telefon 07621/95664-0	Datum : 21.09.16
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab : 1: 50

# RKS 1

Ansatzpunkt: 471.30 mNN



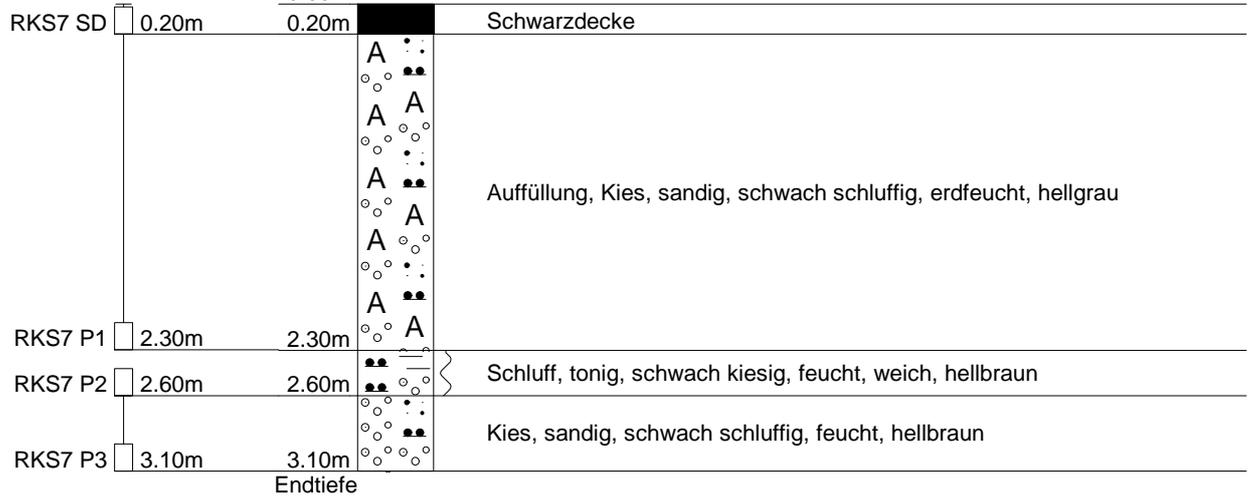
kein Bohrfortschritt

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber : Geotechnisches Institut AG, Basel
Hauptstraße 398	Projekt : Erneuerung Waldenburgerbahn
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 51.2310.002
Telefon 07621/95664-0	Datum : 28.09.16
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab : 1: 50

# RKS 7

Ansatzpunkt: 470.16 mNN

0.00m



Endtiefe

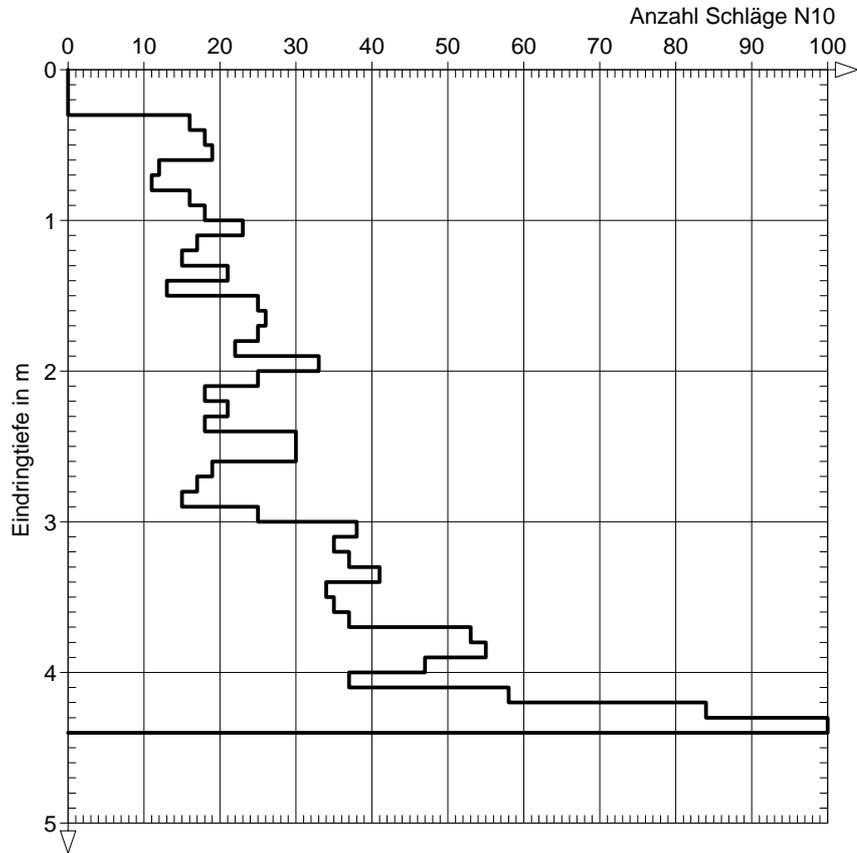
kein Bohrfortschritt

## Anhang F Profil der Rammsondierung

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber : Geotechnisches Institut AG, Basel
Hauptstraße 398	Projekt : Erneuerung Waldenburgerbahn
79576 Weil am Rhein	Projektnr. : 51.2310.002
Telefon 07621/95664-0	Datum : 17.08.16
DIN 4094-3	Maßstab : 1: 50

# RS 3

Ansatzpunkt: 472.35 mNN



## **Anhang G Profil der Saugbaggersondierung**

<b>Geotechnisches Institut</b> Telefon 061 365 10 70 www.geo-online.ch Pfeffingerstrasse 41 4053 Basel info@geo-online-bs.ch		<b>Sondierung BS6</b>		Anhang G
GI-Nr.: 51.2310.002		Projekt: Erneuerung Waldenburgerbahn, TP 18, Strecke Niederdorf-Winkelweg, km 10.931 - 11.043		
Höhe in m ü.M.: - Koordinaten: - Aufnahme: MvS, DG		Unternehmung: Erne AG Datum: 27.09.2016		
Geologie	Tiefe in m	Geotechnische Bezeichnung	Labor / Mes- sung	
k. A.	0.0 – 0.4	Gleisschotter	GII61121	
Mischschotter	0.4 – 0.8	Kies und Steine, sandig, sauber bis schwach siltig, braun-beige, erdfeucht	GII61122	

**Fotos:**



## **Anhang H Profile der bestehenden Bohrungen**

Ansatzhöhe: 470.7 m  
Koordinaten: 623'638 / 250'432  
Richtung / Neigung: - / 90°

Bohrunternehmer: Anliker AG  
Bohrmeister: Z.Hida  
Ausführungsdatum: 17.10. - 19.10.2012

Projekt-Nr.: 478982.0000  
Aufnahme: Hug, Respondek  
Kontrolliert: DH

Bauherr:  
Waldenburgerbahn AG, Hauptstrasse 12,  
4437 Waldenburg

Bohrart	Durchmesser	Koten Bohrmeter ab OK Terrain	USCS	Profil	Geologisch - geotechnische Beschreibung des Bohrgutes	Geologische Zuordnung	SPT-Versuche	Grundwasser, Einbauten	Bemerkungen/ Proben	
Rotationskernbohren	195mm	470.70 470.60	0.00 0.10		<b>BELAG</b> grauer, sandiger KIES, mit wenig Steinen bis d= 10 cm, gut gerundet, trocken	Künstliche Auffüllung	SPT 2.00m 4975 5006	Kleinsand		
		468.50	1.40		grauer und brauner, siltig-toniger KIES, mit wenig Steinen bis d= 10 cm, kantig, Beton-Block bei 1.90 m > Bohrdurchmesser, sehr wenig Ziegelbruch		SPT 4.00m 3575 5006			Bohrlochdurchmesser 195mm
		468.55	2.85		grauer, sandiger KIES, gut gerundet, alpine Gerölle, einzelne rosige Metall-Schraube, trocken					
		467.75	2.95		grauer, siltig-toniger KIES, mit Steinen und Blöcken, kantig-angerundet, feucht					
		467.45	3.25		brauner, sandiger KIES, angerundet, mit wenig-reichlich Silt und Ton, wenig Steine, nass, bei 4.75 - 4.85 m: grauer, spartischer Kalkblock					
	465.85	4.85		brauner, siltiger TON, mit viel Kies, angerundet, mit wenig Steinen, feucht, Kern kompakt, halbfest-fest						
	170mm	463.75	6.95		brauner, sandiger KIES, angerundet, mit reichlich Silt und Ton, reichlich Steine, nass	Moräne	SPT 6.00m 5006	Bohrgut		
		462.75	7.95		brauner, siltiger TON, mit viel Kies, gerundet, mit reichlich Steinen, bei 8.00 - 8.10: beiger, mikritischer Kalkblock > Bohrdurchmesser, Kern kompakt, halbfest-fest		SPT 8.00m 5003			
		461.45	9.25		rostbrauner bis gelbbrauner, sandiger KIES, mit reichlich Steinen, reichlich Silt und Ton, bei 12.10 - 12.45 m: Ralkieslage		SPT 10.00m 5007			Bohrlochdurchmesser 170mm
		457.70	13.00		stark siltig-toniger KIES, mit reichlich Steinen, gerundet, wenig Sand, (gebohrt bis 15.00 m, aber Kernverlust ab 13.50 m)					
457.20		13.50								

**Rotationskernbohrung SB 04/14**

Bohrart	Tiefe	Geol.	Profil	Geotechnische Beschreibung	Ausbau	Kerne Proben	Messungen	
Rotationskernbohrung Einfachkernrohr Dm 213 mm	472	künstl. Auffüllungen	0.10	Asphaltbelag				
			0.45	Schwach siltiger Kies mit reichlich Sand (v.a. Mittel- bis Grobsand), Komponenten Juragerölle, kantengerundet				
			0.80	Steinlage, Juragerölle				
		1		1.40				Schwach toniger, stark siltiger Sand (v.a. Fein- und Mittelsand) mit reichlich org. Beimengungen (Holzstücke), dunkelbraun, erdfeucht
		2		2.30				Schwach siltiger Kies mit viel Sand (v.a. Grobsand), mit wenig Steinen und org. Beimengungen (Holzreste), braun, erdfeucht
		470	Frenke-Schotter	3				Schwach toniger, stark siltiger Kies mit viel Sand (v.a. Fein- und Mittelsand) und mit vereinzelt Steinen, Juragerölle, kantengerundet, beige, erdfeucht, von 4.20 - 4.50m nass
		4		4.30				Toniger, stark siltiger Kies mit reichlich bis viel Sand (v.a. Fein- und Mittelsand), Juragerölle, kantengerundet, beige, erdfeucht, von 5.10-5.70m nass
		5		6.20				Siltiger Kies mit viel Sand (v.a. Grobsand) und vereinzelt Steinen, beige, feucht
		468	Moräne	6				Schwach toniger, stark siltiger Kies mit reichlich Sand (v.a. Feinsand), trocken, hellgrau bis beige, erdfeucht, brüchiger Vollkern
		7		7.10				Siltiger Kies mit viel Sand (v.a. Mittel- und Grobsand) und wenig Steinen, hellgrau, beige, nass
	8	8.20		Schwach toniger bis toniger, stark siltiger Kies mit reichlich Sand (Fein- und Mittelsand), beige, trocken, brüchiger Vollkern				
	466	Dogger	9	Kalkstein, beige, trocken, zerbrochener Vollkern				
	9		9.10	Mergel, beige, geschichteter Vollkern				
	10		9.70	Kalkstein, beige				
	464		10	10.00	Kalkstein, beige			

468.61  
29.09.2014

**Bohrkampagne Waldenburgertal | Hydrogeologische Abklärungen**

114.0006.001

Bohrfirma	Mengis AG	Bohrmeister	Fritz Hirtenfelder
Ausführungsdatum	15.09.2014	Koordinaten	623631 / 250361
Aufnahme	F. Koller	OK Terrain	472.39 m ü.M.



M 1:50

Bohrung\_A4H\_CH50\_ohneSPT.GLO

## **Anhang I Zusammenstellung der Laborwerte**

Zusammenstellung und Beurteilung der Feststoffproben gemäss Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA)

Lokation	GI-Probennummer	Grenzwerte				RKB1	BS6	RKB7
		A-Material	B-Material, schwach verschmutzt	B-Material, verschmutzt	E-Material	GI161387	GI161121	GI161663
Datum der Probenahme	Entnahmetiefe					0.12 - 1.1 m	0 - 0.4 m	0.2 - 2.3 m
	m							
Antimon	mg/kg TS	3	15	30	50	<2	<2	<2
Arsen	mg/kg TS	15	15	30	50	<15	<15	<15
Blei	mg/kg TS	50	250	500	2000	<10	<10	<10
Cadmium	mg/kg TS	1	5	10	10	<0.5	<0.5	<0.5
Chrom gesamt	mg/kg TS	50	250	500	1000	10	18	<10
Kupfer	mg/kg TS	40	250	500	5000	12	19	<10
Nickel	mg/kg TS	50	250	500	1000	<10	11	<10
Quecksilber	mg/kg TS	0.5	1	2	5	<0.1	<0.1	<0.1
Zink	mg/kg TS	150	500	1000	5000	31	35	17
<b>PAK (EPA):</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	-	-	-	-			
Acenaphthylen	mg/kg TS	-	-	-	-			
Acenaphthen	mg/kg TS	-	-	-	-			
Fluoren	mg/kg TS	-	-	-	-			
Phenanthren	mg/kg TS	-	-	-	-			
Anthracen	mg/kg TS	-	-	-	-			
Fluoranthren	mg/kg TS	-	-	-	-			
Pyren	mg/kg TS	-	-	-	-			
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	-	-	-	-			
Chrysen	mg/kg TS	-	-	-	-			
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	-	-	-	-			
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	-	-	-	-			
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.3	1.5	3	10	0.03	0.04	<0.02
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	-	-	-	-			
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	-	-	-	-			
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	-	-	-	-			
<b>Σ nachgewiesene PAK (EPA)</b>	mg/kg TS	3.0	12.5	25	250	0.20	0.33	0.07
<b>MKW (C10-C40)</b>	mg/kg TS	50	250	500	5000	<20	<20	<20
<b>Beurteilung:</b>								
Laborbefund								
Bemerkung						k.A. FA<1%	Gleisschotter	k.A. FA<1%
Klassierung								

**Befund/Beurteilung**

A-Material: unverschmutzt. Anforderungen Anhang 3 Ziff. 1 eingehalten

B-Material: schwach verschmutzt. Anforderungen Anhang 3 Ziff. 2 eingehalten

B-Material: verschmutzt. Anforderungen Anhang 5 Ziff. 2.3 eingehalten

E-Material: verschmutzt. Anforderungen Anhang 5 Ziff. 5.2 eingehalten

> E-Material: verschmutzt. Anforderungen Anhang 5 Ziff. 5.2 überschritten

**Entsorgungswege**

Verwertung/Deponie Typ A

Abkürzungen:

Verwertung/Deponie Typ B

k.A.: künstliche Auffüllung

Verwertung/Deponie Typ B

g.T.: gewachsenes Terrain

Behandlung/Deponie Typ E

oa: organoleptisch auffällig

Behandlung

FA: Fremdanteil

## Anhang J Laborbericht

Geotechnisches Institut AG Basel  
Stefanie Mahr von Staszewski  
Hochstrasse 48  
4002 Basel

Arcadis Schweiz AG  
Ifangstrasse 11  
CH-8952 Schlieren/Zürich

T +41 44 732 92 92  
F +41 44 732 92 21  
labors@arcadis.com  
www.arcadis.com

Company registration  
number:  
CHE-106.032.424 MWST

Schlieren, 30. November 2016

Projekt: 51.2310.002 Niederdorf / Oberdorf, WB Zugkunft, TP 18  
Auftragsnummer: A16-02192  
Datum Auftrag: 23. November 2016  
Datum Analysen: 23. - 30. November 2016



#### Untersuchungsauftrag

Anzahl Proben 10

Parameter	Anz.	Bestimmungsmethode	ACH SAA-Nr
Probenvorbereitung	10	Trocknen, Brechen, Mahlen	ACH-0049
Probenvorbereitung zusätzlich 5 - 7.5 kg	1	Trocknen, Brechen, Mahlen	ACH-0049
Kohlenwasserstoffindex C10-C40	5	Aceton-Extrakt, GC-FID	ACH-0149
Säureaufschluss (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	5	Mikrowellen-Druckaufschluss HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ACH-0119
Quecksilber	5	Thermolyse, Kaltdampf-AAS	ACH-0107 *
Schwermetall Screening	5	ICP-OES	ACH-0110
Antimon	5	XRF	Drittlabor *
Summe nachgewiesene PAK	5	GC-MS	ACH-0178
Summe nachgewiesene PAK	5	Toluol-Extrakt, GC-MS	ACH-0099

#### Bemerkungen

Die mit einem \* markierten Prüfungen sind nicht im Geltungsbereich der Akkreditierung nach ISO/IEC 17025. Drittlaboranalysen werden, falls nicht anders erwähnt, von akkreditierten Labors unter ISO/IEC 17025 durchgeführt.

Ohne gegenteilige schriftliche Mitteilung werden Feststoffproben sechs Monate und Wasserproben drei Monate nach Probeneingang entsorgt.

Die angegebenen Messwerte beziehen sich ausschliesslich auf die bezeichneten Proben. Angaben zu den Prüfspezifikationen (Bestimmungsgrenze, Messunsicherheit) können auf Anfrage abgegeben werden. Der Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung des Labors vervielfältigt werden.

Dieser Bericht wurde mit einer im Informationssystem elektronisch gesicherten Unterschrift visiert und stellt somit einen gültigen Originalbericht dar.

#### Resultate

siehe nächste Seite(n).



Dr. Andreas Gerecke  
Leiter Analytiklabor

Auftraggeber Geotechnisches Institut AG Basel  
 Projekt 51.2310.002 Niederdorf / Oberdorf, WB Zugkunft, TP 18  
 Auftrag Nr. A16-02192  
 Datum Bericht 30.11.2016

Probenbezeichnung		DPH3 SD - GI 161384	DPH4 SD - GI 161385	RKB1 SD - GI 161386	RKB1 PI - GI 161387		
Tiefe		0.00-0.05 m	0.00-0.08 m	0.00-0.12 m	0.12-1.10 m		
Datum Probenahme		21.11.2016	21.11.2016	21.11.2016	21.11.2016		
Interne Probenbezeichnung		M1611-12496	M1611-12497	M1611-12498	M1611-12499		
Datum Probeneingang		23.11.2016	23.11.2016	23.11.2016	23.11.2016		
Probenart		Belag	Belag	Belag	Aushub		
<b>Allgemeine Angaben / Probenvorbereitung</b>							
Analysen gemäss		VVEA	VVEA	VVEA	VVEA		
Trocknung	°C	keine	keine	keine	40		
Probemenge	kg	0.47	0.69	1.0	7.0		
<b>Organische Summenparameter</b>							
Kohlenwasserstoffindex C10-C40	mg/kg TS				<20		
<b>Screening Elemente</b>							
Arsen	mg/kg TS				<15		
Barium	mg/kg TS				<100		
Beryllium	mg/kg TS				<1		
Blei	mg/kg TS				<10		
Bor	mg/kg TS				<50		
Cadmium	mg/kg TS				<0.5		
Chrom	mg/kg TS				10		
Kobalt	mg/kg TS				<10		
Kupfer	mg/kg TS				12		
Molybdän	mg/kg TS				<5		
Nickel	mg/kg TS				<10		
Quecksilber	mg/kg TS				<0.1		
Zink	mg/kg TS				31		
<b>Metalle / Elemente</b>							
Antimon	mg/kg TS				<2.0		
<b>PAK</b>							
Summe nachgewiesene PAK	mg/kg TS				0.20		
Naphthalin	mg/kg TS				<0.02		
Acenaphthylen	mg/kg TS				<0.02		
Acenaphthen	mg/kg TS				<0.02		
Fluoren	mg/kg TS				<0.02		
Phenanthren	mg/kg TS				<0.02		
Anthracen	mg/kg TS				<0.02		
Fluoranthen	mg/kg TS				0.031		
Pyren	mg/kg TS				0.029		
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS				<0.02		
Chrysen	mg/kg TS				0.021		
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS				0.025		
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS				0.022		
Benzo(a)pyren	mg/kg TS				0.025		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS				0.024		
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TS				<0.02		
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS				0.023		
<b>PAK in Belag</b>							
Summe nachgewiesene PAK	mg/kg	<1	230	<1			
Benzo(a)pyren	mg/kg	<1	11	<1			

Auftraggeber Geotechnisches Institut AG Basel  
 Projekt 51.2310.002 Niederdorf / Oberdorf, WB Zugkunft, TP 18  
 Auftrag Nr. A16-02192  
 Datum Bericht 30.11.2016

Probenbezeichnung		BS 6 - GI161121	RKB7 SD - GI 161662	RKB7 PI - GI 161663	9 I.R.7 (R2) - GI161644		
Tiefe		0.0-0.4 m	0.0-0.2 m	0.2-2.3 m	0.0-1.0 m		
Datum Probenahme		21.11.2016	21.11.2016	21.11.2016	21.11.2016		
Interne Probenbezeichnung		M1611-12500	M1611-12501	M1611-12502	M1611-12503		
Datum Probeneingang		23.11.2016	23.11.2016	23.11.2016	23.11.2016		
Probenart		Aushub	Belag	Aushub	Aushub		
<b>Allgemeine Angaben / Probenvorbereitung</b>							
Analysen gemäss		VVEA	VVEA	VVEA	VVEA		
Trocknung	°C	40	keine	40	40		
Probemenge	kg	1.6	1.6	0.64	0.28		
<b>Organische Summenparameter</b>							
Kohlenwasserstoffindex C10-C40	mg/kg TS	<20		<20	28		
<b>Screening Elemente</b>							
Arsen	mg/kg TS	<15		<15	<15		
Barium	mg/kg TS	<100		<100	<100		
Beryllium	mg/kg TS	<1		<1	<1		
Blei	mg/kg TS	<10		<10	30		
Bor	mg/kg TS	<50		<50	<50		
Cadmium	mg/kg TS	<0.5		<0.5	<0.5		
Chrom	mg/kg TS	18		<10	18		
Kobalt	mg/kg TS	<10		<10	<10		
Kupfer	mg/kg TS	19		<10	12		
Molybdän	mg/kg TS	<5		<5	<5		
Nickel	mg/kg TS	11		<10	14		
Quecksilber	mg/kg TS	<0.1		<0.1	<0.1		
Zink	mg/kg TS	35		17	54		
<b>Metalle / Elemente</b>							
Antimon	mg/kg TS	<2.0		<2.0	<2.0		
<b>PAK</b>							
Summe nachgewiesene PAK	mg/kg TS	0.33		0.074	2.4		
Naphthalin	mg/kg TS	<0.02		<0.02	<0.02		
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0.02		<0.02	<0.02		
Acenaphthen	mg/kg TS	<0.02		<0.02	<0.02		
Fluoren	mg/kg TS	<0.02		<0.02	<0.02		
Phenanthren	mg/kg TS	<0.02		0.025	0.13		
Anthracen	mg/kg TS	<0.02		<0.02	0.048		
Fluoranthren	mg/kg TS	0.051		0.027	0.31		
Pyren	mg/kg TS	0.047		0.022	0.39		
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0.029		<0.02	0.14		
Chrysen	mg/kg TS	0.039		<0.02	0.18		
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0.037		<0.02	0.27		
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0.032		<0.02	0.18		
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.038		<0.02	0.28		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0.033		<0.02	0.21		
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TS	<0.02		<0.02	0.044		
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0.028		<0.02	0.17		
<b>PAK in Belag</b>							
Summe nachgewiesene PAK	mg/kg		<1				
Benzo(a)pyren	mg/kg		<1				

Auftraggeber Geotechnisches Institut AG Basel  
 Projekt 51.2310.002 Niederdorf / Oberdorf, WB Zugkunft, TP 18  
 Auftrag Nr. A16-02192  
 Datum Bericht 30.11.2016

Probenbezeichnung		<b>9 I.R.7 (R2) - GI161645</b>	<b>DPH28 SD - GI161666</b>				
Tiefe		1.0-2.0 m	0.0-0.2 m				
Datum Probenahme		21.11.2016	21.11.2016				
Interne Probenbezeichnung		M1611-12504	M1611-12505				
Datum Probeneingang		23.11.2016	23.11.2016				
Probenart		Aushub	Belag				
<b>Allgemeine Angaben / Probenvorbereitung</b>							
Analysen gemäss		VVEA	VVEA				
Trocknung	°C	40	keine				
Probemenge	kg	0.34	1.7				
<b>Organische Summenparameter</b>							
Kohlenwasserstoffindex C10-C40	mg/kg TS	<20					
<b>Screening Elemente</b>							
Arsen	mg/kg TS	<15					
Barium	mg/kg TS	<100					
Beryllium	mg/kg TS	<1					
Blei	mg/kg TS	<10					
Bor	mg/kg TS	<50					
Cadmium	mg/kg TS	<0.5					
Chrom	mg/kg TS	<10					
Kobalt	mg/kg TS	<10					
Kupfer	mg/kg TS	<10					
Molybdän	mg/kg TS	<5					
Nickel	mg/kg TS	<10					
Quecksilber	mg/kg TS	<0.1					
Zink	mg/kg TS	14					
<b>Metalle / Elemente</b>							
Antimon	mg/kg TS	<2.0					
<b>PAK</b>							
Summe nachgewiesene PAK	mg/kg TS	<0.02					
Naphthalin	mg/kg TS	<0.02					
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0.02					
Acenaphthen	mg/kg TS	<0.02					
Fluoren	mg/kg TS	<0.02					
Phenanthren	mg/kg TS	<0.02					
Anthracen	mg/kg TS	<0.02					
Fluoranthren	mg/kg TS	<0.02					
Pyren	mg/kg TS	<0.02					
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	<0.02					
Chrysen	mg/kg TS	<0.02					
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	<0.02					
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	<0.02					
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	<0.02					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0.02					
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TS	<0.02					
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	<0.02					
<b>PAK in Belag</b>							
Summe nachgewiesene PAK	mg/kg		<1				
Benzo(a)pyren	mg/kg		<1				

## **Anhang K Fotodokumentation der Rotationskernbohrung**

Bohrtiefe

Bohrtiefe

0 m



2 m

2 m



4 m

4 m



6 m

6 m



8 m

8 m



10 m

10 m



12 m

12 m



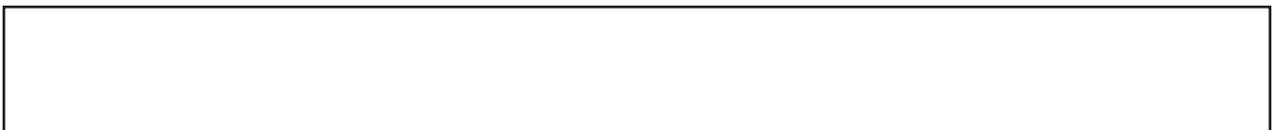
14 m

14 m



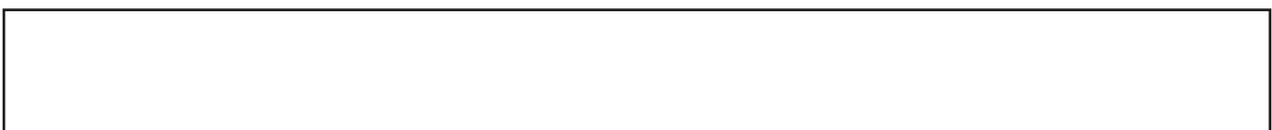
16 m

16 m



18 m

18 m



20 m

**Geotechnisches** Institut

**Erneuerung Waldenburgerbahn, Los 6.1, TP 18**

Projekt-Nr.: 51.2310.002

Fotodokumentation der Bohrung 91.R.6 (RI)

Datum: 27. Februar 2017 / MvS

I:\Projekte\51.2310\002\6\_BERICHT\2310.002be01\_BGU\2310.002be01\_Beil1\_I.pdf