

## Geotechnischer Bericht über die Baugrund- und Gründungsverhältnisse

**Bauvorhaben:** Erneuerung EÜ km 102,074 Kestert  
Strecke Wiesbaden – Niederlahnstein (3507)

**Auftraggeber:** DB ProjektBau GmbH  
Regionalbereich Mitte  
Hahnstraße 52  
60528 Frankfurt (Main)

**Bearbeiter:** BAUGRUND RADEBURG  
Großkagen 10  
01665 Käbschütztal

**Projekt-Nr.:** 006/2013



Dieser Bericht umfasst 15 Seiten und 8 Anlagen.

Großkagen, 28.05.2013

.....  
Dipl.-Ing. G. Heidt

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b><u>Allgemeines.....</u></b>	<b>Seite 3</b>
1.1.	Unterlagen.....	Seite 3
1.2.	Vorgang.....	Seite 3
1.3.	Aufschlussarbeiten und Laborversuche.....	Seite 4
<b>2.</b>	<b><u>Erkundungsergebnisse.....</u></b>	<b>Seite 5</b>
2.1.	Geologische Verhältnisse und Morphologie.....	Seite 5
2.2.	Ergebnisse der Baugrunderkundung und Schichtenaufbau.....	Seite 5
2.3.	Hydrologische Verhältnisse.....	Seite 7
<b>3.</b>	<b><u>Bautechnische Schlussfolgerungen.....</u></b>	<b>Seite 8</b>
3.1.	Berechnungsgrundlagen.....	Seite 8
3.2.	Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Bodens.....	Seite 8
3.3.	Gründung.....	Seite 9
3.4.	Ausbildung der Widerlagerhinterfüllung.....	Seite 11
3.5.	Baugrubensicherung und Wasserhaltung.....	Seite 11
3.6.	Rammfähigkeit der Böden.....	Seite 12
3.7.	Bausubstanzuntersuchungen / Bauwerksgeometrie.....	Seite 12
3.8.	Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen.....	Seite 13
3.9.	Bautechnische Hinweise.....	Seite 14
<b>4.</b>	<b><u>Zusammenfassung.....</u></b>	<b>Seite 15</b>

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lage- und Aufschlussplan	Blatt 1
Anlage 2	Baugrundsichtung	
2.1	Baugrundschnitt	Blatt 1
2.2	Baugrundschnittprofile	Blatt 1 bis 3
Anlage 3	Bodenmechanische Laborversuche	Blatt 1 bis 5
Anlage 4	Ergebnisse Gründungsschurf	Blatt 1
Anlage 5	Ergebnisse der chemischen Analysen - Boden	
5.1.	Prüfbericht Nr. 13B00762 vom 28.03.2013	Blatt 1 bis 3
5.2.	Deklarationen	Blatt 1 bis 3
5.3.	Betonangriff und Stahlaggressivität	Blatt 1 bis 2
Anlage 6	Überschlägliche Grundbruch- und Setzungsberechnungen	Blatt 1 bis 2
Anlage 7	Fotodokumentation	Blatt 1 bis 6
Anlage 8	Freigabe Terrasond	Blatt 1 bis 2

---

## 1. Allgemeines

---

### 1.1. Unterlagen

- /U1/** Bestellung der DB ProjektBau GmbH vom 06.12.2012
- /U2/** Bauwerksschnitte, Bauwerksskizzen und Lagepläne, zur Verfügung gestellt von der DB ProjektBau GmbH am 09.11.2012 und 26.02.2013
- /U3/** Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der Firma Stielicke & Büttner Lieskau und Baugrund Radeburg aus der Zeit zwischen dem 12.02. und 20.02.2013
- /U4/** Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche vom 02.03.2013
- /U5/** Ergebnisse der Grundwasseranalyse - entfällt
- /U6/** Ergebnisse der chemischen Analysen vom 28.03.2013; BUZ Kirchmöser
- /U7/** Freigabe von Terrasond Günzburg vom 21.02.2013
- /U8/** DIN - 1054 „Baugrund-Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau“; 01/2005
- /U9/** DIN – Fachbericht 101 „Einwirkungen auf Brücken“; 03/2003
- /U10/** DIN – 4124 „Baugruben und Gräben“
- /U11/** RStO 12 „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“; Stand 2012
- /U12/** Ril 836 „Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten“; Stand 02/2013
- /U13/** Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung; Herth/Arndts; Verlag Ernst & Sohn; 3. Auflage 1994
- /U14/** „Gründung von Hochbauten“; Hettler; Verlag Ernst & Sohn; Berlin 2000
- /U15/** EAB – Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“; 5. Auflage; Stand 2012
- /U16/** Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen; Technische Regeln; Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA); 2004
- /U17/** Ril 880.4010; „Bautechnik; Verwertung von Altschotter“; DB AG 01.02.2003

Des Weiteren kommen die im Erd- und Grundbau maßgeblichen DIN-Normen und Richtlinien zur Anwendung.

### 1.2. Vorgang

Die EÜ km 102,074 der Strecke Wiesbaden - Niederlahnstein (3507) über einen unbenannten Weg soll erneuert werden.

Der vorliegende Bericht beschreibt die geotechnischen und hydrologischen Verhältnisse im Bereich der o. g. Eisenbahnüberführung.

Das zu begutachtende Bauwerk ist eine Gewölbebrücke, die die zweigleisige Bahnstrecke von Wiesbaden nach Niederlahnstein überführt. Archivunterlagen liegen in Form einer Bauwerksskizze (/U2/) vor. Danach ist die Brücke flach gegründet. Die Fundamente sollen eine Tiefe von 2,25 m und eine Breite von ca. 7,50 m besitzen.

### 1.3. Aufschlussarbeiten und Laborversuche

Die Aufschlußarbeiten wurden durch die Firmen Stielicke & Büttner aus Lieskau und Baugrund Radeburg zwischen dem 12.02. und dem 20.02.2013 ausgeführt.

Zur Erkundung des Baugrundes wurden auf Geländeneiveau zwei Trockendrehbohrungen (B) Ø 270 mm und zwei Schwere Rammsondierungen (DPH) und vom Dammniveau aus eine Rammkernsondierung (RKS) Ø 50/36 mm niedergebracht. Des Weiteren wurde ein Gleisschurf zur Entnahme der vorhandenen Oberbaumaterialien sowie eine Kernbohrung zur Feststellung der Widerlagerdicke abgeteuft. Folgende Aufschlüsse wurden im Einzelnen zur Begutachtung herangezogen:

Aufschluss	Zweck	Zielteufe [m]	Ist-Teufe [m]
Sch 1	Probenentnahme Oberbaumaterial	--	--
RKS 2	Hinterfüllung	6,00	3,00
Bohrung / DPH 3	Gründung	15,00 / 7,00	6,00 / 1,20
Bohrung / DPH 4	Gründung	15,00 / 7,00	8,00 / 3,30
Sch 5	Gründung	UK Fundament	UK Fundament
KB 6	Gründung	Hinterkante Widerlager	1,93

**Tabelle 1: Übersicht über die für die Begutachtung verwendeten Aufschlüsse**

Sch	...	Schurf
B	...	Bohrung
RKS	...	Rammkernsondierung
DPH	...	Schwere Rammsondierung
KB	...	Kernbohrung - Substanzbohrung

Die Lage der Aufschlüsse ist aus Anlage 1 ersichtlich. Die Baugrundsichtung und die Sondierdiagramme sind in Anlage 2.2. und in dem Baugrundschnitt in Anlage 2.1. aufgetragen. Die einzelnen, auf Bohrmeisterangaben beruhenden Schichtenverzeichnisse und Sondierprotokolle der Bohrfirma können bei Bedarf in unserem Archiv eingesehen werden.

Die Ansatzhöhen der Aufschlüsse wurden durch das Einnivellieren auf SO, die uns mit 74,10 m NN aus /U2/ vorliegt, ermittelt.

Die entnommenen gestörten Bodenproben wurden sowohl durch den jeweiligen Bohrmeister, als auch durch den Gutachter organoleptisch nach DIN 4022 spezifiziert. Zur genaueren Klassifizierung der Bodenarten in Bodengruppen nach DIN 18196 und Bodenklassen nach DIN 18300 sind ausgewählte Bodenproben bodenphysikalischen Untersuchungen unterzogen worden. Die Protokolle der im Einzelnen untersuchten Proben sind in Anlage 3 enthalten.

Aus dem Schurf 1, RKS 2 und Bohrung B 4 wurden Bodenproben entnommen und entsprechend der jeweils geltenden Vorschriften auf das Vorhandensein von umweltgefährdenden Substanzen untersucht. Die Ergebnisse der chemischen Analysen finden sich in Anlage 5.1 und 5.2.

Aus Bohrung 4 wurde weiterhin eine Bodenprobe entnommen und auf Betonangriff sowie Stahlaggressivität untersucht. Die Ergebnisse finden sich in Anlage 5.3

---

## 2. Erkundungsergebnisse

---

### 2.1. Geologische Verhältnisse und Morphologie

Der zu begutachtende Bereich befindet sich in Kestert ca. 15 km südlich von Koblenz. Die Bahnlinie 3507 Wiesbaden - Niederlahnstein verläuft hier in Dammlage. Die zu begutachtende Brücke quert einen unbenannten Weg in etwa von Süd nach Nord.

Geologisch liegt der Untersuchungsbereich im Mittelrheinbecken, genauer im Neuwieder Becken, welches im Bereich Kestert zu einem schmalen Tal schrumpft, welches von den ansteigenden Terrassen des vorderen Westerwaldes eingerahmt wird. Es ist mit dem Anstehen von Rheinischem Schiefer zu rechnen.

### 2.2. Ergebnisse der Baugrunderkundung und Schichtenaufbau

Die angetroffenen Baugrundverhältnisse sind relativ einheitlich.

Das **Dammmaterial (Schicht 1)**, welches mit der Rammkernsondierung RKS 2 erkundet wurde, besteht aus aufgefülltem, tonigem Kies der Bodengruppen des A [GT-GT\*]. Das aufgefüllte Dammmaterial ist locker bis mitteldicht gelagert.

Zuoberst wurde mit den Bohrungen **Auffüllung (Schicht 1)** erkundet. Dabei handelt es sich um aufgefüllte schwach schluffige bis schluffige Kiese der Bodengruppe des A [GU-GU\*] und um kiesigem, humosen Feinsand, der mit Schotter vermischt ist. Die Auffüllungen sind locker gelagert.

Der anstehende Boden besteht zuoberst aus **Flusssand und -kies (Schicht 2)**, der in Form von tonigem oder schluffigem Feinsand bzw. tonigem Mittel-Grobkies der Bodengruppen des ST\*, GT\*, SU\*-UL anstehen. Die Sande sind mit Schieferstücken durchsetzt und besitzen eine lockere bis dichte Lagerung bzw. eine weich-steife Konsistenz.

Die Bohrungen enden im **Tonschiefer (Schicht 4)**, über dem mit Bohrung 3 eine 1,70 m dicke Zersatzzone (Schicht 3) erkundet wurde. Der Tonschiefer ist dicht gelagert.

Aus den erkundeten Baugrundsichten wird ein Baugrundmodell erstellt. Dabei werden Böden mit annähernd gleichen bodenphysikalischen und bodenmechanischen Eigenschaften in Schichten zusammengefaßt.

<b>Schicht 1</b>	<b>Auffüllung / Dammmaterial</b> Fein-Mittelkies, stark sandig, schwach tonig bis tonig, mit Schieferzersatz bzw. Fein-Grobkies, sandig, schwach schluffig bis schluffig oder Feinsand, vermischt mit Schotter, kiesig, humos, schluffig Lagerungsdichte locker	<b>A [GT-GT*, GU-GU*]</b>
<b>Schicht 2</b>	<b>Flusssand und -kies</b> Feinsand, mit Schieferstücken, mittelsandig, grobsandig, fein-mittelkiesig, stark tonig und Feinsand, stark schluffig und Mittel-Grobkies, mit Schieferbruch, feinkiesig, sandig, tonig, steinig Lagerungsdichte locker bis dicht Konsistenz weich-steif	<b>ST*, SU*-UL, GT*</b>
<b>Schicht 3</b>	<b>Tonschieferzersatz</b> Grobsand, fein-mittelsandig, fein-mittelkiesig, schluffig Lagerungsdichte dicht	<b>SU*</b>
<b>Schicht 4</b>	<b>Tonschiefer</b> Tonschiefer, plattig	<b>--</b>

Mit dem Gleisschurf 1 wurde folgender Aufbau erkundet (alle Maße unter OK Schwelle):

<u>Schurf 1</u>	
0,00 ... 0,39 m	Schotter, ohne Feinanteile
0,39 ... 0,76 m	Schottermischzone, 30 % Feinanteile d < 22,4 mm, reinigungsfähig
ab 0,76	Betondecke

Für die erkundeten Baugrundsichten können aus den Laborversuchen und Erfahrungen folgende Bodenkennwerte zugeordnet werden:

Schicht	1	2	3
<b>Geologische Bezeichnung</b>	Auffüllung	Flusssand und -kies	Tonschieferersatz
<b>Kurzzeichen</b> nach DIN 18196	A [GT-GT*, GU-GU*]	ST*, SU*-UL, GT*	SU*
<b>Kornanteil</b> d ≤ 0,063 mm [%]	18*)	17 ... 40*)	25*)
<b>Ungleichförmigkeitszahl</b> U [--]	n.b.	57 ... 1557*)	321*)
<b>Durchlässigkeitsbeiwert</b> k <sub>f</sub> [m/s]	10 <sup>-5</sup> ... 10 <sup>-7</sup> *)	4,8 x 10 <sup>-8</sup> ... 8,3 x 10 <sup>-7</sup> *)	3,3 x 10 <sup>-7</sup> *)
<b>Lagerungsdichte</b>	locker bis mitteldicht	locker bis dicht	dicht
<b>Konsistenz</b> handspezifiziert		weich-steif	--
<b>Bodenklassen</b> nach DIN 18300	4	4	4
<b>Frostempfindlichkeit</b> nach ZTVE-StB 94	F3	F3	F3

Tabelle 2: Bodenphysikalische Kennwerte

- \*) Einzelergebnisse, keine Mittelwerte!  
 \*\*) Erfahrungswerte, keine Laborergebnisse!

Für die Schicht 4 kann eine Bodenklasse 6-7 angegeben werden.

### 2.3. Hydrologische Verhältnisse

Mit den von Geländeniveau abgeteufte Bohrungen wurde weder Grund- noch Schichtenwasser angeschnitten.

### 3. Bautechnische Schlussfolgerungen

#### 3.1. Berechnungsgrundlagen

Für das unter Punkt 2.2. aufgestellte Baugrundmodell werden aus den Erfahrungen geschätzte und über korrelative Beziehungen ermittelte charakteristische Berechnungskennwerte angegeben.

Schicht	1	2	3	4
<b>Geologische Bezeichnung</b>	Auffüllung	Flusssand und -kies	Tonschieferzersatz	Tonschiefer
<b>Kurzzeichen</b> nach DIN 18196	A [GT-GT*, GU-GU*]	ST*, SU*-UL, GT*	SU*	--
<b>wirksamer Reibungswinkel</b> cal $\Phi'$ [Grad]	30	30	30	40
<b>wirksame Kohäsion</b> cal $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0	1	2	10
<b>Wichte des feuchten Bodens</b> cal $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18	19	20	22
<b>Wichte des Bodens unter Auftrieb</b> cal $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	9	10	11	12
<b>Steifemodul</b> $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	8	25	45	80

Tabelle 3: Berechnungskennwerte

Achtung, für die überschläglichen Grundbruch- und Setzungsberechnungen sind die, spezifisch für den Zustand der Schicht 2 zugeschnittenen Berechnungskennwerte verwendet worden, die auch für die Nachrechnungen durch den zuständigen Planer / Statiker zu verwenden sind.

#### 3.2. Betonaggressivität und Stahlkorrosivität des Bodens

Aus dem anstehenden Boden (Bohrung 4 / Probe 3) wurde aus dem Gründungsbereich der Brücke eine Bodenprobe entnommen und auf beton- und sthlangreifende Inhaltsstoffe untersucht. Die Analysenergebnisse finden sich in Anlage 5.3.

Danach ist der Boden im Gründungsbereich nach DIN 4030 Teil 2 als nicht Beton angreifende einzustufen. Die Bodenaggressivität nach DIN 50929 ist als Bodenklasse II und damit als aggressiv anzusetzen.



### 3.3. Gründung

Bei der EÜ handelt es sich um eine, flach auf Streifenfundamenten gegründeten Gewölbebrücke. Die Fundamente sollen nach /U2/ eine Tiefe von 2,25 m und eine Breite von ca. 7,50 m besitzen. Die derzeitige Gründungssohle liegt entsprechend unseren Erkundungen im Gründungsschurf 5 (siehe Anlage 4) bei 69,48 m NN. Das entspricht einer Einbindetiefe von 0,87 m und einer Gründung in der weich-steifen Schicht 2 bzw. in der dicht gelagerten Schicht 3.

Für eine Neugründung der Brücke wurden in Anlage 6 / Blatt 1 bis 4 im Rahmen einer Vorbemessung zur Ermittlung der maximal zulässigen Bodenpressungen überschlägliche Grundbruchberechnungen und Setzungsabschätzungen durchgeführt. Die Ergebnisse gelten für lotrecht mittig belastete Fundamente.

Mit einer frostfreien Gründung von  $t \geq 1,00$  m ist eine frostfreie Gründung gewährleistet. Damit liegt die zukünftige Gründungssohle einesteils in der weich-steifen Schicht 2 (Westseite = Talseite), andererseits in der dichten Schicht 4 (Ostseite = Bergseite).

Für die Berechnung der zulässigen Bodenpressungen sind wir von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

Fundamentbreite	$a = 2,00$ m .... $5,00$ m
Fundamentlänge:	$b = 7,50$ m
Gründungstiefe	69,27 m NN (OK Festgestein, Ostseite=Bergseite)
Gründungstiefe	68,26 m NN (UK Schicht2, weich-steif, Westseite=Talseite)
Vorbelastung:	$\sigma = 150$ kN/m <sup>2</sup> / 200 kN/m <sup>2</sup>

Ostseite = Bergseite, Vorbelastung:  $\sigma = 150$  kN/m<sup>2</sup>

---

Hier wird die Gründungssohle oberhalb des Festgesteins der Schicht 4 angesetzt.

Die aus den Grundbruchberechnungen ermittelten zulässigen Bodenpressungen liegen zwischen  $\sigma_{zul} = 2676$  kN/m<sup>2</sup> und  $4191$  kN/m<sup>2</sup> mit Setzungsbeträgen von  $8,2$  ...  $23,1$  cm. Diese Setzungen sind zu groß und für das Bauwerk schädlich. Bei einer Begrenzung der Setzungen auf ein angenommenes zulässiges Maß von  $2,0$  cm ergeben sich, je nach Fundamentbreite, zulässige Bodenpressungen zwischen  $\sigma_{zul} = 500$  kN/m<sup>2</sup> und  $760$  kN/m<sup>2</sup>.

**Folgerung:** Bei Einhaltung einer Gründungstiefe von  $69,27$  m NN und einer Vorbelastung von  $150$  kN/m<sup>2</sup> können die Fundamente nach Anlage 6 / Blatt 1 bemessen werden. Zur Einhaltung der zulässigen Setzungen sollten die angegebenen zulässigen Bodenpressungen von  $\sigma_{zul} = 500$  kN/m<sup>2</sup> bis  $760$  kN/m<sup>2</sup> nicht überschritten werden.

Ostseite = Bergseite, Vorbelastung:  $\sigma = 200$  kN/m<sup>2</sup>

---

Die aus den Grundbruchberechnungen ermittelten zulässigen Bodenpressungen liegen zwischen  $\sigma_{zul} = 2676$  kN/m<sup>2</sup> und  $4191$  kN/m<sup>2</sup> mit Setzungsbeträgen von  $8,1$  ...  $22,8$  cm. Diese Setzungen sind zu groß und für das Bauwerk schädlich. Bei einer Begrenzung der Setzungen auf ein angenommenes zulässiges Maß von  $2,0$  cm ergeben sich, je nach Fundamentbreite, zulässige Bodenpressungen zwischen  $\sigma_{zul} = 555$  kN/m<sup>2</sup> und  $810$  kN/m<sup>2</sup>.

---

**Folgerung:** Bei Einhaltung einer Gründungstiefe von 69,27 m NN und einer Vorbelastung von 200 kN/m<sup>2</sup> können die Fundamente nach Anlage 6 / Blatt 2 bemessen werden. Zur Einhaltung der zulässigen Setzungen sollten die angegebenen zulässigen Bodenpressungen von  $\sigma_{zul} = 555 \text{ kN/m}^2$  bis 810 kN/m<sup>2</sup> nicht überschritten werden.

Westseite = Talseite, Vorbelastung:  $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$

---

Hier wird die Gründungssohle unterhalb der weich-steifen Schicht 2 angesetzt.

Die aus den Grundbruchberechnungen ermittelten zulässigen Bodenpressungen liegen zwischen  $\sigma_{zul} = 1313 \text{ kN/m}^2$  und 2075 kN/m<sup>2</sup> mit Setzungsbeträgen von 7,8 ... 18,8 cm. Diese Setzungen sind zu groß und für das Bauwerk schädlich. Bei einer Begrenzung der Setzungen auf ein angenommenes zulässiges Maß von 2,0 cm ergeben sich, je nach Fundamentbreite, zulässige Bodenpressungen zwischen  $\sigma_{zul} = 370 \text{ kN/m}^2$  und 460 kN/m<sup>2</sup>.

**Folgerung:** Bei Einhaltung einer Gründungstiefe von 68,26 m NN und einer Vorbelastung von 150 kN/m<sup>2</sup> können die Fundamente nach Anlage 6 / Blatt 3 bemessen werden. Zur Einhaltung der zulässigen Setzungen sollten die angegebenen zulässigen Bodenpressungen von  $\sigma_{zul} = 370 \text{ kN/m}^2$  bis 460 kN/m<sup>2</sup> nicht überschritten werden.

Westseite = Talseite, Vorbelastung:  $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$

---

Die aus den Grundbruchberechnungen ermittelten zulässigen Bodenpressungen liegen zwischen  $\sigma_{zul} = 1313 \text{ kN/m}^2$  und 2075 kN/m<sup>2</sup> mit Setzungsbeträgen von 7,4 ... 18,3 cm. Diese Setzungen sind zu groß und für das Bauwerk schädlich. Bei einer Begrenzung der Setzungen auf ein angenommenes zulässiges Maß von 2,0 cm ergeben sich, je nach Fundamentbreite, zulässige Bodenpressungen zwischen  $\sigma_{zul} = 420 \text{ kN/m}^2$  und 510 kN/m<sup>2</sup>.

**Folgerung:** Bei Einhaltung einer Gründungstiefe von 68,26 m NN und einer Vorbelastung von 200 kN/m<sup>2</sup> können die Fundamente nach Anlage 6 / Blatt 4 bemessen werden. Zur Einhaltung der zulässigen Setzungen sollten die angegebenen zulässigen Bodenpressungen von  $\sigma_{zul} = 420 \text{ kN/m}^2$  bis 510 kN/m<sup>2</sup> nicht überschritten werden.

Für beide Baugrundsichtungen scheinen die Belastungen schadlos aufgenommen werden zu können. Jedoch ergeben sich Setzungsunterschiede innerhalb eines Fundamentes zwischen der Ostseite (Bergseite) und Westseite (Hangseite):

Ostseite, Vorbelastung:  $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$ ,  $b = 2,25 \text{ m}$ ,  $\sigma_{ang} = 350 \text{ kN/m}^2$

$S_{vorh} = 0,75 \text{ cm}$

Ostseite, Vorbelastung:  $\sigma = 150 \text{ kN/m}^2$ ,  $b = 2,25 \text{ m}$ ,  $\sigma_{ang} = 350 \text{ kN/m}^2$

$S_{vorh} = 1,25 \text{ cm}$ .

Können die Setzungsunterschiede durch ein Fundament nicht aufgenommen werden, sind entweder die Sandschichten durch Felsbruch zu ersetzen oder die Fundamente gestuft auszuführen und immer auf dem Festgestein zu gründen, um einheitliche Gründungsverhältnisse zu schaffen.

Die angegebenen zulässigen Bodenpressungen gelten nur für die, in die Berechnung eingeführten Gründungstiefen und angenommenen Vorbelastungen und müssen durch den beauftragten Statiker überprüft und ggf. angepasst werden.

### **3.4. Ausbildung der Widerlagerhinterfüllung**

Die derzeitige Hinterfüllung entspricht den Forderungen der RIL 836, Modul 836.0504 nicht. Die Hinterfüllung besteht aus schwach tonigen bis tonigen Kiesen mit lockerer bis mitteldichter Lagerung.

Mit einem Neubau der EÜ muss auch die Hinterfüllung gemäß den Forderungen der RIL 836, Modul 836.0504 ausgebildet werden. Die derzeitigen Hinterfüllstoffe können aus bodenmechanischer Sicht nicht wieder verwendet werden.

Bauwerkshinterfüllungen sind so auszubilden, dass Setzungen am Übergang zwischen Kunstbauwerk und Erdbauwerk infolge:

- Konsolidierung des Untergrundes
  - Eigenverformung der Hinterfüllung und
  - Verkehrsbelastung
- minimiert werden.

Die Länge der Hinterfüllung richtet sich nach der Konstruktionshöhe  $H$  [m] des Bauwerkes und beträgt in Höhe des Erdplanums mindestens  $2H$  bzw. 5 m. Für den Hinterfüllbereich sind nach Ril 836 grobkörnige Böden der Gruppen SW, SI, GW und GI geeignet. Die Hinterfüllstoffe sind lagenweise (max. 0,30 m) im erdfeuchten Zustand einzubringen und auf  $D_{Pr} \geq 1,0$  zu verdichten. Die Verdichtung ist nachzuweisen, einzubauendes Material auf seine Eignung hin zu überprüfen.

### **3.5. Baugrubensicherung und Wasserhaltung**

Die Baugruben zur Herstellung der Widerlagerfundamente liegen bei ca. 69,30 m NN bzw. 68,30 m NN. Damit werden die Baugruben maximal 2,00 m unter GOK tief. Wir gehen davon aus, dass die Baugruben unverbaut hergestellt werden.

Trockene Baugruben bis 1,25 m Tiefe dürfen senkrecht hergestellt werden. Tiefere Baugruben müssen geböscht oder verbaut werden. Unbelastete Böschungen bis 5,0 m Höhe können nach DIN 4124 unter 45 Grad hergestellt werden. Die Forderungen der DIN 4124 sind zu beachten.

Grund- oder Schichtwasser wurde nicht erkundet. Damit werden keine Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich, die das Grundwasser absenken.

### 3.6. Rammfähigkeit der vorhandenen Böden

Die erkundeten Baugrundsichten bestehen unter Auffüllung aus Flusssanden und –kiesen, Felsersatz und Tonschiefer. Die Rammfähigkeit der Böden wird wie folgt eingeschätzt:

- Schicht 1: Die Auffüllung ist im Allgemeinen gut rammfähig. Einschlüsse aus Bauschutt können die Rammfähigkeit zum Teil erheblich reduzieren.
- Schicht 2: Die anstehenden Flusssande und -kiese besitzen eine lockere bis dichte Lagerung. Sande mit lockerer und mitteldichter Lagerung können als gut rammfähig eingeschätzt werden. In den Sanden mit dichter Lagerung mussten die Schweren Rammsondierungen abgebrochen werden. Die dicht gelagerten Sande sind als schwer bis sehr schwer rammbaar anzusehen.
- Schicht 3: Der anstehende Felsersatz ist als schwer bis sehr schwer rammbaar zu bezeichnen.
- Schicht 4: Der Tonschiefer ist nicht rammfähig.

### 3.7. Bausubstanzuntersuchungen / Bauwerksgeometrie

Zur Feststellung der Gründungsordinate der derzeitigen Widerlager wurde am Widerlager Niederlahnstein ein Schurf (Schurf 5) durchgeführt. Demnach befindet sich die Gründungssohle dieses Widerlagers, zumindest an der Stelle des Schurfes, bei 69,48 m NN. Die Gründungssohle wurde durch eine Schrägsondierung bestätigt (siehe Anlage 4).

Auf dem Überbau wurde ein weiterer Schurf (Schurf 1) zur Feststellung der Konstruktionsoberkante der Brücke durchgeführt. Demnach liegt zwischen OK Schwelle und der Betondecke der Brücke ein Abstand von 0,76 m.

Zur Feststellung der Widerlagerdicke wurde eine Kernbohrung (KB 5) durchgeführt. Die Bohrung lieferte folgende Ergebnisse:

0,00 – 0,20 m	Blendstein, vermörtelt, hart
0,20 – 0,60 m	Schieferblöcke, hart
0,60 – 1,20 m	Schieferbruch, unvermörtelte Fugen und Klüfte
1,20 – 1,93 m	Schieferbruch, mit Beton / Mörtel gebunden

Bei 1,93 m Bohrkernlänge endete die Bohrung in der Hinterfüllung. Eine rückwärtige Dichtung wurde nicht erkundet.

### 3.8. Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Die bei einem eventuellen Aushub anfallenden Böden bestehen aus Auffüllung sowie aus quartären Sanden. Aus bodenmechanischer Sicht sind die quartären Sande als Zuschlagstoffe für die Hinterfüllung wieder verwendbar.

Zur Entnahme der Umweltproben wurden die Baugrundbohrungen und -sondierungen sowie der Handschürfe im Gleisbereich genutzt. Die Entnahme, die Analyse und Bewertung der Proben erfolgte auf Grundlage /U16-U17/. Folgende Proben wurden untersucht:

Probenart	Aufschluss / Probe	Untersuchte Parameter
Schottermischzone	Schurf 1 b-Probe	nach /U17/
Auffüllung	RKS 2 / P 1	nach /U16/
Anstehendes	B 4 / P 2	nach /U16/

Tabelle 4: Chemisch analysierte Proben

Tabelle 5 zeigt das Ergebnis der chemischen Analyse, eingeordnet in die Einbauklasse bzw. verwertungsklasse der jeweils geltenden Vorschrift (siehe Tabelle 5):

Probenart	Aufschluss / Probe	Auffällige Parameter	Einstufung
Schottermischzone	Schurf 1 b-Probe	Kupfer und PAK im Feststoff	Z1.2 (Feinanteil) Z1.1 (Gesamtschotter)
Auffüllung	RKS 2 / P 1	Kupfer und Zink im Feststoff	Z2
Anstehendes	B 4 / P 2	Nickel im Feststoff	Z1.1

Tabelle 5: Auswertung der analysierten Proben

Daraus resultieren folgende Verwertungsmöglichkeiten.

Der Schotter ist mit Kupfer und PAK im Feststoff verunreinigt. Die abgesiebten Feinanteile müssen in die Einbauklasse Z 1.2, die Gesamtschotterfraktion in die Einbauklasse Z1.1 eingeordnet werden.

Die analysierte Bodenprobe aus der Auffüllung zeigt Belastungen an Kupfer und Zink im Feststoff. Der aufgefüllte Boden muss die Einbauklasse Z2 eingeordnet werden.

Die analysierte Bodenprobe aus dem anstehenden Boden zeigt geringe Belastungen an Nickel im Feststoff. Der anstehende Boden kann in die Einbauklasse Z1.1 eingeordnet werden.

Die einzelnen, für die Verwertung bzw. Aufbereitung notwendigen Parameter sind der der Deklaration in Anlage 5.2. dargestellt.

---

Nach LAGA werden die Einbauklassen Z 0 bis Z 2 unterschieden. Dabei stellen die den Einbauklassen zugeordneten Werte jeweils die Obergrenze dar.

Für die Einbauklasse Z 0 gilt ein uneingeschränkter Einbau des Bodens. Aus Vorsorgegründen sollte auf einen Einbau auf besonders sensiblen Flächen (Spielplätze, Kleingärten, nicht versiegelte Schulhöfe usw.) verzichtet werden.

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1. und ggf. Z 1.2.) ist ein offener Einbau der derart verunreinigten Böden unter besonderen Sicherungsmaßnahmen möglich. Diese Böden können unter anderem in bergbaulichen Rekultivierungsgebieten, im Straßenbau und den ihn begleitenden Erdbaumaßnahmen, auf Industrie- Gewerbe- und Lagerflächen, in Parkanlagen mit geschlossener Vegetationsdecke, usw. wieder verwendet werden. Der Abstand von der Schüttkörperbasis zum Grundwasserstand soll mindestens 1m betragen.

Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Wiedereinbau des Bodens dar. Für Böden der Einbauklasse Z 2 gelten für den Wiedereinbau entsprechend LAGA folgende definierte technische Sicherungsmaßnahmen:

Einbau der Böden in hydrogeologisch günstigen Gebieten bei kontrollierten Großbaumaßnahmen (z. B. als Lärmschutzwall mit mineralischer Oberflächenabdeckung ( $d > 0,5 \text{ m}$ ,  $k < 10^{-8}$ ) und darüber liegender Rekultivierungsschicht und als Straßendamm mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Abdeckung ( $d > 0,5 \text{ m}$ ,  $k < 10^{-8}$ ) und darüber liegender Rekultivierungsschicht im Böschungsbereich .

Einbau der Böden im Straßen- und Wegebau bzw. auf befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten als Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht oder gebundene Tragschicht unter wenig durchlässiger Deckschicht.

Böden, deren Analyseergebnisse die Zuordnungswerte für die Einbauklasse Z 2 überschreiten, müssen deponiert oder in chemisch-physikalischen Aufbereitungsanlagen behandelt werden. Dies muss in Absprache mit den zuständigen Umweltbehörden erfolgen. Diese Böden werden als ABFALL eingestuft und können nach TA Siedlungsabfall (Deponieklassen I und II) in die Einbauklassen Z 3 und Z 4 bzw. nach TA Abfall (Sonderabfalldeponie) in die Einbauklasse Z 5 eingeordnet werden.

### **3.8. Bautechnische Hinweise**

Die punktförmig durchgeführten Bodenuntersuchungen geben einen guten Überblick über die vorhandenen Untergrundverhältnisse, sie schließen jedoch Abweichungen nicht aus.

Die im geotechnischen Bericht genannten Güteforderungen sind während der Bauausführung durch entsprechende Tragfähigkeits- und Dichtepfungen zu kontrollieren. Gründungssohlen sind von einem fachkundigen Geotechniker abnehmen zu lassen. Die Baugrubensohlen sind möglichst tiefgründig nachzuverdichten. Weiche Böden in der Gründungssohle sind immer auszuheben und zu ersetzen.

Der in der Gründungssohle anstehende Tonschiefer ist kaum frost- bzw. nicht wasserempfindlich, so dass die Arbeiten bei quasi jeder Witterung ausgeführt werden können. Liegen die Baugrubensohlen oberhalb des Tonschiefers sind die anstehenden Böden als frost-

---

und wasserempfindlich anzusehen. Soll in diesen Schichten gegründet werden, muss bei frostfreier und trockener Witterung gearbeitet werden.

#### **4. Zusammenfassung**

---

In dem vorliegenden geotechnischen Bericht sind die Baugrundverhältnisse und deren Bewertung im Bereich der EÜ km 102,074 der Strecke 3507 in Kestert dargestellt. Gegenstand der Untersuchung ist die Ermittlung von Bodenkennwerten und Berechnungsannahmen zur Planung der Erneuerung der bestehenden Gewölbebrücke.

Zur Erkundung des Baugrundes und der Widerlagerhinterfüllung wurden zwei Bohrungen, zwei schwere Rammsondierungen, eine Rammkernsondierung und ein Schurf niedergebracht. Für die Bestimmung der Widerlagerdicke wurde eine Kernbohrung angesetzt. Die qualitative Beschreibung der Bodenverhältnisse wurde durch bodenphysikalische Laborversuche ergänzt.

Der Baugrund besteht unter einer Auffüllung im baurelevanten Bereich aus Flusssanden und –kiesen über Tonschieferzersatz und Tonschiefer. Grundwasser wurde nicht erkundet. Es wurde eine Bodenprobe aus dem Gründungsbereich auf beton- und stahlangreifende Inhaltsstoffe untersucht.

In Abschnitt 2 wird aus den erkundeten Bodenschichten ein Baugrundmodell gebildet und die relevanten Bodenkennwerte angegeben. Angaben zu einer Neugründung, Baugrube und Wasserhaltung sowie der Ausbildung der Hinterfüllung der Widerlager enthält Abschnitt 3.

Hinweise zur Rammfähigkeit der Böden sowie die Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials sind Bestandteil des vorliegenden Berichtes.

Unsere Untersuchungen für dieses Bauvorhaben sind abgeschlossen.

bearbeitet: .....  
Dipl.-Ing. G. Heidt