

Geotechnischer Bericht über die Baugrund- und Gründungsverhältnisse

Bauvorhaben: **Bf. Klingenthal**
Weichenerneuerung W945 und W973

Auftraggeber: DB Netz AG
Region Südost
Projektrealisierung Oberbau
Brandenburger Straße 1
04103 Leipzig

Bearbeiter: BAUGRUND RADEBURG
Großkagen 10
01665 Käbschütztal

Projekt-Nr.: 025/2023



Dieser Bericht umfasst 12 Seiten und 3 Anlagen.

Großkagen, 02.07.2023

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

Inhaltsverzeichnis

<u>1.</u>	<u>Allgemeines.....</u>	Seite 3
1.1.	Unterlagen.....	Seite 3
1.2.	Aufgabenstellung.....	Seite 3
1.3.	Durchführung von Erkundungsarbeiten und Laborversuchen.....	Seite 4
<u>2.</u>	<u>Darstellung der geotechnischen Erkundungsergebnisse.....</u>	Seite 5
2.1.	Morphologie und geologische Situation.....	Seite 5
2.2.	Baugrundverhältnisse.....	Seite 6
2.3.	Baugrundmodell.....	Seite 6
2.4.	Hydrologische Verhältnisse.....	Seite 7
<u>3.</u>	<u>Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse....</u>	Seite 8
3.1.	Berechnungsgrundlagen.....	Seite 8
3.2.	Bemessung Tragschichtsystem.....	Seite 8
3.3.	Bauwerksüberdeckungen.....	Seite 10
3.4.	Rammfähigkeit der anstehenden Böden.....	Seite 10
3.5.	Baugrubensicherung, Versickerungsfähigkeit und Wasserhaltung.....	Seite 11
3.6.	Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen.....	Seite 11
3.7.	Hinweise zur Bauausführung.....	Seite 11
<u>4.</u>	<u>Zusammenfassung.....</u>	Seite 12

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lage- und Aufschlussplan / Baugrundsichtung	Blatt 1
Anlage 2	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	Blatt 1 bis 5
Anlage 3	Homogenbereiche	Blatt 1 bis 2

1. Allgemeines

1.1. Unterlagen

- /U1/ Bestellung der DB Netz AG vom 24.05.2023
- /U2/ Lagepläne, übersendet durch die DB AG am 17.05.2023
- /U3/ Schichtenverzeichnisse der Baugrunderkundung vom 10.06.2023
- /U4/ Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche vom 23.06.2023
- /U5/ RIL 836 „Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten“; Stand 2021
- /U6/ Arbeitsblatt DWA-A 138 – „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“; 04/2005
- /U7/ EAB – Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“; 6. Auflage; 2021
- /U8/ VOB, Teil C, Stand 09/2015; Homogenbereiche
- /U9/ Digitale Karte des Sachsenatlas, Karteninhalt Geologie, Bereich Klingenthal
- /U10/ Digitale Karte des Sachsenatlas, Karteninhalt Schutzgebiete, Bereich Klingenthal

Außerdem kommen einschlägige DIN-Normen und Richtlinien für Erd- und Grundbau zur Anwendung.

Der zu untersuchende Bereich befindet sich in keinem dokumentierten Schutzgebiet und innerhalb der Erdbebenzone 1 / Untergrundklasse R (felsartiger Untergrund).

1.2. Aufgabenstellung

Auf der Strecke Zwotental - Klingenthal soll im Bf. Klingenthal eine Weichenerneuerung an den Weichen W945 und W973 erfolgen. Außerdem sollen an 4 Bauwerken die Überdeckungen erkundet werden.

1.3. Durchführung von Erkundungsarbeiten und Laborversuchen

Zur Feststellung der Baugrund- und hydrologischen Verhältnisse wurden am 20.06.2023 acht Handschürfe und vier Rammkernsondierungen (RKS) abgeteuft.

Folgende Aufschlüsse wurden im Einzelnen zur Begutachtung herangezogen:

Aufschluss	Ansatzhöhe [m unter SO]	Zweck	Zielteufe [m]	Ist-Teufe [m]
Schurf 1 km 5,362	- 0,18 m (=OK Schwelle)	Bauwerksüberdeckung	OK Bauwerk	0,62
Schurf 2 km 5,552	- 0,16 m (=OK Schwelle)	Bauwerksüberdeckung	OK Bauwerk	0,63
Schurf 3 km 6,037	- 0,16 m (=OK Schwelle)	Bauwerksüberdeckung	OK Bauwerk	0,39
Schurf 4 km 8,580	- 0,16 m (=OK Schwelle)	Bauwerksüberdeckung	OK Bauwerk	0,42
Schurf/RKS W945-1	- 0,16 m (=OK Schwelle)	Weichenerneuerung W945	3,00	1,80
Schurf/RKS W945-2	- 0,16 m (=OK Schwelle)	Weichenerneuerung W945	3,00	2,20
Schurf/RKS W973-1	- 0,16 m (=OK Schwelle)	Weichenerneuerung W973	3,00	3,00
Schurf/RKS W973-2	- 0,16 m (=OK Schwelle)	Weichenerneuerung W973	3,00	3,00

Tabelle 1: Übersicht über die für die Begutachtung verwendeten Aufschlüsse

Die Lage der Aufschlusspunkte und der Baugrundschnitt sind in Anlage 1 dargestellt. Die Höhen der Ansatzpunkte wurden einnivelliert und auf SO bezogen angegeben.

Die Bodenproben wurden sowohl vom Bohrmeister als auch vom Gutachter organoleptisch spezifiziert. An ausgewählten Bodenproben sind Laborversuche durchgeführt worden. Im Einzelnen wurden an insgesamt vier Proben die Kornverteilungen bestimmt.

Chemische Untersuchungen / Abfalluntersuchungen waren nicht Bestandteil des Auftrages.

2. Darstellung der geotechnischen Erkundungsergebnisse

2.1. Morphologie und geologische Situation

Der zu begutachtende Bereich befindet sich im Bf. Klingenthal, der sich im südwestlichen Teil der Ortschaft Klingenthal befindet. Die Bahn verläuft hier im Einschnitt.



Bild 1: Geologische Situation nach /U10/

Geologisch liegt der Untersuchungsbereich am Nordrand des Thüringischen Schiefergebirges und ist vom Anstehen von Schluffschiefer und Schluffphyllit gekennzeichnet.

Entsprechen /U10/ ist mit dem Anstehen holozäner Ablagerungen wie Auelehm über Sand oder Kies der ebenen Bach- und Flussauen (hier der Zwota) zu rechnen. Diese Ablagerungen wurden nicht angetroffen.

2.2. Baugrundverhältnisse

Mit den Erkundungen im Bereich der beiden Weichen wurde zuoberst Schotter erkundet:

Weiche W945

Schotterdicke 0,47 m bis 0,48 m

Mischzone 0,22 m bis 0,23, mechanisch reinigungsfähig, 10 % FA d <31,5 mm

E_{vd} auf Planum: 47,6 N/mm² und 56,2 N/mm²

Weiche W973

Schotterdicke 0,62 m bis 0,70 m, Ø 0,66 m

Mischzone 0,36 m bis 0,40, Ø 0,38 m, mechanisch reinigungsfähig, 5 ... 10 % FA d <31,5 mm

E_{vd} auf Planum: 45,9 N/mm² und 51,4 N/mm²

Darunter wurde **Felsersatz (Schicht 1)**, erkundet. Der Felsersatz steht in Situ als Festgestein mit geringer Bindung an, wurde jedoch durch die RKS aufgebrochen und liegt als schluffiger Sand bis Kies mit Felsbruchstücken vermischt an und kann den Bodengruppen des SU-GU, überwiegend jedoch SU*-GU* zugeordnet werden. Die Lagerungsdichte ist dicht.

2.3. Baugrundmodell

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

Schicht 1

Felsersatz ohne Plastizität

Sand, kiesig, schluffig, steinig im Übergang zu

Kies, stark sandig, schluffig, steinig

Lagerungsdichte dicht

SU-GU, SU*-GU*

Für das unter Punkt 2.3 aufgestellte Baugrundmodell werden aus den Erfahrungen geschätzte bzw. im Labor ermittelte bodenphysikalische Kennwerte in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Schicht	1
Geologische Bezeichnung	Felszersatz ohne Plastizität
Kurzzeichen nach DIN 18196	SU-GU, SU*-GU*
Kornanteil $d \leq 0,063 \text{ mm}$ [%]	15 ... 19
Ungleichförmigkeitszahl U [--]	70 ... 240
Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	$1,3 \times 10^{-6} \dots 1,5 \times 10^{-5}$
Durchlässigkeit nach DIN 18130	durchlässig bis schwach durchlässig
Wassergehalt w_n [%]	n.b.
Lagerungsdichte nach DPH	dicht
Bodenklassen nach DIN 18300	5-6
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94	F3

Tabelle 2: Bodenphysikalische Kennwerte

2.4. Hydrologische Verhältnisse

Die Aufschlüsse wurden am 20.06.2023 niedergebracht. Zu diesem Zeitpunkt wurde kein Grundwasser angeschnitten. Schichtwasser und Staunässe war ebenfalls nicht vorhanden.

3. Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

3.1. Berechnungsgrundlagen

Für das unter Punkt 2.3. aufgestellte Baugrundmodell werden aus den Erfahrungen geschätzte und über korrelative Beziehungen ermittelte Berechnungskennwerte angegeben.

Schicht	1
Geologische Bezeichnung	Felszersatz ohne Plastizität
Kurzzeichen nach DIN 18196	SU-GU, SU*-GU*
wirksamer Reibungswinkel cal Φ'_k [Grad]	35
wirksame Kohäsion cal c'_k [kN/m ²]	10
Wichte des feuchten Bodens cal γ_k [kN/m ³]	22
Wichte des Bodens unter Auftrieb cal γ'_k [kN/m ³]	12
Steifemodul E_{sk} [MN/m ²]	120

Tabelle 3: Berechnungskennwerte

3.2. Bemessung des Tragschichtsystems

Für den Umbau der Weichen W945 und W973 sind Vorschläge zur Ausbildung des Tragschichtsystems zu unterbreiten.

Zur Feststellung der vorhandenen Tragfähigkeiten wurden in vier Schürfen auf dem Planum Messungen mit dem Leichten Fallgerät vorgenommen. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Schurf-Nr.	Tragwert OK Planum E_{vd} [N/mm ²]	≈Tragwert OK Planum E_{v2} [MN/m ²] (nach Tabelle für Zornsches Gerät)
W945-1	47,6	100
W945-2	56,2	120
W973-1	45,9	100
W973-2	51,4	110

Tabelle 4: Tragwerte E_{vd} [N/mm²] und E_{v2} [MN/m²]

Unterbau und Untergrund von Eisenbahnverkehrswegen sollen so beschaffen sein, dass sie sowohl unter statischen als auch unter dynamischen Beanspruchungen eine innere und äußere Stabilität, ein ausreichendes elastisches und verformungsarmes Verhalten sowie eine ausreichende Tragfähigkeit besitzen.

Diese Eigenschaften sollen durch die Festlegung von erforderlichen mineralischen Konstruktionsschichten mit definierten Dicken und den Qualitätsparametern wie:

- Verdichtungsgrad D_{Pr}
- Verformungsmodul E_{v2}
- stoffliche Mindestanforderungen

gewährleistet werden.

Wir gehen davon aus, dass die Strecke in die Kategorie „Ertüchtigung / Instandhaltung mit $v \leq 80$ km/h eingeordnet werden soll (Bahnhofsgleis). Nach Ril 836 ergeben sich danach folgende Anforderungen an das Tragschichtsystem:

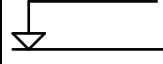
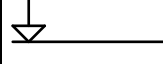
 <p>OFTS Tragschicht (bzw. Planum ohne Schutzschicht)</p>	$E_{v2} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ $E_{vd} \geq 30 \text{ MN/m}^2$
 <p>Planum</p>	$E_{v2} \geq 20 \text{ MN/m}^2$ $E_{vd} \geq 20 \text{ MN/m}^2$ $I_c \geq 0,60$ (mind. weiche Konsistenz) $D \geq 0,20$ (mind. lockere Lagerung)

Tabelle 5: Anforderungen nach Ril 836 für „Ertüchtigung / Instandhaltung mit $v < 80$ km/h“

Ausgehend vom Regelquerschnitt liegt die planmäßige Schotterunterkante je nach Querneigung bei etwa 0,70 m unter Gradienten. Damit liegt die Unterseite der Bettung im Bereich der W945 oberhalb des Zersatzes der Schicht 1 und im Bereich der Weiche W973 innerhalb der Mischzone.

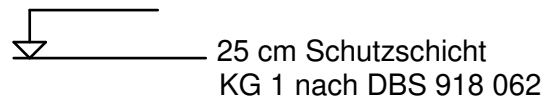
Die Dicke der Schutzschicht aus Gründen der Frostsicherheit ergibt sich nach Ril 836, Modul 836.4101A02, Tabelle 3, Zeile 3.1.3. unter Beachtung:

Frosteinwirkungszone: III
Frostempfindlichkeitsklasse: F3 zu **d = 25 cm**.

Entsprechend Tabelle 4 kann dem anstehenden Boden ein Berechnungsmodul von $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ zugeordnet werden. Unter Ansatz dieses Berechnungsmoduls ergibt sich nach 836.4101A05, Bild A5.2 aus Gründen der Tragfähigkeit eine Gesamtdicke der Schutzschicht von **d = 0 cm**.

Demnach ist die Bemessung auf Frostsicherheit maßgebend. Außerdem ist nach Ril 836.4103, Absatz 4, Punkt (2) bei nicht verwitterungsfähigen Fels eine gering durchlässige Schutzschicht einzubauen. Die sich aus Gründen der Frostsicherheit ergebende Dicke ist dabei sicherzustellen

Daraus ergibt sich folgender Vorschlag zum Aufbau des Tragschichtsystems:



Folgende Qualitätsparameter sind messtechnisch auf Einhaltung zu prüfen:

	E_{v2}	\geq	40 MN/m ²
	E_{vd}	\geq	30 MN/m ²

Tabelle 6: Abzuprüfende Qualitätsparameter

Nach Ril 836 gelten die in Tabelle 3 genannten Forderungen für $I_c \geq 0,60$ und $D \geq 0,20$ im bestehenden Unterbau / Untergrund für einen Bereich bis 2,00 m unter SO. Diese Forderung (Nachweisbereich) kann durchgehend erfüllt werden.

Für den Einbau der Schutzschicht ist mit einem erschwerten Lösen zu rechnen.

3.3. Bauwerksüberdeckungen

An vier Bauwerken sollten mittels Handschürfen die Überdeckungen zwischen OK Schwelle und OK Bauwerk geprüft werden. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Aufschluss	Ansatzhöhe [m unter SO]	Abstand OK-Schwelle bis OK Bauwerk [m]
Schurf 1 km 5,362	- 0,18 m (=OK Schwelle)	0,62
Schurf 2 km 5,552	- 0,16 m (=OK Schwelle)	0,63
Schurf 3 km 6,037	- 0,16 m (=OK Schwelle)	0,39
Schurf 4 km 8,580	- 0,16 m (=OK Schwelle)	0,42

Tabelle 7: Bauwerksüberdeckungen

3.4. Rammfähigkeit der vorhandenen Böden

Die erkundeten Baugrundsichten bestehen aus Felsersatz. Der Felsersatz weist eine dichte Lagerung auf und ist damit als sehr schwer rammbar zu bezeichnen.

3.5. Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Die bei einem eventuellen Aushub anfallenden Böden bestehen aus Felszersatz.

Dieser Aushubboden ist wasserempfindlich und nicht frostsicher und kann in dieser Baumaßnahme nicht wieder verwendet werden.

3.6. Baugrubensicherung, Versickerungsfähigkeit und Wasserhaltung

Für die geplanten Baumaßnahmen sind in Auswertung der Baugrunderkundungen keine Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Sollte Schichtwasser oder Staunässe im bautechnisch relevanten Tiefenbereich anstehen empfehlen wir eine Schmutzwasserpumpe innerhalb der Baugrube einzusetzen.

Baugruben werden für die geplanten Baumaßnahmen nicht erforderlich.

Nach DWA A 138 (2005) sind Lockergesteine versickerungsfähig, deren k_f -Werte im Bereich von 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s liegen. Außerdem muss ein ausreichender Abstand zur Grundwasseroberfläche (Grundwasserflurabstand) vorhanden sein. Die im Untersuchungsbereich anstehenden Böden können hinsichtlich ihrer Versickerungsfähigkeit wie folgt angesehen werden:

Schicht 1: wenig versickerungsfähig bis versickerungsfähig mit $\varnothing 5 \times 10^{-6}$ m/s.

Hierbei sollte beachtet werden, dass die Durchlässigkeit am gelösten und gestörten Felszersatz bestimmt wurde. Wir gehen davon aus, dass die In-Situ-Durchlässigkeit bei eher $k = 1 \times 10^{-7}$ m/s liegt und die Versickerungsfähigkeit damit als gering anzusehen ist.

3.7. Hinweise zur Bauausführung

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 Dichteproofungen zu kontrollieren. Gründungssohlen sind von einem fachkundigen Geotechniker abnehmen zu lassen.

Der Felszersatz ist sowohl frost- als auch wasserempfindlich. Baumaßnahmen mit offenen Baugruben sollen deshalb möglichst bei trockener und frostfreier Witterung durchgeführt werden. Baugruben sollten nach dem Aushub möglichst umgehend wieder verfüllt werden. Bei Dauerregen oder –schnee sind die Arbeiten zu unterbrechen. Sollten dennoch aufgeweichte Schichten in der Gründungssohle vorhanden sein, sind diese auszuheben und durch Unterbeton oder eine Bodenaustauschschicht zu ersetzen.

4. Zusammenfassung

In dem vorliegenden geotechnischen Bericht sind die Baugrundverhältnisse und deren Bewertung im Bereich der Weichenerneuerung im Bf. Klingenthal dargestellt. Gegenstand der Untersuchung ist die Ermittlung von Bodenkennwerten für die Bemessung des erforderlichen Tragschichtsystems. Außerdem sollte an vier Bauwerken die Überdeckung ermittelt werden.

Zur Erkundung des Baugrundes wurden insgesamt acht Handschürfe und vier Rammkernsondierungen niedergebracht. Die qualitative Beschreibung der Bodenverhältnisse wurde durch bodenphysikalische Laborversuche ergänzt.

Der Baugrund besteht unter Schotter aus Felszersatz. Grundwasser wurde nicht angeschnitten. Schichtwasser und Staunässe wurde ebenfalls nicht erkundet.

In Abschnitt 2 wird aus den erkundeten Bodenschichten ein Baugrundmodell gebildet und die relevanten Bodenkennwerte angegeben. Angaben zum erforderlichen Tragschichtsystem und der Versickerung des Baugrundes sowie zu Baugruben und Wasserhaltung 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