

Vorhaben:

Unterlage 11.1

Änderung BÜ 52,6 Raistingener Straße in Weilheim (Unterhausen)
Strecke 5370 Mering - Weilheim

Geotechnischer Bericht

0	Ausgangsverfahren: Antragsfassung	13.03.2026
Index	Änderungen bzw. Ergänzungen	Planungsstand

Vorhabenträgerin:



DB InfraGO AG
Projekte STE Nordbayern 2
V.II-S-N-L
Sandstraße 38-40
90443 Nürnberg

Datum	Unterschrift:	Datum	Unterschrift	Datum	Unterschrift
-------	---------------	-------	--------------	-------	--------------

Vertreter der Vorhabenträgerin:

Datum

Unterschrift:

Verfasser:

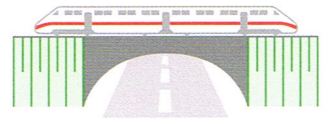


Baugrund Radeburg
Großkagen 10
01665 Käbschütztal

Datum: 13.03.2026

Unterschrift: i. A. Heidt

Genehmigungsvermerk Eisenbahn-Bundesamt



Geotechnischer Bericht über die Baugrund- und Gründungsverhältnisse

Bauvorhaben: BÜ km 52,662 (5370)
Ammerstraße Weilheim

Auftraggeber: FUCHS
Ingenieurbüro für Verkehrsbau GmbH
Neefestraße 88
09116 Chemnitz

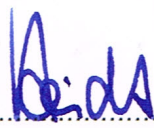
Bearbeiter: BAUGRUND RADEBURG
Großkagen 10
01665 Käbschütztal

Projekt-Nr.: 014/2020-02



Dieser Bericht umfasst 19 Seiten und 5 Anlagen .

Großkagen, 14.04.2020


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

Inhaltsverzeichnis

1.	<u>Allgemeines.....</u>	Seite 3
1.1.	Unterlagen.....	Seite 3
1.2.	Aufgabenstellung.....	Seite 4
1.3.	Durchführung von Erkundungsarbeiten und Laborversuchen.....	Seite 4
2.	<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 7
2.4.	Hydrologische Verhältnisse.....	Seite 8
3.	<u>Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse....</u>	Seite 9
3.1.	Berechnungsgrundlagen.....	Seite 9
3.2.	Stahl- und Betonaggressivität der Böden.....	Seite 9
3.3.	Bemessung des Straßenaufbaus.....	Seite 10
3.4.	Bemessung Radweg.....	Seite 11
3.5.	Gründung des Schalthauses.....	Seite 12
3.6.	Gründung der Lichtzeichen.....	Seite 13
3.7.	Gründung der Schrankenanstriebe.....	Seite 14
3.8.	Gründung der Signale.....	Seite 15
3.9.	Querungen.....	Seite 16
3.10.	Rammfähigkeit der erkundeten Böden.....	Seite 17
3.11.	Baugrubensicherung, Versickerungsfähigkeit und Wasserhaltung.....	Seite 17
3.12.	Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen.....	Seite 18
3.13.	Hinweise zur Bauausführung.....	Seite 18
4.	<u>Zusammenfassung.....</u>	Seite 19

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lage- und Aufschlussplan / Baugrundschnitt	Blatt 1
Anlage 2	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	
2.1.	Kornverteilungen	Blatt 1 bis 13
2.2.	Zustandsgrenzen	Blatt 1 bis 2
2.3.	Undrainierte Scherfestigkeiten	Blatt 1
Anlage 3	Stahl- und Betonaggressivität des Bodens	Blatt 1 bis 5
Anlage 4	Überschlägliche Grundbruch- und Setzungsberechnungen	Blatt 1
Anlage 5	Homogenbereiche	Blatt 1 bis 2

1. Allgemeines

1.1. Unterlagen

- /U1/ Bestellung des IB Fuchs vom 08.01.2020
- /U2/ Kreuzungsplan, übersendet durch das IB Fuchs am 03.12.2019
- /U3/ Schichtenverzeichnisse der Baugrunderkundung vom 10.-13.03.2020
- /U4/ Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche vom 21./22.03.2020
- /U5/ Ergebnisse der chemischen Analytik vom 03.04.2020
- /U6/ Gründungsmatrix; DB Netze; Stand März 2015
- /U7/ TM 4-2015-10323 I.NPS 3 zur RIL 819 892 – Betonfundamente; vom 10.04.2015
- /U8/ S 8240.25.2t „Einbauanweisung für Rammrohr mit Adapter“; Stand 08/2016
- /U9/ 8240.21t „Einbauanweisung Betonfundamente der großen und kleinen Bauform“; Stand 04/2015
- /U10/ DIN - 1054 „Baugrund-Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“; 12/2010 sowie Änderung A1; 01/2012
- /U11/ DIN EN 1997-1:2014-03, Dt. Fassung DIN EN 1997-1:2004 + AC 2009 + A1 2013 (Eurocode EC 7-1)
- /U12/ DIN EN 1997-2:2010-10, Dt. Fassung DIN EN 1997-2:2007 + AC 2013 (Eurocode EC 7-2)
- /U13/ RIL 836 „Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten“; 2. Aktualisierung; Stand 2013
- /U14/ RIL 836 „Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten“; 3. Aktualisierung; Stand 2014
- /U15/ Arbeitsblatt DWA-A 904 „Richtlinien für den ländlichen Wegebau“; Oktober 2005
- /U16/ RSTO 12; Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen; Ausgabe 2012
- /U17/ Arbeitsblatt DWA-A 138 – „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“; 04/2005
- /U18/ ZTVE-StB 94 - „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“ mit Kommentar
- /U19/ EAB – Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“; 5. Auflage; 2012
- /U20/ Geologische Karte; Bayernatlas, Ingenieurgeologische Karten

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

Der Untersuchungsbereich befindet sich in keinem Schutzgebiet und innerhalb der Erdbebenzone 1.

1.2. Aufgabenstellung

Die DB Netz AG plant, den Bahnübergang „Ammerstraße“ in Weilheim am km 52,662 auf der Strecke 5370, Mering – Weilheim (Ammerseebahn), zu erneuern.

Folgende Maßnahmen sind geplant:

- Straßenverbreiterung
- Radwegneubau
- Neubau eines Betonschalthauses
- Neubau von Lichtzeichen
- Neubau von Schrankenantrieben
- Neubau zweier Signale
- Neubau von Querungen

Der vorliegende Bericht beschreibt die Baugrundverhältnisse für den Bahnübergang am km 52,662.

1.3. Durchführung von Erkundungsarbeiten und Laborversuchen

Zur Feststellung der Baugrund- und hydrologischen Verhältnisse wurden in der Zeit vom 10. bis 13.03.2020 14 Rammkernsondierungen (RKS), fünf Schwere Rammsondierungen (DPH) und sieben Handschürfe abgeteuft. Dabei sollten die Sondierungen bis in Tiefen zwischen 3,00 m und 8,00 m durchgeführt werden. Die Zelteufen wurden überwiegend erreicht.

Die Lage der Schurf- und Sondierpunkte sowie die Baugrundsichtung sind aus Anlage 1 ersichtlich. Die Ansatzpunkte der Sondierungen wurden einnivelliert und auf SO angegeben.

Die für die Begutachtung entnommenen gestörten Bodenproben wurden organoleptisch spezifiziert. Zur genaueren Klassifizierung wurden an ausgewählten Bodenproben bodenphysikalische Untersuchungen in Form von neun Bestimmungen der Kornverteilungen und von zwei Zustandsgrenzenbestimmungen sowie die Bestimmung von jeweils sechs undrained Scherfestigkeiten und Sensivitäten durchgeführt. Die Ergebnisse der Laborversuche sind in der Anlage 2 dargestellt.

Aus den RKS 1 und 15 wurden jeweils zwei Bodenproben entnommen und im Chemischen Labor Dr. Wessling Dresden als Mischproben auf stahl- und betonangreifende Inhaltsstoffe untersucht. Die Ergebnisse der Analytik finden sich in Anlage 3.

2. Darstellung der geotechnischen Erkundungsergebnisse

2.1. Morphologie und geologische Situation

Der Bahnübergang befindet sich nördlich von Weilheim im Ortsteil Unterhausen. Die Bahnstrecke verläuft hier nahezu geländegleich von Süd nach Nord.

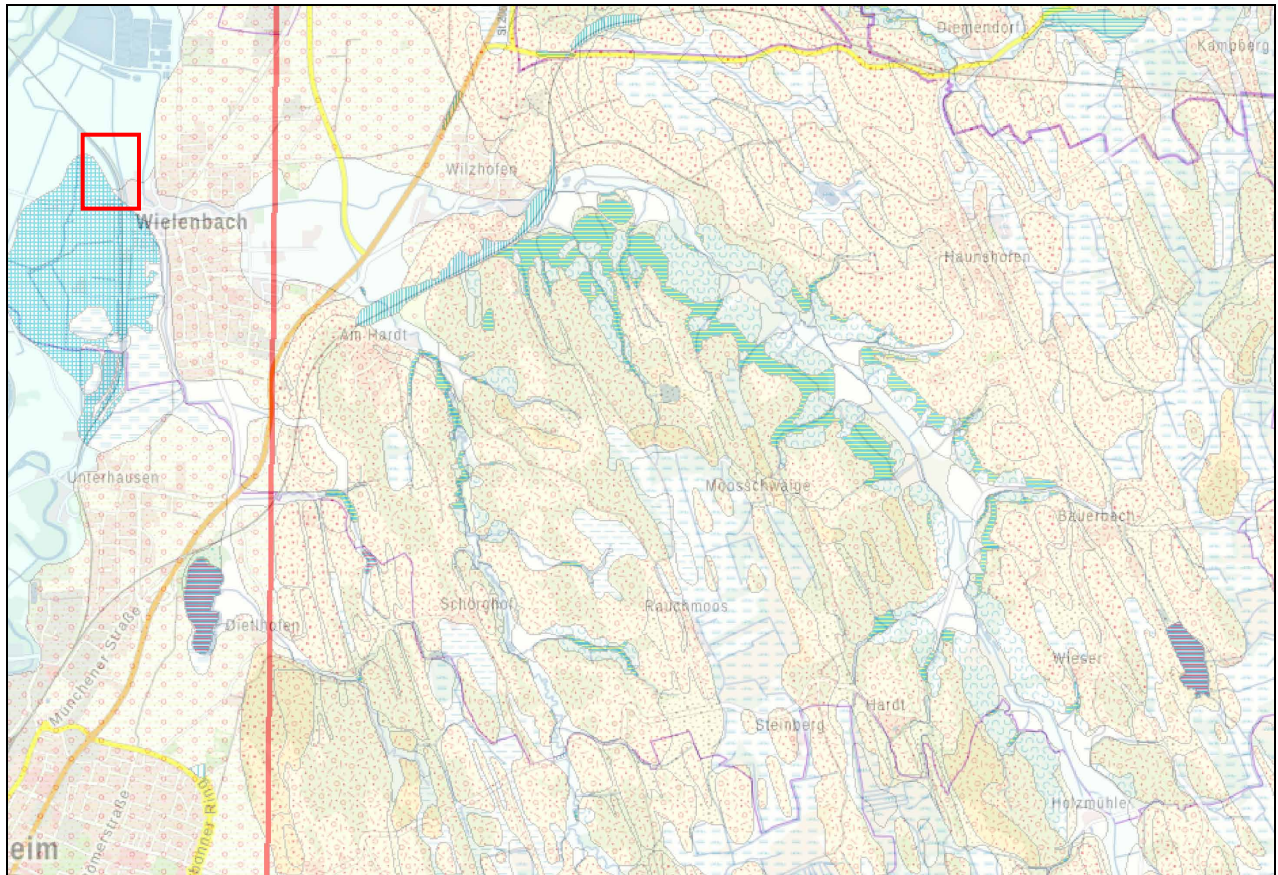


Bild 1: Geologische Situation nach /U20/

Das Untersuchungsgebiet liegt in einem Bereich pleistozäner und holozäner Ablagerungen in Form von Bachablagerungen über Ablagerungen der End- oder Seitenmoräne der Würmkaltzeit.

Zu erwarten sind demnach Talsande und -lehme, Flussschotter und / oder -sande bzw. Würmschotter

2.2. Baugrundverhältnisse

Mit den Aufschlüssen RKS 1 bis 5 direkt am Bahnübergang sowie an den Signalen wurden zuoberst **Auffüllungen** erkundet. Die Auffüllungen werden aus Böden ohne Plastizität (**Schicht 1**) gebildet, die den Bodengruppen des schwach tonigen Sandes bzw. des schwach tonigen bis tonigen Kiesel (A [ST, GT, GT*]) zugeordnet werden können. Diese Böden sind locker gelagert.

Als anstehender Baugrund wurde zuoberst häufig der erwartete **Tasand (Schicht 2)** erkundet. Der Talsand steht zumeist als schwach toniger bis toniger Sand bzw. als schwach toniger Kies der Bodengruppen des ST, ST* und GT an. Der Talsand ist durchgehend locker gelagert.

Darunter folgt durchgehend **Tallehm (Schicht 3)**. Dabei handelt es sich um einen leichtplastischen, feinsandigen, zum Teil kiesigen Ton der Bodengruppe des TL. Der Ton besitzt eine überwiegend weiche bis punktuell steif-halbfeste Konsistenz.

Unterhalb des Tallehms wurde **Flusssand und -sand (Würmschotter, Schicht 4)** erkundet. Der Flusssand und -sand steht als schwach toniger, sandiger Kies bzw. als schwach toniger, kiesiger Sand (GT, ST) an. Der Flusssand ist mitteldicht bis sehr dicht gelagert. Im Würmschotter sind häufig Steine oder Blöcke eingelagert.

Die Sondierungen RKS 16, RKS 1 und RKS 5 mussten aufgrund sehr hoher Eindringwiderstände bereits zwischen 1,60 m und 2,40 m unter GOK abgebrochen werden. Der Grund dafür ist das Anstehen von **Felsersatz, großen Steinen, Blöcken oder Geröll (Schicht 5)**. Aufgrund der geringen gewonnenen Probenmenge sowie der Aufschlussart (Sondierungen) können keine näheren Informationen zu dieser Schicht gegeben werden.

Folgendes vereinfachtes Baugrundmodell kann angegeben werden:

- ca. 1,00 m lockere Auffüllung ohne Plastizität
- ca. 1,50 m Talsand, locker gelagert
- ca. 1,50 ... 4,00 m weicher Tallehm
- Flusssand, mitteldicht bis sehr dicht gelagert
- Felsersatz, große Steine, Blöcke oder Geröll

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	Auffüllung Sand, schwach tonig, kiesig Kies, schwach tonig bis tonig, sandig, steinig Magerbeton / ungebundene Tragschicht im Straßenbereich Lagerungsdichte locker	A [ST, GT, GT*]
Schicht 2	Talsand Sand, schwach tonig bis tonig, kiesig Kies, sandig, schwach tonig Lagerungsdichte locker	ST, ST*, GT
Schicht 3	Tallehm Ton, leichtplastisch, sandig, schwach kiesig Konsistenz weich bis steif-halbfest, überwiegend weich	TL
Schicht 4	Flusskies und –sand (Würmschotter) Kies, sandig, schwach tonig, steinig, mit Blöcken Sand, kiesig, schwach tonig Lagerungsdichte mitteldicht bis sehr dicht	ST, GT
Schicht 5	Felsersatz, große Steine, Blöcke oder Geröll Lagerungsdichte sehr dicht	--

Für das unter Punkt 2.3 aufgestellte Baugrundmodell werden aus den Laborversuchen gewonnenen Berechnungskennwerte in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Schicht-Nr.	1	2	3	4
Geologische Bezeichnung	Auffüllung	Talsand	Tallehm	Flusskies und -sand
Kurzzeichen nach DIN 18196	A [ST, GT, GT*]	ST, ST*, GT	TL	ST, GT
Kornanteil $d \leq 0,063$ mm [%]	11 ... 13	11 ... 17	50 ... 57	5 ... 9
Ungleichförmigkeitszahl U [--]	29 ... 254	11 ... 36	45	11 ... 32
Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	$2,3 \times 10^{-6}$... $2,8 \times 10^{-5}$	$3,0 \times 10^{-6}$... $2,9 \times 10^{-5}$	$4,5 \times 10^{-8}$	$1,1 \dots 8,0 \times 10^{-4}$
Durchlässigkeit nach DIN 18130	durchlässig	durchlässig	schwach durchlässig	durchlässig
Wassergehalt w_n [%]	n.b.	n.b.	11,3 ... 16,5	n.b.
Fließgrenze w_L [%]	n.b.	n.b.	22,0 ... 22,8	--
Ausrollgrenze w_P [%]	n.b.	n.b.	13,1 ... 13,9	--
Plastizitätszahl I_P [%]	n.b.	n.b.	8,1 ... 9,7	--
Konsistenzzahl I_c [--]	n.b.	n.b.	0,68 ... 1,01	--
Konsistenz handspezifiziert	--	--	weich ... steif-halbfest	--
Lagerungsdichte nach DPH	locker	locker	--	mitteldicht bis sehr dicht
Bodenklassen nach DIN 18300	3 ... 4	3 ... 4	4	3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZVTE-StB	V1 ... V2	V1 ... V2	V3	V1
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94	F2 ... F3	F2 ... F3	F3	F2

Tabelle 1: Bodenphysikalische Kennwerte

2.4. Hydrologische Verhältnisse

Die Rammkernsondierungen wurden im März 2020 niedergebracht. Zu diesem Zeitpunkt wurde Schichtwasser zwischen 1,50 m und 5,20 m unter GOK bzw. zwischen 2,30 m und 5,90 m unter SO angeschnitten. Mit dem Anstehen von Grundwasser ist im Flusskies zu rechnen.

Prinzipiell wurde lediglich mit RKS 15 Schichtwasser in bautechnisch relevanter Tiefe (1,50 m unter GOK bzw. 2,30 m unter SO) angeschnitten.

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 charakteristische Berechnungskennwerte angegeben.

Schicht	1	2	3	4	5
Geologische Bezeichnung	Auffüllung	Talsand	Tallehm	Flusskies	Zersatz, Steine, Geröll
Kurzzeichen nach DIN 18196	A [ST, GT, GT*]	ST, ST*, GT	TL	ST, GT	--
wirksamer Reibungswinkel ϕ' [Grad]	29	32	27	33	35
wirksame Kohäsion c' [kN/m ²]	0	0	3 für weich 4 für weich-steif 8 für steif 10 für steif-hf	0	5
Wichte des feuchten Bodens γ [kN/m ³]	18	19	21	19	21
Wichte des Bodens unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	9	10	11	10	11
Steifemodul E_s [MN/m ²]	10 20 nachverdichtet	15 25 nachverdichtet	5 für weich 8 für weich-steif 10 für steif 15 für steif-hf	50 für mitteldicht 65 für dicht 80 für sehr dicht	80

Tabelle 2: Charakteristische Berechnungskennwerte

3.2. Beton- und Stahlaggressivität des Bodens

Für die Bemessung der Bauteile sind Aussagen zur Beton- und Stahlaggressivität des Bodens erforderlich. Deshalb wurde aus den Sondierungen RKS 1 und 15 Bodenmaterial entnommen und dem Labor Dr. Wessling Dresden zur Analyse übergeben. Die Analyseergebnisse finden sich in Anlage 3.

Geltungsbereich	Beton-aggressivität	Boden-aggressivität nach DIN 50929	Mulden- und Lochkorrosion nach DIN 50929	Flächenkorrosion nach DIN 50929
BÜ km 52,662	XA0	la nicht aggressiv	gering	sehr gering
Signale	XA0	la nicht aggressiv	sehr gering	sehr gering

Tabelle 3: Beton- und Stahlaggressivität der Böden

3.3. Bemessung des Straßenaufbaus

Die Raistingener Straße und die Einmündungen zur Schlossengriesstraße und zum Sportplatzweg sollen verbreitert werden.

Der Aufbau der Straße wird unter Berücksichtigung folgender Parameter bemessen:

- nach RStO 12
- mit einer Belastungsklasse Bk 1,0

Der Baugrund im Bereich der künftigen Straßenverbreiterung besteht aus locker gelagertem, schwach tonigem Sand (Schicht 2). Diesem nachverdichteten Untergrund lässt sich ein Tragwert von etwa $E_{v2} = 20 \dots 25$ MPa zuordnen. Zum Erreichen der nach RStO 12 geforderten Tragfähigkeit auf dem Planum von 45 MPa schlagen wir einen Bodenaustausch mit einer Dicke von 25 cm vor. Der Bodenaustausch soll aus einem gut gestuften, gut verdichtbaren Kiessand der Bodengruppen des GW, GI, SW oder SI bestehen.

Die erforderliche Minstdicke des frostsicheren Straßenaufbaues ergibt sich nach RStO 12, Ausgabe 2012 aus:

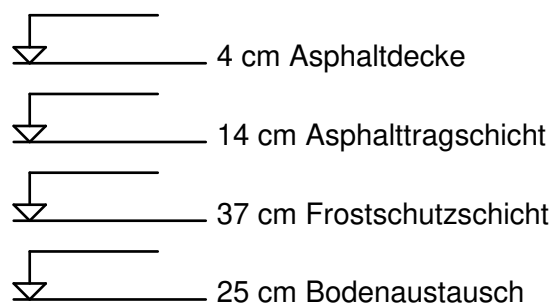
- Belastungsklasse 1,0
- Frostempfindlichkeitsklasse F2
- Frosteinwirkungszone II

zu

$$d_{\text{Gesamt}} = \text{Ausgangsdicke (nach Tabelle 6)} + A + B + C + D + E \text{ (nach Tabelle 7)}$$

$$d_{\text{Gesamt}} = 50 \text{ cm} + 5 \text{ cm} + 0 \text{ cm} + 0 \text{ cm} + 0 \text{ cm} + 0 \text{ cm} = \mathbf{55 \text{ cm.}}$$

Ausgehend von der erreichten Mindesttragfähigkeit auf dem Planum von $E_{v2} = 45$ MPa und der Einhaltung der Dicke des frostsicheren Aufbaus ergibt sich der Aufbau der Straßenverbreiterung in Abhängigkeit von der gewählten Bauweise nach Tafel 1 bis 4 der RStO 12, beispielsweise Tafel 1, Zeile 1, Spalte Bk 1,0:



Die erforderliche Tragfähigkeit auf der Frostschutzschicht von $E_{v2} = 120$ MPa und von 45 MPa auf dem Planum sind messtechnisch nachzuweisen.

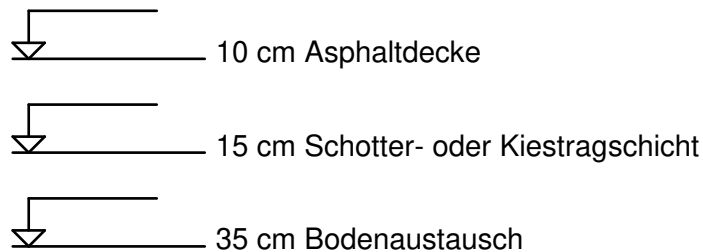
3.4. Bemessung Radweg

Neben der Raistingener Straße beidseits sowie als Anbindung zur Schlossengriesstraße soll ein Rad- und Gehweg geplant werden.

Die erforderliche Minstdicke des frostsicheren Aufbaues liegt nach RStO 12 bei 30 cm.

Damit liegt die UK des frostsicheren Aufbaus im Bereich der neuen Radwegtrasse innerhalb der Schicht 2, jedoch noch im Einflussbereich des weichen Tallehms (Schicht 3), der unmittelbar darunter ansteht. Diesem nachverdichteten Untergrund lässt sich ein Tragwert von etwa $E_{v2} = 10 \dots 15 \text{ MPa}$ zuordnen. Zum Erreichen der nach RStO 12 geforderten Tragfähigkeit auf dem Planum von 45 MPa schlagen wir einen Bodenaustausch mit einer Dicke von 35 cm vor. Der Bodenaustausch soll aus einem gut gestuften, gut verdichtbaren Kiessand der Bodengruppen des GW, GI, SW oder SI bestehen.

Ausgehend von der erreichten Mindesttragfähigkeit auf dem Erdplanum von $E_{v2} = 45 \text{ MPa}$ ergibt sich der Aufbau in Abhängigkeit von der gewählten Bauweise nach Tafel 6 beispielhaft zu:



Die erforderliche Tragfähigkeit auf der Frostschutzschicht von $E_{v2} = 80 \text{ MPa}$ und von 45 MPa auf dem Planum sind messtechnisch nachzuweisen.

3.5. Gründung des Betonschalthauses

Am Bahnübergang BÜ 52,662 soll im II. Quadranten ein Schalthaus errichtet werden.

Wir gehen davon aus, dass das Schalthaus auf vier Einzelfundamenten in einer frostfreien Tiefe von mindestens 1,00 m unter GOK gegründet werden soll. In dieser Tiefe steht steifer bis steif-halbfester Tallehm der Schicht 3 an. Dieser Boden ist bedingt bis gut tragfähig. Deshalb wird der Einbau eines Kiespolsters mit einer Dicke von $d = 0,20$ m empfohlen. Der Bodenaustausch soll aus einem gut gestuften, gut verdichtbaren Kiessand der Bodengruppen des GW, GI, SW oder SI bestehen.

Zur Bemessung einer Flachgründung ist die Ermittlung der Bemessungswerte der Sohlwiderstände bzw. Einzellasten erforderlich. Diese müssen so gewählt werden, dass:

- die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 gewährleistet ist und
- keine bauwerksschädlichen Setzungen und Setzungsunterschiede auftreten.

In Anlage 4 / Blatt 1 wurden im Rahmen einer Vorbemessung zur Ermittlung der Bemessungswerte der Fundamenteinzellasten überschlägliche Grundbruchberechnungen und Setzungsabschätzungen für lotrecht mittig belastete Fundamente bei Zugrundelegung einer zweifachen Grundbruchsicherheit durchgeführt.

Es wurden folgende Annahmen für die Gründung getroffen:

Fundamentlänge	$a = 0,30 \dots 1,10$ m
Fundamentbreite	$b = 0,30 \dots 1,10$ m
Gründungstiefe	$t = 1,00$ m
Aushubentlastung des Baugrundes	$\sigma = 18$ kN/m ² .

Die aus den Setzungs- und Grundbruchberechnungen ermittelten Bemessungswerte der Einzellasten je Fundament liegen zwischen $R_{n,d} = 48,7$ kN und 972,7 kN mit Setzungsbeträgen von 0,4 ... 2,0 cm. Diese Setzungen sind für das geplante Bauwerk unschädlich.

Folgerung: Bei Einhaltung einer Einbindetiefe von $d = 1,00$ m und unter Berücksichtigung des Einbaus eines 0,20 m dicken Kiespolsters können die Einzelfundamente nach Anlage 4 / Blatt 1 bemessen werden. Zur Einhaltung der Grundbruchsicherheit und der Setzungen sollten die dort angegebenen Bemessungswerte der Einzellasten nicht überschritten werden.

Bei den in Anlage 4 angegebenen Werten handelt es sich um Bemessungswerte. Die Bemessungswerte und die zulässigen Einzellasten nach DIN 1054 stehen etwa in einem Verhältnis von 1,425 : 1,0.

3.6. Gründung der Lichtzeichen

Entsprechend /U6/ dürfen Lichtzeichen an Bahnübergängen auf Rammrohren der kleinen Bauform gegründet werden, wenn die in Tabelle 4 genannten Mindestanforderungen erfüllt werden können. Dabei beträgt die Länge der Rammrohre 3,00 m. Ausgenommen davon sind Lichtzeichen an Peitschenmasten. Wir gehen hier davon aus, dass es sich bei den geplanten Lichtzeichen um kleine Lichtzeichen mit oder ohne Seitenleuchte handelt.

Mindestbodenkennwerte	nichtbindige Böden	bindige Böden	gemischtkörnige Böden
$E_{s,k}$ [MN/m ²]	20	10 (5) 5 – 10 Rohrwanddicke = 14,2 mm	10
cal Φ'_k [Grad]	30	22,5	27,5
cal c_k [kN/m ²]	-	5	-
cal γ_k [kN/m ³]	18	18	20
cal γ'_k [kN/m ³]	10	8	10

Tabelle 4: Erforderliche Baugrundverhältnisse für Rammrohrgründung

Damit sind theoretisch die Böden der Schicht 4 und die Schicht 3 mit mindestens steifer Konsistenz für die Ausführung der Gründung auf Rammrohren geeignet.

In Auswertung der Forderungen nach /U8/ und der Ergebnisse der Baugrunderkundungen können die Lichtzeichen nicht auf Rammrohren gegründet werden.

Möglich ist jedoch die Gründung der Lichtzeichen auf einem Beton-Monolith der kleinen Bauform. Bei einer Gründung auf einem Beton-Monolith der kleinen Bauform beträgt die Gründungstiefe 1,30 m bzw. 1,40 m. Die Anwendung der Betonmonolithe setzt das Vorhandensein von ebenem Gelände voraus. Außerdem ist die Anwendung gestattet, wenn die Böschungsschulter mindestens 2,30 bzw. 2,60 m vom Fundamentrand entfernt liegt (siehe Bild 2).

Die Gründungssohle ist zwingend gründlich nachzuverdichten (gilt nicht für Gründungssohlen im Ton).

Für die Hinterfüllung der Monolithe sind die Festlegungen in /U9/ zu beachten. Das gilt vor allem für die Wahl der Bodenarten und ihrer Verdichtung. Dabei wird ein lagenweiser Einbau mit Lagen $\leq 0,30$ m und ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} \geq 95$ % vorgeschrieben. Die Gründungssohlen sind nach zu verdichten. Die Aushubböden der Schichten 1, 2 und 4 sind als Hinterfüllstoff geeignet.

3.7. Gründung Schrankenanstriebe

In Rücksprache mit INVATEC, sollen die Rammrohlängen bei Schrankenanstrieben mindestens 3,50 m bis 4,00 m betragen und sind unabhängig vom anstehenden Baugrund einsetzbar.

Möglich ist außerdem die Gründung der Schrankenanstriebe auf einem Betonmonolith der großen Bauform.

Signale, Schrankenanlagen	Bauform	Einbautiefe ⁵⁾	Abstand Böschungsschulter	Artikel Nr.	Anmerkung
Ks, HV, HL	groß, Typ 2	2,10 m	< 5,10 m	54151	Güterzüge ≤ 160 km/h
Ks, HV, HL (an Auslegermast) ³⁾	groß, Typ 2	2,10 m	< 5,10 m	54152	Pers.-züge ≤ 200 km/h
Vorsignal/-wiederholer	groß, Typ 2	2,10 m	< 5,10 m	54151	Güterzüge ≤ 160 km/h
Vorsignal/VW (an Auslegermast) ³⁾	groß, Typ 2	2,10 m	< 5,10 m	54152	Pers.-züge ≤ 200 km/h
Lichtsperrsignal	klein	1,80 m	< 3,80 m	54180	Streckengeschw. ≤ 160 km/h
BÜ0/1 (So 16)	groß, Typ 1	1,40 m	< 2,50 m	54164	Streckengeschw. ≤ 160 km/h
BÜ0/1 (So 16) an Auslegermast ³⁾	groß, Typ 1	1,40 m	< 2,50 m	54164	Streckengeschw. ≤ 160 km/h
Bü-Lichtzeichen o. Seitenleuchte	klein	1,30 m	< 2,30 m	54185	nicht an Ausleger
Bü-Lichtzeichen m. Seitenleuchte	klein	1,40 m	< 2,60 m	54184	" "
Bü-Lichtzeichen (an Peitschenmast)					Peitschenmast über Straße oder über Fußgängerweg
Auslage - 4,25 m	groß, Typ 1	1,40 m	< 2,50 m	54164	
Auslage - 6,25 m	groß, Typ 1	1,70 m	< 3,00 m	54162	
Auslage - 8,00 m	groß, Typ 1	1,80 m	< 3,50 m	54161	
Schranke (ohne Behang)					
Länge 3 - 6 m	groß, Typ 1	0,90 m	< 1,80 m	54168	
Länge > 6 - 9 m	groß, Typ 1	1,20 m	< 2,20 m	54166	
Länge > 9 - 10 m	groß, Typ 1	1,30 m	< 2,40 m	54165	
Schranke (mit Behang)					
Länge 3 - 4 m	groß, Typ 1	0,90 m	< 1,80 m	54168	
Länge > 4 - 6 m	groß, Typ 1	1,20 m	< 2,20 m	54166	
Länge > 6 - 7 m	groß, Typ 1	1,30 m	< 2,40 m	54165	
Länge > 7 - 10 m	groß, Typ 1	1,80 m	< 3,50 m	54161	

Bild 2: Auszug aus S 8240.21 Betonmonolith große und kleine Bauform

Die Gründungstiefe beträgt in Abhängigkeit von der Baumlänge zwischen 0,90 m und 1,80 m. Die Anwendung der Betonmonolithe setzt das Vorhandensein von ebenem Gelände voraus. Außerdem ist die Anwendung gestattet, wenn die Böschungsschulter mindestens 1,80 m bis 3,50 m (je nach Baumlänge) vom Fundamentrand entfernt liegt. Die Böden in der Gründungssohle sollen nachverdichtet werden.

Für die Hinterfüllung der Monolithe sind die Festlegungen in /U9/ zu beachten. Das gilt vor allem für die Wahl der Bodenarten und ihrer Verdichtung. Dabei wird ein lagenweiser Einbau mit Lagen ≤ 0,30 m und ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} \geq 95 \%$ vorgeschrieben. Die Gründungssohlen sind nach zu verdichten. Die Aushubböden der Schichten 1, 2 und 4 sind als Hinterfüllstoff geeignet.

Wir empfehlen folgende Gründungsarten:

- Antrieb A1: Rammrohr mit $l = 3,50$ m
- Antrieb A2: Monolith
- Antrieb A3: Rammrohr mit $l = 4,00$ m
- Antrieb A4: Rammrohr mit $l = 4,00$ m.

3.8. Gründung der Signale

Entsprechend TM 2012-062 I.NVT 3 /U6/ sollen Signale bevorzugt mittels Rammrohrgründungen errichtet werden. Ist dies aus Gründen des anstehenden Baugrundes nicht möglich, steht die Gründung auf einem Betonmonolith /U9/ zur Verfügung.

Gründung mittels Rammrohren mit Adapter der großen Bauform /U8/

Entsprechend /U8/ dürfen Signale auf Rammrohren der großen Bauform gegründet werden, wenn die in Tabelle 4 dargestellten Baugrundverhältnisse gegeben sind.

Damit sind theoretisch die Böden der Schicht 4 und der Schicht 3 mit mindestens steifer Konsistenz für die Ausführung der Gründung auf Rammrohren geeignet.

Böschungsneigung	Böschung bis 1:1,5 und Böschungsschulter >0,75 m		Böschung
Grundwasser	≥ 0,8 m unter GOK tiefer als 0,80 m unter GOK	< 0,8 m unter GOK zwischen 0,00 m und 0,80 m unter GOK	Dammlage, kein Grundwasser
bindiger und gemischtkörniger Boden	5,00 m	6,00 m Konsistenz mind. steif	6,00 m Konsistenz mind. steif
Wandstärke	10 mm	12,5 mm	12,5 mm
nichtbindiger Boden	4,00 m	4,50 m Lagerungsdichte mind. mitteldicht	6,50 m
Wandstärke	10 mm	10 mm	12,5 mm

Tabelle 5: Rohrlängen in Abhängigkeit von den Baugrundverhältnissen

Gründung auf Betonmonolith der großen Bauform /U9/

Die Gründungstiefe der großen Betonmonolithe beträgt bei dem hier in Frage kommenden Typ 2 nach /U9/ 2,10 m. Die Anwendung der Betonmonolithe setzt das Vorhandensein von ebenem Gelände oder Einschnittslage voraus. Außerdem ist die Anwendung auf Dämmen gestattet, wenn die Böschungsschulter mindestens 5,10 m (Typ 2) vom Fundamentrand entfernt liegt. Für den Einbau der Betonmonolithe schreibt die Einbauanweisung /U9, Einbauzeichnung/ bestimmte Bodenkennwerte für die Verfüllung der Baugruben vor, die zu beachten sind. Die Monolithe sind plan auf einer maximal 7 cm dicken Ausgleichsschicht zu setzen.

In Auswertung der Baugrundverhältnisse dürfen die geplanten Signale wie folgt gegründet werden:

Signal	Rammrohrgründung (Rammrohrlänge [m])	Gründung auf Betonmonolith
ÜS 51,962	nicht möglich wegen ungünstigem Baugrund	möglich
ÜS 53,362	nicht möglich wegen ungünstigem Baugrund	möglich

Tabelle 6: Gründungsmöglichkeiten der Signale

3.9. Querungen

Die Gleisquerung vom I. zum II. Quadranten und die Straßenquerungen vom II. zum III. sowie vom III. zum IV. Quadranten sollen als Durchörterungen in einer Tiefe von 1,50 m unter OK Schwelle bzw. von 1,00 m unter OK Straße geplant werden. Dazu können folgende Bodenkennwerte angegeben werden:

Querung	Überdeckung h_u [m]	Durchörterte Schicht	Bodenklasse nach DIN 18319	Bodengruppe nach ATV DVWK – A 127	Boden- kennziffer B_k
Quadrant I./II.	1,50	3 weich, steif	LBM1/LBM2	G4	4/3
Quadrant II./II.	1,00	3/2 steif/locker	LBM2/LNE1	G4/G2	3
Quadrant III./IV	1,00	2/3 locker/weich	LNE1/LBM1	G2/G4	3/4

Tabelle 7: Bodenkennwerte für die geplanten Durchörterungen

In Anlehnung an die Ril 836 müssen die maximalen Setzungen in GOK infolge der Einbringarbeiten (Überschnitt, Bodenverlust, Auflockerung), die Länge der Setzungsmulde und die Setzung infolge Verformung eines biegeweichen Rohres berechnet werden.

Maximale Setzungen in GOK (s_{max}):

$$s_{max} = (D_a / (1 + 0,5(h_u/D_a))) * B_k$$

mit D_a = Rohraußendurchmesser = 350 mm
 h_u = Überdeckungshöhe = 1,50 m
 B_k = Bodenkennziffer = 4/3

Damit werden die maximalen Setzungen zwischen 0,33 cm und 0,44 cm zu erwarten sein.

Setzungsmulde (L)

$$L = 2 \cdot (D_a + h_u)$$

Die Länge der Setzungsmulde wird bei etwa 3,70 m liegen.

Setzungen infolge Verformung biegeweicher Rohre (s_R)

$$s_R = 0,014 \cdot D_a^2 / 0,7 \cdot (D_a + h_u)$$

Die Setzungen infolge der Verformung biegeweicher Rohre wird unter 1 cm liegen.

Die Durchörterungen können nach Arbeitsblatt GW 304, Anhang B im Pilotrohrvortrieb mit Bodenverdrängung oder Bodenentnahme bzw. mittels Mikrotunnelbau mit Schnecken- oder Spülförderung durchgeführt werden.

3.10. Rammfähigkeit der vorhandenen Böden

Die erkundeten Baugrundsichten bestehen unter Auffüllung aus Talsand, Tallehm und Flussskies – und sand sowie Zersatz (Geröll, Blöcken und Steinen).

Auffüllung: Die Auffüllung ist locker gelagert und ist damit als gut rammbar zu bezeichnen. Fremdstoffe können je nach Größe und Anteil die Rammfähigkeit herabsetzen.

Talsand: Der Talsand ist locker gelagert und ist damit als gut rammbar zu bezeichnen.

Tallehm: Der Tallehm besitzt eine weiche bis steif-halbfeste Konsistenz und ist als gut (weich, weich-steif) bis mittel (steif, steif-halbfest) rammbar einzustufen.

Flussskies: Der Flussskies ist mitteldicht bis sehr dicht gelagert und kann als mittel (mitteldicht) bis sehr schwer (dicht) rammbar eingestuft werden. In dieser Schicht mussten die meisten Sondierungen abgebrochen werden. Bei sehr dichter Lagerung sind Lockerungsbohrungen erforderlich.

Zersatz: Der Zersatz ist als nicht rammbar einzustufen.

3.11. Baugrubensicherung, Versickerungsfähigkeit und Wasserhaltung

Für die geplanten Baumaßnahmen werden keine Grundwasserhaltungsmaßnahmen notwendig sein. Auch das Schichtwasser wurde in den bautechnisch relevanten Tiefenbereichen nicht erkundet. Eine Ausnahme bildet die Baugrube für den Signalmonolith am km 51,962. Hier wird, möglicherweise auch massiv, Schichtwasser in die Baugrube drücken. Wir empfehlen deshalb eine geschlossene Wasserhaltung mittels Vakuumlansenring.

Baugruben werden zur Gründung des o. g. Signals auf einem Monolith erforderlich und ca. 2,10 m tief. 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.

Wir empfehlen folgende Baugrubenneigungen einzuhalten:

Auffüllung:	40 Grad
Talsand:	40 Grad
Tallehm:	40 Grad
Flussskies:	45 Grad.

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. Im Untersuchungsbereich steht sowohl nicht versickerungsfähiger Baugrund (Schicht 3), als auch versickerungsfähiger Baugrund (Schicht 1, 2 und 4) an.

Im Bereich der Straßenverbreiterung steht oberflächennah schwach toniger Sand der Schicht 2 an. Diese Böden sind als ausreichend versickerungsfähig anzusehen.

3.12. Wiederverwendbarkeit der Aushubmassen

Die beim Aushub anfallenden Böden bestehen vorrangig aus Auffüllung, Talsand und Tallehm.

Die anstehenden Tallehme sind frost- und wasserempfindlich und können nach derzeitigem Kenntnisstand nur als Auffüll- und Ausgleichsmaterialien in Bereichen ohne Anforderungen an die Verdichtbarkeit, Tragfähigkeit und Frostsicherheit wieder verwendet werden.

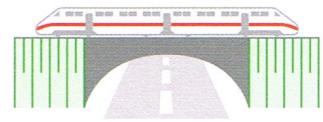
Die Auffüllungen und Talsande könnten als Austauschböden im Straßen- und Wegebau Verwendung finden. Sie sind jedoch nicht frostsicher!

3.13. Hinweise zur Bauausführung

Die punktförmig durchgeführten Bodenuntersuchungen geben einen guten Überblick über die vorhandenen Untergrundverhältnisse, sie schließen jedoch Abweichungen in Teilflächen nicht aus. Wenn sich Abweichungen vom Gutachten ergeben ist ein bodenmechanischer Sachverständiger hinzuzuziehen.

Die oberflächennah aufgefüllten und anstehenden Böden der Schichten 1 und 2 sind nicht oder nur gering frost- und wasserempfindlich. Die Baumaßnahmen können deshalb weitestgehend witterungsunabhängig durchgeführt werden. Tiefere Baugruben oder Planien, die im Tallehm der Schicht 3 liegen, sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Diese Böden sind frost- und wasserempfindlich.

Die Einhaltung der in den Unterpunkten genannten Güteanforderungen ist messtechnisch nachzuweisen.



4. Zusammenfassung

In dem vorliegenden Gutachten sind die Baugrundverhältnisse sowie deren Bewertung im Bereich der geplanten Baumaßnahmen am Bahnübergang km 52,662 in Weilheim dargestellt. Gegenstand der Untersuchung ist die Ermittlung von Bodenkennwerten und die Unterbreitung von Vorschlägen für die Gestaltung des Tragschichtsystems im Bereich der Straßenverbreiterung und des Radwegneubaus sowie für die Gründung von Schrankenantrieben, Lichtzeichen, Signalen, eines Schalthauses und dreier Querungen.

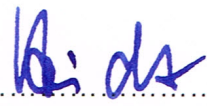
Zur Erkundung des Baugrundes wurden im Umbaubereich 14 Rammkernsondierungen, fünf Schwere Rammsondierungen und sieben Handschürfe niedergebracht.

Der anstehende Baugrund besteht aus Auffüllung, Talsand, Tallehm, Flussskies und –sand sowie Zersatz. Schichtwasser wurde ab ca. 2,00 m unter GOK erkundet.

Vorschläge für den Aufbau der Straßenverbreiterung und des Radweges sowie Hinweise zur Gründung verschiedener Teilobjekte sind enthalten. Die Versickerfähigkeit des Bodens wurde geprüft. Aussagen zur Rammbarkeit des Baugrundes, zur Baugrubensicherung und Wasserhaltung sowie zur Wiederverwertbarkeit der Aushubböden wurden getroffen.

Unsere Untersuchungen für dieses Bauvorhaben sind abgeschlossen.

bearbeitet:


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