



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTECHNIK MBH

Mailänder Consult GmbH  
z.Hd. Herrn Thomas Krannich  
Mathystraße 13  
76133 Karlsruhe

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
35.4130	P4130b150917_HP_Heum.docx	CI/Mü	Esslingen	17.09.2015

**Planung Hermann-Hesse-Bahn**  
**Haltepunkt Calw-Heumaden**  
**km 41,35 - km 41,40**

**- Baugrundgutachten mit  
Gründungsempfehlung -**

Auftrag vom 03.08.2015

**Gesellschaft:** HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, Geschäftsführer Dipl.-Ing. Christian Spang

**Zentrale Witten:** Westfalenstraße 5 - 9, D-58455 Witten, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de  
<http://www.dr-spang.de>

**Niederlassungen:** 73734 Esslingen/Neckar, Weilstr. 29, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de  
60528 Frankfurt/Main, Rennbahnstraße 72 - 74, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de  
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Str. 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de  
06618 Naumburg, H.-von-Stephan-Platz 1, Tel. (03445) 762-0, Fax 762-162, naumburg@dr-spang.de  
90491 Nürnberg, Erlenstegenstr. 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuemberg@dr-spang.de

**Banken:** Deutsche Bank AG, Esslingen, IBAN: DE46 6117 0024 0010 4299 00, BIC: DEUTDE33HAN



---

<b>INHALT</b>	<b>SEITE</b>
<b>1. ALLGEMEINES</b>	<b>4</b>
1.1 Projekt	4
1.2 Auftrag	4
1.3 Unterlagen	4
1.4 Untersuchungen	5
<b>2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE</b>	<b>6</b>
2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung	6
2.2 Baugrund	7
2.3 Hydrogeologie / Grundwasser	10
2.4 Bodenmechanische Laborversuche	12
2.5 Geotechnische Besonderheiten	14
<b>3. BODENKENNWERTE</b>	<b>15</b>
3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke	15
3.2 Bodenkennwerte	16
3.3 Felsmechanische Kennwerte	16
<b>4. FOLGERUNGEN</b>	<b>17</b>
4.1 Gründung	17
4.2 Baugrube	18
4.3 Grundwasserhaltung	18
4.4 Nachbarbebauung	19
4.5 Zusammenfassende Bewertung	19
<b>5. EMPFEHLUNGEN</b>	<b>20</b>
5.1 Gründung	20
5.2 Baugruben	23
5.3 Wasserhaltung	24
5.4 Sonstige Empfehlungen	24



## **6. ANLAGEN**

- Anlage 1: Übersichtslageplan, 1 : 25.000 (2)
- Anlage 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten, 1 : 1.000 (2)
- Anlage 3: Geotechnischer Längsschnitt 1 : 1.000 / 1: 100 (2)
- Anlage 4: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)
- Anlage 4.1: Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)
- Anlage 4.2: Bohrsondierungen (BS) (5)
- Anlage 4.3: Schwere Rammsondierung (DPH) (3)
- Anlage 4.4: Kernbohrungen (BK) (1)
- Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche (4)
- Anlage 6: Kernfotos (4)
- Anlage 7: Chemische Analytik (4)



## **1. ALLGEMEINES**

### **1.1 Projekt**

Der Landkreis Calw ist Eigentümer der Bahnstrecke von Weil der Stadt nach Calw. Auf der Strecke ruht seit Ende der 1980er Jahre der Verkehr. Um den Landkreis per Schiene besser an die Landeshauptstadt Stuttgart und an den Wirtschaftsraum Sindelfingen/Böblingen anzubinden, ist eine neuerliche Betriebsaufnahme vorgesehen. Die Strecke muss dazu in ihrem Bestand saniert und technisch modernisiert werden. Vor einer erneuten Verkehrsaufnahme muss die Streckeninfrastruktur umfassend saniert werden. Zur Umsetzung des vom Landkreis gewünschten Betriebsprogramms sind darüber hinaus punktuelle Aus- und Umbauten der Bestandsinfrastruktur erforderlich.

Zwischen km 41,3 und km 41,4 ist der Neubau des Haltepunkts Calw-Heumaden geplant. Der Bahnsteig am geplanten Haltepunkt soll nach [U 3] 0,55 m über SO liegen und eine Länge von 55 m sowie eine Breite von voraussichtlich mindestens 2,5 m aufweisen.

### **1.2 Auftrag**

Auf Basis des Angebots vom 18.09.2014 wurde die Dr. Spang GmbH am 03.08.2015 (A36.7600) damit beauftragt, für das o.g. Bauvorhaben eine Baugrunderkundung durchzuführen und eine Gründungsberatung zu erarbeiten. Das vorliegende Gutachten behandelt den Neubau Haltepunkt Calw-Heumaden. Ergebnisse und Empfehlungen zum Streckenbau in diesem Bereich folgen in gesonderten Gutachten.

### **1.3 Unterlagen**

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

**[U 1] Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>.**



- [U 2] Geologische Karten von Baden-Württemberg, Blatt 7218, Calw, 1:25.000 mit Erläuterung; Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 1982.**
- [U 3] Wiederinbetriebnahme der Strecke Weil der Stadt - Calw, Lageplan Haltepunkt Calw-Heumaden km 41,0 + 50 bis km 42,2 + 13, Regenquerschnitte, Mailänder Consult GmbH, Karlsruhe 07.2015.**
- [U 4] Hermann-Hesse-Bahn, Reaktivierung der Bahnstrecke Weil der Stadt – Calw, Einschnitt "Im Hau", km 39,7+20 - km 40,9+40, Baugrundgutachten und Sicherungsempfehlungen; Dr. Spang GmbH, Esslingen, 29.05.2015.**
- [U 5] Hermann-Hesse-Bahn, Reaktivierung der Bahnstrecke Weil der Stadt – Calw, Eisenbahnüberführung über die B295 (neu) Calw-Heumaden km 41,1+94, Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung -; Dr. Spang GmbH, Esslingen, 10.09.2015.**
- [U 6] Hermann-Hesse-Bahn, Reaktivierung der Bahnstrecke Weil der Stadt – Calw, Streckengutachten; Dr. Spang GmbH, Esslingen, Oktober 2015.**
- [U 7] Reaktivierung der Hermann-Hesse-Bahn von Calw nach Weil der Stadt, Baugrund- und Gründungsgutachten, Ingenieurbüro Keutner, Stuttgart, 27.11.2013.**
- [U 8] Ingenieurgeologische Gefahren in Baden-Württemberg; Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg i. Br., 2005.**

#### **1.4 Untersuchungen**

Im Untersuchungsbereich wurden im Juni 2015 durch die Fa. Burkhardt GmbH & Co. KG im Auftrag des LRA Calw **1 Kernbohrung, 2 Bohrsondierung und 3 schwere Rammsondierungen (DPH)** nach DIN 4094-4 durchgeführt. Weitere Aufschlüsse aus früheren Erkundungen liegen im Untersuchungsbereich nicht vor.

Das Bohrgut wurde nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 geotechnisch aufgenommen und nach DIN 18 196 gruppiert sowie nach DIN 18 300 klassifiziert. Die Ergebnisse der Bohrgutauf-



nahmen sind gemäß DIN 4023 in Anlage 3.2 dargestellt. Die schweren Rammsondierungen sind gemäß DIN EN ISO 22 476 als Rammdiagramme in Anlage 3.2 enthalten.

Sämtliche Aufschlusspunkte wurden durch die Firma Burkhardt GmbH & Co. KG lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in der Anlage 2 dargestellt. Die Ansatzhöhen und Endteufen der Aufschlüsse sind in den Darstellungen in Anlage 4 zu entnehmen.

## **2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE**

### **2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung**

Das Untersuchungsgebiet liegt an der nicht in Betrieb befindlichen Strecke der Hermann-Hesse-Bahn, diese verläuft im Untersuchungsgebiet (km 41,3 - km 41,4) in Calw-Heumaden aus westlicher Richtung kommend in Dammlage Richtung Osten. Die Strecke liegt im Bereich des geplanten Haltepunkts bei ca. 460 - 461 m NN bis ca. km 41,5 in Dammlage. Der Bahndamm ist auf die natürliche Böschung aufgebaut und im Bereich des geplanten Haltepunkts auf bis zu 15 m in der Dammkrone verbreitert.

Der ehemalige Haltepunkt Calw-Heumaden liegt weiter westlich bei ca. km 41,7. Unmittelbar östlich des geplanten Haltepunkts quert die Strecke einen Rad- und Fußweg mit einer Eisenbahnüberführung (EÜ) bei km 41,315. Unter diesem Bauwerk quert bis zur Neutrassierung der B 295 die Bahnstrecke. Nördlich der Strecke verläuft Breite Heerstraße, die bis zum geplanten Haltepunkt ansteigt und bei ca. km 41,35 ca. 2,5 m unterhalb der Strecke verläuft.

Die Höhe der Dammschulter beträgt nach Norden ca. 3 m, nach Süden ca. 8 -9 m. Der Abstand vom Gleis zur Böschungskante im Süden beträgt zwischen ca. 6 m und ca. 15 m.

Die Vegetation südlich der Strecke besteht aus Ruderalvegetation, sowie Bäumen mit Stammdurchmesser bis 40 cm. Nördlich der Strecke ist der Bahndamm durch Ruderalvegetation bewachsen und schließt an die Breite Heerstraße an.



## 2.2 Baugrund

Der Baugrund im Untersuchungsgebiet stellt sich nach der geologischen Karte wie folgt dar [U 2]: Die Strecke der Hermann-Hesse-Bahn verläuft im Bereich des Haltepunkts Calw-Heumaden im Bereich **künstlich aufgefüllter Böden** unter denen die Schichten des **Oberen Buntsandsteins** folgen. Der Bahnhof befindet sich nördlich einer tektonischen Störung, der sogenannten Calwer Verwerfung.

Das Projektgebiet ist aufgrund der Dammlage der Strecke anthropogen überprägt. Im oberflächennahen Bereich stehen Auffüllungen und Gleisschotter an.

Der **Obere Buntsandstein (So)** besitzt eine ungefähre Mächtigkeit von 40 m. Der dunkelrote bis rote Sandstein kann massig, gebankt oder plattig auftreten. Die Verwitterung des Buntsandsteins erfolgt unregelmäßig. Eine genaue Abgrenzung der unterschiedlich verwitterten Schichten in Abhängigkeit von der Tiefe ist daher nicht möglich.

Aus den Erkundungsergebnissen der Kernbohrung (**BK 37**) der Bohrsondierungen (**BS 36 und BS 38**) und der Rammsondierungen (**DPH 36, DPH 37 und DPH 38**) wurden die ausgeführten Schichten ausgewiesen. Die Benennung der Schichten ist in diesem Gutachten nicht zusammenhängend, da in dem hier zu bearbeitenden Untersuchungsgebiet nicht alle Schichten vorkommen, die Benennung der Schichten für das Projekt jedoch einheitlich erfolgen soll. Die Reihenfolge gibt gleichzeitig die zu erwartende Schichtfolge von oben nach unten an.

Schicht Nr.	Kurzzeichen	Bezeichnung	Schichtmächtigkeit [m]	Schicht-UK [m u. GOK]	Bodenbeschreibung	
					Kornverteilung / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
1b	-	Auffüllungen (gemischtkörnig) <sup>2)</sup>	3,5 - 5,0	4,0	Kies, feinsandig, schluffig; Schluff, kiesig, feinsandig, tonig / bunt, grau, gelbbraun	weich - steif / locker - dicht



Schicht Nr.	Kurzzeichen	Bezeichnung	Schichtmächtigkeit	Schicht-UK	Bodenbeschreibung	
1c		Gleisschotter <sup>2)</sup>	0,2 - 0,5	0,5 <sup>2)</sup>	Kies, steinig, schwach sandig, schluffig / grau, graubraun	mitteldicht - dicht
7a	so4	Rötton-Fm. (Oberer Buntsandstein) verwittert <sup>2)</sup>	2,5 - 5,5	6,0	Ton, Schluff sandig, kiesig rot	weich-halbfest (verwitterter Tonstein)
7b	so4	Rötton-Fm. (Oberer Buntsandstein) unverwittert/ange wittert	> 2,2	8,2	Tonstein, Schluffstein, Feinsandstein unverwittert, rot	Fels
8b	soP/sm /sVs	Sandsteine des Oberen und Mittleren Buntsandsteins, unverwittert <sup>2)</sup>	> 200	< 300 m NN <sup>1),3)</sup>	Sandstein, geringmächtige Tonstein-Zwischenlagen unverwittert, rot	Fels

1) mittlere Schichtunterkante

2) nicht in allen Bohrungen erkundet

3) Schicht-UK nicht aufgeschlossen

**Tabelle 2.2-1:** Baugrundaufbau

Der erkundete Baugrundaufbau stimmt mit den stratigraphischen Angaben der geologischen Karte [U 2] überein.

**Schicht 1b - Auffüllungen (gemischtkörnig):** In der Bohrung BK 37 B und der Bohrsondierung BS 38 wurden ca. 3,1 bis 3,5 m mächtige Auffüllungen angetroffen. Bei den Auffüllungen handelt es sich um feinsandige bis sandige, schwach bis stark schluffige, teilweise tonige Kiese oder schwach kiesige Schluffe und Sande. Die Auffüllungen bestehen auch aus kiesigen, feinsandigen, tonigen Schluffen, die inhomogen ausgebildet sind und Kalkstein-, Sandstein-, und Dolomitstein-Bruchstücke enthalten. Die Konsistenz der Schluffe reicht von weich und steif bis halbfest bzw. es liegt nach der Bodenansprache eine mitteldichte Lagerung vor. Das tonige Material weist teilweise auch weiche Konsistenzen auf. Die Farbe der Auffüllungen reicht von grau, gelbbraun, beige bis bunt.





Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde lagen zwischen  $N_{10} = 2 - 19$ . Es ergibt sich eine lockere bis dichte Lagerung bzw. eine weiche bis steife Konsistenz. In der Schicht 1b muss mit Rammhindernissen in Form von Grobkies, und Steinen gerechnet werden. Dies belegen die teilweise vereinzelt höheren Schlagzahlen.

**Schicht 1c - Gleisschotter:** Aufgrund der direkten Lage der Bohrsondierungen im Gleisbereich wurde oberflächennah Gleisschotter angetroffen. Es handelt sich um grauen - graubraunen Kies / Steine, welche teilweise sandig und schluffig bzw. kiesig sind.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde lagen zwischen  $N_{10} = 2 - 15$ . Es ergibt sich eine lockere bis mitteldichte Lagerung.

**Schicht 7a - Rötton-Fm. (Oberer Buntsandstein), verwittert:** Die verwitterten Schichten der Rötton-Fm. des Oberen Buntsandsteins wurden in BK 37 mit einer Mächtigkeit von ca. 4,2 m aufgeschlossen. Bei den anstehenden verwitterten Schichten der Rötton-Fm. handelt es sich überwiegend um halb feste - feste, tonige, teilweise schwach kiesige rote, braune, teils graue Schluffe.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde lagen zwischen  $N_{10} = 5 - 15$ . Es ergibt sich eine halb-feste bis feste Konsistenz.

**Schicht 7b - Rötton-Fm. (Oberer Buntsandstein), unverwittert/angewittert:** Die unverwitterten Schichten der Rötton-Fm. des Oberen Buntsandsteins wurden in den Aufschlüssen im unmittelbaren Bereich des Haltepunkts nicht aufgeschlossen. Nach [U 2] und den entlang der Streck niedergebrachten Aufschlüsse handelt es sich rote Tonstein, Schluffsteine durchsetzt mit dünnplattigen Sandsteinbänken.

**Schicht 8b - Sandsteine des Oberen und Mittleren Buntsandsteins unverwittert (soP/sm) :** Ab einer Tiefe von ca. 8,2 m unter GOK steht der dichte, unverwitterte, rote bis weißliche Sandstein des Oberen und Mittleren Buntsandsteins an. Die Sandsteine zeigen typischerweise Bankmächtigkeiten  $> 30$  cm bis  $> 2,0$  m. Die fein-mittelkörnigen Sandsteine zeigen eine überwiegend tonige bis quarzitisches Matrix und mäßig hohe bis hohe Festigkeiten. Die Sandsteine des Oberen und Mittleren Buntsandsteins haben in Untersuchungsgebiet eine Mächtigkeit  $> 200$  m. Die Basis der Schicht wurde nicht erkundet.



Eine felstechnische Klassifizierung der Festigkeit (DIN EN ISO 14689-1, Tab. 5) und des Verwitterungsgrads (DIN EN ISO 14689-1, Tab. 3) ergibt für die Schicht 2 (Verwitterungsschutt, Hangschutt auf Buntsandstein) typischerweise eine Einstufung in die **Festigkeitsklassen R4 (untergeordnet R3) und Verwitterungsgrad W2 - W0**. Bautechnisch handelt es sich um unverwitterten Fels.

### 2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Bei den Erkundungsarbeiten wurde in allen Aufschlüssen erdfeuchte Verhältnisse angetroffen. Dennoch kann es im Zusammenhang mit Starkregenereignissen lokal zur Bildung von Schichtwasser kommen. Schichtwasser bildet sich lokal in den Auffüllungen u.a. dann aus, wenn im Liegenden nicht bzw. schwach durchlässige Böden (Lehme, Tone) anstehen.

Die Schichten des Oberen Buntsandsteins bilden einen bis mehr als 200 m mächtigen überwiegend schichtig gegliederten Kluftwasserleiter, Basis des Grundwasserleiters ist die untere Begrenzung der jeweils wasserleitenden Schicht.

Lokaler Vorfluter ist der Ziegelbach, der ca. 65 m südlich des Untersuchungsgebiets, auf einem Niveau von 445 mNN, parallel zur Bundesstraße B295 verdolt Richtung Westen zur Nagold hin abfließt.

Das Projektgebiet liegt nach [U 1] in keinem Wasserschutzgebiet, es befindet sich auch kein Wasserschutzgebiet im Abstrombereich. Eine Hochwassergefährdung im Untersuchungsgebiet ist aufgrund der Morphologie des Untersuchungsgebiets nicht zu erwarten, da sich das geplante Baufeld auf einem zwischen 3 m und 10 m hohen Damm befindet.

Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit $k_f$ [m/s]	
1b	Auffüllung (gemischtkörnig)	$1 \times 10^{-7}$ bis $1 \times 10^{-3}$	stark durchlässig bis schwach durchlässig
1c	Gleisschotter	$> 1 \times 10^{-3}$	stark durchlässig
7a	Rötton-Fm. (Oberer Buntsandstein) verwittert <sup>2)</sup>	$1 \times 10^{-12}$ bis $1 \times 10^{-8}$	sehr schwach durchlässig



Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeit $k_f$ [m/s]	
7b	Rötton-Fm. (Oberer Buntsandstein) unverwittert	$1 \times 10^{-10}$ bis $1 \times 10^{-7}$	schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
8b	Sandsteine des Oberen und Mittleren Buntsandsteins unverwittert, angewittert	$\leq 1 \times 10^{-6}$ , auf Klüften höher	schwach durchlässig (Kluftgrundwasserleiter)

**Tabelle 2.3-1:** Durchlässigkeiten

Der **Bemessungswasserstand** für den Endzustand wird aufgrund der im Projektgebiet angetroffenen bindigen Böden und der damit verbundenen Stau- und Schichtwässer **auf GOK** (461,0 - 460,0 m NN) angesetzt. Soweit durch rückstaufreie Drainagemaßnahmen der Aufstau bzw. die Entwicklung von Wasserdruck an den jeweiligen Bauwerken/Bauteilen wirkungsvoll verhindert wird, kann der Bemessungswasserstand auf die jeweilige Rohroberkante der Drainage abgesenkt werden.

Der **Bauwasserstand** kann basierend auf den in den ausgeführten Aufschlüssen angetroffenen Grund- und Schichtwasserverhältnissen und den langfristigen Beobachtungen in der Grundwassermessstelle KB 20 auf **3,0 m u. GOK** (458,0 - 457,0 m NN) und damit der Höhe des Dammfuß, bergseitig angesetzt werden. Es ist bis zur GOK mit Stau- und Schichtwässern zu rechnen.

Eine Wasseranalyse auf Betonaggressivität des Grundwassers nach DIN 4030 und Stahlaggressivität nach DIN 50 929 wurde an einer Schöpfprobe aus BK B 37 bei der Agrolab Labor GmbH durchgeführt. Die in Anlage 7 zusammengestellten Analyseergebnisse zeigen, dass für die Grundwasser-Schöpfprobe den Gehalt an für die nach DIN 4030 relevanten Stoffkonzentrationen an Sulfat und Anteilen weiterer betonangreifender Stoffe der Probe unterhalb der Grenze für **nicht betonangreifende** Wässer. Die Auswertung der Stahlaggressivität nach DIN 50 929 ergibt eine geringe Gefahr für Mulden- und Lochkorrosion sowie eine sehr geringe Gefahr für Flächenkorrosion. Es kann damit von einem geringen Beton- und Stahlangriff (Expositionsklasse XC2 nach DIN EN 206) ausgegangen werden, sofern ein Beton- bzw. Betonstahlangriff durch Tausalze bzw. Sprühnebel nicht maßgebend wird.



## 2.4 Bodenmechanische Laborversuche

An Lockergesteinsproben aus der Kernbohrung BK 37 B wurde eine Kornverteilung, eine Fließ- und Ausrollgrenze, sowie zwei Wassergehalte bestimmt. Der Umfang der geotechnischen Laborversuche ist in Tabelle 2.4-1 dargestellt, die Protokolle der Versuche sind in Anlage 5 beigelegt.

Versuch	DIN	Anzahl
Korngrößenverteilung	18 123	1
Wassergehalt	18 121	4
Konsistenzgrenzen	18 122	1

**Tabelle 2.4-1:** Umfang der geotechnischen Laborversuche

Die Auswertungen der Klassifizierungsversuche sind in den folgenden Tabellen dargestellt:

Bohrung	Teufe [m NN]	Schicht	Feinkornanteil <sup>1)</sup> [Gew.-%]	Bodenart nach DIN 4022	Bodengruppe DIN 18 196
<b>Schicht 7a / Rötton-Fm. (Oberer Buntsandstein), verwittert</b>					
BK37 B	7,5	7a	73 <sup>2)</sup>	U, t, g', s'	UL / UM

1) Korngröße  $\leq 0,063$  mm

2) Anteil in der bindigen Matrix

**Tabelle 2.4-2:** Charakteristische Ergebnisse der Sieb- und Schlämmanalysen

Die durchgeführten Sieb- und Schlämmanalysen zur Bestimmung der Kornverteilungskurven ergaben für die verwitterten Rötton-Fm. (Schicht 7a) einen Feinkornanteil von bis zu 73 % in der Matrix.

BK	Teufe [m]	Schicht	Bodenart	Wassergehalt [%]
<b>Schicht 1b / Auffüllungen (gemischtkörnig)</b>				
BK 37 B	3,0	1b	A (T, u, s', g')	15,1
BK 37 B	4,5	1b	A (T, u, s', g')	11,8



BK	Teufe [m]	Schicht	Bodenart	Wassergehalt [%]
<b>Schicht 7a / Rötton-Fm. (Oberer Buntsandstein), verwittert</b>				
BK 37 B	6,0	7a	G, u, t, s'	7,9
BK 37 B	7,5	7a	U, t, g', s'	14,1

**Tabelle 2.4-3:** Ergebnisse der Bestimmungen des Wassergehalts

BK	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	w [%]	w <sub>L</sub> [%]	w <sub>p</sub> [%]	I <sub>p</sub> [%]	I <sub>c</sub> [%]	Boden- gruppe
<b>Schicht 1b / Auffüllungen (gemischtkörnig)</b>									
BK 37 B	4,5	1b	A (T, u, s, g')	11,8	33,8	20,6	13,2	1,09	TL

w = Wassergehalt, w<sub>L</sub> = Fließgrenze, w<sub>p</sub> = Ausrollgrenze, I<sub>p</sub> = Plastizitätsindex, I<sub>c</sub> = Konsistenzzahl

**Tabelle 2.4-4:** Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchung

Das Material der Schicht 1b ist als schluffig, sandiger, schwach kiesiger Ton anzusprechen und muss auf Grund der ermittelten Werte für Plastizität und Wassergehalt der Bodengruppe TL nach DIN 18 196 zugeordnet werden. Das Material der Schicht 7a ist als schluffig, toniger, schwach sandiger Kies bzw. als toniger, schwach kiesiger, schwach sandiger Schluff anzusprechen.

Die ermittelten Wassergehalte zwischen ca. 12 und 15% für die Auffüllungen entsprechen einer überwiegend halbfesten Konsistenz der bindigen Böden. Damit stimmt die Laboransprache der Konsistenz mit der Geländeansprache überein. Die bodenmechanischen Eigenschaften werden jedoch durch die Inhomogenitäten der Auffüllungen beeinflusst.

Die ermittelten Wassergehalte zwischen 8 und 14% für die Schichten der verwitterten Rötton-Fm. entsprechen in Zusammenhang mit den Ergebnissen der aus der Schicht 7a in BK 30 gewonnen und untersuchten Proben [U 5] im Bereich der EÜ B 295 einer überwiegend halbfesten Konsistenz der bindigen Böden. Damit stimmt die Laboransprache der Konsistenz mit der Geländeansprache überein.



## 2.5 Geotechnische Besonderheiten

Nach DIN EN 1998-1 / NA:2011-01 liegt das Baufeld in der **Erdbebenzone I**. Der Untergrund ist der geologischen Untergrundklasse R (Gebiet mit felsartigem Gesteinsuntergrund) und der Baugrundergrundklassen A bis C (unverwittert bis stark verwittert) einzuordnen.

Das Baufeld befindet sich nach RStO 12 im **Frosteinwirkungszone II** bzw. nach RIL 836 in **Frosteinwirkungsgebiet II**.

Das Projektgebiet befindet sich laut [U 1] im **Naturpark** Schwarzwald Nord/Mitte (Schutzgebiet-Nr.7) und liegt teilweise im **Biotop** Gehölze an der Bahnlinie SW Heumaden (Biotop-Nr. 172182350260).

Das Projektgebiet liegt nach [U 2] nördlich der Calwer Verwerfung einer **geologischen Störung** mit einer Sprunghöhe bis zu 55 m Höhenversatz.

Die Rammbarkeit der Schichten im Untersuchungsgebiet kann aufgrund der Schlagzahlen der schweren Rammsonde wie folgt angesetzt werden:

Schichten	Beschreibung
1b Auffüllungen (gemischtkörnig)	leicht bis mittelschwer rammbar, mit Rammhindernissen ist zu rechnen
1c Gleisschotter	leicht bis schwer rammbar
7a Rötton, verwittert	schwer rammbar
7b Rötton unverwittert/angewittert	schwer bis nicht rammbar <sup>1)</sup>
8b Oberer und Mittlerer Buntsandstein, unverwittert	nicht rammbar <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Rammarbeiten sind nur mit Zusatzmaßnahmen (z.B. Lockerungsbohrungen oder Austauschbohrungen) möglich

**Tabelle 2.5-1: Rammbarkeit der Bodenschichten**

Bei mittelschwer rammbaren Böden und Böden die Rammhindernisse enthalten können ist bei Rammarbeiten davon auszugehen, dass die Arbeiten ggf. nicht ohne Zusatzmaßnahmen möglich sind. Dies ist im Zuge der weiteren Planung und bei der Ausschreibung zu beachten.



### 3. BODENKENNWERTE

#### 3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Nach den Erkundungsergebnissen sowie den Archivunterlagen lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden und Felsgesteine wie folgt geotechnisch klassifizieren.

Nr.	Kurzzeichen	Bezeichnung	Klassifizierung nach			Frostempfindlichkeit <sup>1)</sup>	Verdichtbarkeit <sup>2)</sup>
			DIN 18 196	DIN 18 300	DIN 18 301		
1b	-	Auffüllung (gemischtkörnig) <sup>2)</sup>	GW, GU, GU*, TL, UL	3 - 5 (6 - 7) <sup>3)</sup>	BN 1 - BN 2, BS 1 - BS4	F1 - F3	V1 - V2
1c	-	Auffüllung (Gleisschotter) <sup>2)</sup>	GE, GW	3 - 4	BN 1 BS 1	F1	V1
7a	so4	Rötton-Fm. (Oberer Buntsandstein) verwittert	UL, UM, TL, TM, SU*, ((Tst)), ((Ust)), ((Sst)) (Tst), (Ust), (Sst) <sup>4)</sup>	5, 6	BN 2, BB 2 - BB 4, BA 1 - BS 4, (FV 1 - FV 3, FD 1) BS 1	F2 - F3	V2 - V3 <sup>5)</sup>
7b	so4	Rötton-Fm. (Oberer Buntsandstein) unverwittert/ angewittert	Tst, Ust, Sst <sup>4)</sup>	6 - 7	FV 4 - FV 6, FD 2 - FD 3	Fels	Fels
8b	soP/s m/sV s	Sandsteine des Oberen und Mittleren Buntsandsteins unverwittert <sup>2)</sup>	Sst, Tst <sup>4)</sup>	6 - 7	FV 5 - FV 6, FD 2 - FD 3	Fels	Fels

1) Nach ZTV E-StB 09, Tab. 1 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich).

2) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar V3 = schwer verdichtbar.

3) Bodenklasse 6 und 7 bei entsprechendem Steinanteil und Schutt

4) Bezeichnung nach DIN 4023

5) teilweise nicht verdichtbar

6) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in Bodenklasse 2 nach DIN 18 300 übergehen.

**Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung**



### 3.2 Bodenkennwerte

Auf der Basis der Untersuchungen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden lassen sich die in Tabelle 3.2-1 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.

Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden	Wichte unter Auftrieb	Rei- bungs- winkel	Kohä- sion	Undrai- nierte Kohäsion	Steife- modul
		cal $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	cal $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	cal $\phi_k'$ [°]	cal $c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	cal $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	cal $E_{s,k}$ <sup>1)</sup> [MN/m <sup>2</sup> ]
1b	Auffüllung (gemischtkörnig) <sup>2)</sup>	18 - 19	10	25 - 30	2	5 - 10	5 - 15
1c	Auffüllung (Gleisschotter) <sup>2)</sup>	18	10	37,5	0	0	40 - 60
7a	Rötton-Fm. (Oberer Buntsandstein) verwittert	21	11	27,5	15	35	25

1) Ermittlung des Steifemoduls  $E_{s,k}$  für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m<sup>2</sup>

**Tabelle 3.2-1:** Charakteristische Kennwerte

Die Werte gelten, sofern nicht anders angegeben, für mindestens mitteldicht gelagerte bzw. mindestens steife bis halbfeste Böden.

### 3.3 Felsmechanische Kennwerte

Für das im Baufeld anstehende Festgestein lassen sich die folgenden charakteristischen Kennwerte angeben.





Nr.	Formation	Felsart	Wichte feuchtes Gebirge	Rei- bungs- Winkel	Kohäsi- on	Einax. Druckfestig- keit Gestein	E-modul Gebirge
			$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_k'$ [°]	$c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
7b	soR	Tst, Ust, Sst	26,5	35	$\geq 0$	5 - 50 <sup>2)</sup>	400 - 5.000
8b	soP, sVS, sm	Sst (Tst)	26,5	35	$\geq 0$	20 - 130 <sup>2)</sup>	1.000 - 5.000

1) für Scherbeanspruchung auf Trennflächen

2) maximale und minimale anzusetzende Werte, je nach Verwitterung, Einzelwerte ggf. höher.

**Tabelle 3.3-1:** Felsmechanische Kennwerte

Die Werte gelten für angewittertes bis frisches Gebirge, sofern nicht anders angegeben.

## 4. FOLGERUNGEN

### 4.1 Gründung

Der Bahnsteig soll nach dem vorliegenden Angaben aus [U 3] bei 0,55 m ü. SOK liegen. Angaben zur Gründungssohle liegen nicht vor. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass ein Regelaufbau nach Ril 836 für Bahnsteigkantenbetonfertigteile eingehalten werden soll.

Die frostsichere Gründung des Bahnsteigs muss unter Berücksichtigung des Frosteinwirkungsgebiets bei min. 1,0 m unter GOK liegen. Nach derzeitigem Planungsstand [U 3] ist die Herstellung des Bahnsteigs mit Hilfe von Bahnsteigkantenfertigteilen sowie Betonfertigteilfundamenten geplant. Die Gründungssohle für die Fertigteile liegt bei einer ungefähren Tiefe von 1,2 m u. SO. Bei dieser Tiefenlage kommen die Fundamente des Bahnsteigs in den gemischtkörnigen Auffüllungen (Schicht 1b) zu liegen. Diese Schicht ist nur bedingt als Gründungshorizont geeignet.

Treten die Auffüllungen in Form von Kiesen auf, sind diese grundsätzlich geeignet. Auffüllungen in Form von Schluffen sind nicht als Gründungshorizont geeignet. Zusatzmaßnahmen zur Baugrund-



verbesserung sind in diesem Fall zwingend erforderlich. Dies kann durch einen Bodenaustausch unterhalb der Gründung aus frostsicherem, gut verdichtbarem, rolligem, steinfreiem Material (Bodenklasse nach DIN 18 196: GW, SW, GI, SI) erfolgen. Der Bodenaustausch muss, um den Lastabtrag zu gewährleisten, einen seitlichen Überstand mindestens in Auftragsstärke haben.

#### **4.2 Baugrube**

Es werden im Bereich des Bahnsteigs ca. 1,3 m u. SO tiefe Baugruben erforderlich. Die Baugruben können bei ausreichenden Platzverhältnissen prinzipiell frei geböscht werden. Allerdings befindet sich das Untersuchungsgebiet unmittelbar neben der Strecke der Hermann-Hesse-Bahn und grenzt an die bestehende Strecke an. Hier wird aufgrund der Regelung der DIN 4124 und Ril 836 Modul 43 ein Baugrubenverbau benötigt.

Derzeit ruht der Bahnverkehr auf der Strecke. Sofern die Gleise im Zuge der Wiederinbetriebnahme der Strecke erneuert werden, ist ein Baugrubenverbau bzw. ein Gleislängsverbau zur Sicherstellung einer ungestörten Gleislage nicht erforderlich. Werden die vorhandenen Gleise nicht erneuert, ist ein Verbau der Baugruben notwendig, um Störungen der Gleislage zu verhindern. Ein Verbau wird außerdem notwendig, wenn die vorhandenen Gleise ggf. von Baufahrzeugen befahrbar bleiben sollen. Als Verbauarten sind grundsätzlich Spundwände oder Bohlträgerwände möglich.

#### **4.3 Grundwasserhaltung**

Aufgrund der hydrogeologischen Situation und des festgelegten Bauwasserstandes im Untersuchungsgebiet ist im Bereich der von Baugruben nicht mit Grundwasser zu rechnen. Von Bedeutung ist jedoch das Schicht- und Sickerwasser, das sich sowohl in bzw. auf den bindigen Böden im gesamten Projektgebiet aufstauen kann, bzw. in Form von Sickerwasser aus Böschungen austreten kann.

Eine ist daher während der Bauzeit eine offene (Rest-) Wasserhaltung zur Fassung und Ableitung von eventuell anfallendem Schicht-, Stau- und Sickerwässern sowie Oberflächenwasser erforderlich.



#### 4.4 Nachbarbebauung

Im Zuge der Wiederinbetriebnahme der Strecke ist eine Erneuerung des Oberbaus geplant. Für den Bau des Bahnsteigs hat dies nach unserem Kenntnisstand keine Auswirkungen, da der Gleisbau nach dem Bau des Haltepunktes erfolgen soll. Dafür wird der Oberbau der bestehenden Gleise komplett ersetzt. Im Zuge der Bauablaufplanung muss eine Abstimmung von Streckenbau und Ausbau der Haltepunkte erfolgen, falls die vorhandenen Gleise für Baufahrzeuge befahrbar bleiben sollen.

Nördlich der Strecke schließt direkt die Breite Heerstraße an. Sie ist zirka 15 m vom Baufeld entfernt und liegt zirka 3 m tiefer.

Im Baufeld befindliche Leitungen sind zu sichern und ggf. zu verlegen.

#### 4.5 Zusammenfassende Bewertung

Die Gründungsverhältnisse werden in der Tabelle 4.5-1 zusammenfassend beurteilt.

Insgesamt ist aufgrund der vorherrschenden geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten von mittleren Gründungsverhältnissen auszugehen.

Baugrundeigenschaften	günstig	mittel	ungünstig	Bemerkungen
Tragfähigkeit	X	X		Auffüllungen, gemischtkörnig (Schicht 1b) Gleisschotter (1c)
Frostempfindlichkeit	X	X		Auffüllungen, gemischtkörnig (Schicht 1b) Gleisschotter (1c)
Verdichtungsfähigkeit	X	X		Auffüllungen, gemischtkörnig (Schicht 1b) Gleisschotter (1c)
Wiedereinbaufähigkeit		X	X	Auffüllungen, gemischtkörnig (Schicht 1b) Gleisschotter (1c), Herbizide



Baugrundeigenschaften	günstig	mittel	ungünstig	Bemerkungen
Lösbarkeit	X X			Auffüllungen, gemischtkörnig (Schicht 1b) Gleisschotter (1c)
Grundwasserstand	X			Gründungssohle über Bauwasserstand
Besonderheiten: Bodenbelastung			X	ggf. Herbizide bei Gleisschotter, Gutachten dafür folgt; Aushubmaterial nicht bewertet
Morphologie		X		Bahnstrecke in Dammlage
Nachbarbebauung	X			in direkter Lage im Bahnhofsbereich, Strecke jedoch stillgelegt

**Tabelle 4.5-1:** Klassifizierung der Baugrundverhältnisse.

Die Baugrundverhältnisse werden für das Bauvorhaben insgesamt als günstig eingeschätzt. Das Bauvorhaben ist aufgrund inhomogenen Bodenverhältnisse und der allgemeinen geologischen Gegebenheiten in die Geotechnische Kategorie GK 2 nach Handbuch EC 7 A 2.1.2 einzustufen.

## 5. EMPFEHLUNGEN

### 5.1 Gründung

Die Bahnsteige sind frostfrei in einer Tiefe von 1,0 m u. GOK bzw. 1,2 m u. SOK zu gründen. Bei dieser Tiefenlage kommen die Fundamente des Bahnsteigs in den gemischtkörnigen Auffüllungen der Schicht 1b bzw. im Gleisschotter der Schicht 1c zu liegen. Diese Schichten sind in Abhängigkeit vom Feinkornanteil nur bedingt als Gründungshorizont geeignet. Es wird daher zur Vereinheitlichung ein 0,5 m mächtiger Bodenaustausch unterhalb der Gründung erforderlich.

Für den Bodenaustausch sind nicht frostempfindliche, verwitterungsbeständige Bodenarten vorzusehen. Es handelt sich dabei um Bodenarten wie GW, GE, SE, SI gemäß DIN 18 196, wobei die Bodenarten GE und SE nur bei einem Ungleichförmigkeitsgrad von  $U \geq 3$  verwendet werden dürfen.



fen. Es können z.B. Sand-Kies-Gemische 0/45 oder 0/56 verwendet werden. Bei günstigen Witterungsverhältnissen kann ggf. auch durch Einwalzen von Grobschlag in den bindigen Böden eine ausreichende Tragfähigkeit erzielt werden. Das Austauschmaterial sollte nur schwach durchlässig sein. Ein erforderlicher seitlicher Überstand des Bodenaustausch in Auftragsstärke ist zu berücksichtigen.

Sofern der Einbau der Planumsschutzschicht bzw. des Bodenaustauschs nicht unmittelbar nach dem Aushub erfolgt, ist das Planum zum Schutz gegen Niederschläge mit einer Baufolie abzudecken. Es ist gegebenenfalls auch gegen Frost zu schützen.

Der Aushub in den schluffigen Auffüllungen der Schicht 1b ist mit gerader Schneide herzustellen, um Auflockerungen des Planums möglichst gering zu halten. Bindiger Boden in der Gründungssohle muss mindestens steife Konsistenz aufweisen und darf nicht aufgeweicht sein. Nichtbindige Auffüllungen in der Gründungssohle müssen mindestens eine mitteldichte Lagerung aufweisen. Vorhandene Steine in der Auffüllung sind zu entfernen und durch geeignetes Material auszugleichen.

Die Aushubsohle ist statisch nachzuverdichten, ggf. wird das Einwalzen von 0,3 m Schotter in der Aushubsohle erforderlich, wenn Lagerungsstörungen bzw. aufgeweichte Böden angetroffen werden. Auf eine filterfeste Ausbildung des Bodenaustauschmaterial gegenüber der teilweise angrenzenden bindigen Bodenschicht ist zu achten. Der erforderliche Bodenaustausch ist filterfest an den bindigen Boden anzuschließen, bei einer Gesteinskörnung 0/45 ist dies in baupraktisch ausreichendem Umfang gegeben.

Die Bahnsteige können über Streifenfundamente auf dem oben genannten Bodenaustausch gegründet werden. Für Streifenfundamente kann in Abhängigkeit von der Breite der Fundamente und der Einbindetiefe ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  gemäß Tabelle 5.1.1-1 angesetzt werden. Die Setzungen werden dabei auf ein Maximalmaß von 2 cm begrenzt. Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstands berücksichtigt einen Bodenaustausch von 0,5 m. Die in Tabelle 5.1-1 angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands gelten für eine Vorbemessung.



kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m <sup>2</sup> ] b bzw. b'					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
1,0	240	230	180	170	150	140
1,5	310	240	190	170	150	140
2,0	390	250	210	190	180	170

**ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11**

**Tabelle 5.1-1:** Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifenfundamente nach EC 7 auf der Schicht 1b und dem Bodenaustausch von 0,5 m unter Begrenzung der Setzungen auf 2 cm

Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstands gilt unter der Voraussetzung, dass das Verhältnis von Horizontal- zu Vertikalkräften ( $H/V$ )  $\leq 0,2$  beträgt. Bei einem Verhältnis  $H/V > 0,2$  sind gesonderte Betrachtungen bzw. Berechnungen erforderlich. Siehe hierzu die entsprechenden Vorgaben nach EC 7.

Die in der vorstehenden Tabelle angegebenen Bemessungswerte gelten auf Grundlage der im Handbuch EC 7, Geotechnische Bemessung, Band 1, Tabelle 6.3 genannten Anforderungen.

Im Weiteren verweisen wir auf die entsprechenden Vorgaben nach EC 7-1, A 6.10.1, A 6.10.2 und A 6.10.3. Die Gründung ist in frostfreier Tiefe mindestens 1,0 m unter Geländeoberfläche vorzusehen.

Für die statische Bemessung nach dem Bettungsmodulverfahren kann für lotrechte und mittige Belastungen eine **Bettungsziffer** von  $k_s = 10 \text{ MN/m}^2$  angenommen werden. Es ist je nach Fundamentbreite und unter Berücksichtigung der Aushubentlastung bei voller Auslastung von Setzungen in der Größenordnung bis ca. 2 cm auszugehen, die sich erst allmählich einstellen wird. Systembedingt darf der Bettungsmodul am Plattenrand auf den doppelten Wert erhöht werden.

Der Bettungsmodul ist keine Baugrundkonstante sondern ist maßgeblich von der Lastfläche und der Laststellung, der Baugrundsteifigkeit und der Steifigkeit der Baukonstruktion abhängig. Daher



stellt die angegebene Bettungsziffer lediglich einen Mittelwert dar, der sich aus einer angenommenen Bodenpressung und den sich daraus ergebenden Setzungen ableitet und ist daher im weiteren Planungsprozess zu prüfen.

## 5.2 Baugruben

Da voraussichtlich ausreichend Platz zur Verfügung steht, können die Baugruben geböscht hergestellt werden. Nach DIN 4124 können die Baugruben in den rolligen und gemischtkörnigen (enthalten auch bindige Böden) Auffüllungen mit 45° geböscht werden. Selbst bei dieser Böschungsneigung können kleinere Ausbrüche aus den Baugrubenböschungen nicht ausgeschlossen werden. Erst mit flacheren Böschungsneigungen sind die Böschungen im Grenzgleichgewicht, bei denen nicht mehr mit nennenswerten Nachbrüchen zu rechnen ist.

Im Falle von eingeschränkten Platzverhältnissen und sofern die Nachbarbebauung in Form der Gleise nicht erneuert oder bei dem Bauablauf benötigt wird, wird ein Baugrubenverbau erforderlich. Die Herstellung der Baugruben kann im Schutze eines Bohrträgers- oder Spundwandverbaus erfolgen. In den gemischtkörnigen Auffüllungen der Schicht 1b können Rammhindernisse auftreten. Die Böden sind generell als leicht bis mittelschwer rammbar einzustufen.

Die gemischtkörnigen Auffüllungen sind aufgrund der vorhandenen Frostepfindlichkeit und der eher schlechten Verdichtungsfähigkeit je nach Feinkornanteil nur bedingt wiederverwendbar.

Die teilweise bindigen Auffüllungen der Schicht 1b können bei Wassersättigung (Schicht / Sickerwasser) und Lagerungsstörungen (z.B. dynamischer Belastung durch Baufahrzeuge) von Bodenklasse 4 in die Bodenklasse 2 nach DIN 18300 übergehen und sind dann nur eingeschränkt bautechnisch nutzbar.

Die bodenmechanischen Rechenwerte für die Standsicherheitsberechnungen des Baugrubenverbaus können der Tabelle 3.2-1 entnommen werden. Für die Bemessung einer Verbauwand darf der Wandreibungswinkel für Bohrträgerwände und Spundwände höchstens mit  $|\delta_{a/p}| = 2/3 \varphi'_k$  angesetzt werden.



Aufgrund der an die Baugrube angrenzenden Gleise ist, falls es zu keiner Bewegung kommen soll, ein auf der vollen Höhe der Baugrube angeordneter Baugrubenverbau auf **erhöhten aktiven Erddruck** ( $0,5 \times e_a + 0,5 \times e_0$ ) zu bemessen. Wenn ein Baugrubenverbau mit einer Kopfböschung von mindestens  $1/3$  der Aushubhöhe ausgeführt werden kann und im unmittelbaren Einflussbereich der Verbauwand (Erddruckkeil) keine weiteren Verkehrsflächen oder Versorgungsleitungen liegen, kann die Verbauwand auf aktiven Erddruck bemessen werden.

### 5.3 Wasserhaltung

Für die Herstellung der Baugruben ist eine offene (Rest-) Wasserhaltung oberhalb des Bauwasserstandes ausreichend. Anfallendes Schicht-, Stau- und Sickerwasser ist zusammen mit dem Niederschlagswasser in Pumpensümpfen zu fassen und abzuführen. Das Planum ist mit entsprechendem Gefälle von  $\geq 3\%$  herzustellen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Ableitung von Tag- und Niederschlagswasser Nebenleistung nach DIN 18 299 ist.

### 5.4 Sonstige Empfehlungen

Eine Baugrunderkundung ist naturgemäß eine **stichprobenartige Bestandsaufnahme**, die zwischen den Aufschlüssen interpoliert. Abweichungen in gewissem Umfang sind somit nicht gänzlich auszuschließen.

Sollten geotechnische Fragen auftreten, die im vorliegenden Gutachten nicht bzw. nicht ausreichend behandelt wurden, oder sollten sich Abweichungen bzw. Abänderungen in den Planungen bzw. Annahmen ergeben, die diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden, so ist die Dr. Spang GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern. Bei Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse von den in diesem Gutachten beschriebenen sind wir umgehend zu benachrichtigen.

Vor Herstellung des Bauwerkes ist der anstehende Baugrund und die Gründungssohle gemäß Normhandbuch EC 7-1, Abs.4.3.1 (1)P durch uns zu kontrollieren und abzunehmen.





DR. SPANG

Projekt: 35.4130

Seite 25

17.09.2015

---

Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

(gezeichnet)

Dipl.-Ing. Christian Spang  
(Geschäftsführer)

i.A.

Dipl.-Geol., MSc ETH Burkhard Cless  
(Projektgeologe)

- Verteiler:**
- Mailänder Ingenieur Consult GmbH, Herr Krannich, Karlsruhe, 3 x,  
davon 1 x vorab per Mail an <tkrannich@mic.de>
  - Landratsamt Calw, Herr Schwolow, 1 x per Mail  
an <holger.schwolow@kreis-calw.de>
  - Dr. Spang GmbH, Esslingen, 1 x