

Fels- und Hangsicherung (FHS) „Bischofstein“ (FHSBISCH)

**Strecke 3010 (Koblenz - Perl)
Bahn-km 28,875 – Bahn-km 29,055 r.d.B**

Geotechnische Begutachtung und Standicherheitseinschätzung

Auftraggeber: DB Netz AG
Regionalbereich Mitte
I.NP-MI-M-K(7)
Frankenstraße 1-3
56068 Koblenz

Bestellung: 0016 / UCX / 27667206 vom 13.04.2018
IBES-Projektnummer: 70-18-048

Datum: 12.09.2018

bearbeitet durch: IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Ammonstraße 70
01067 Dresden
Tel.: 0351/41890-640

gesehen:



Dipl.-Ing. Bodo Schlesinger

bearbeitet:



Dr.-Ing. René Hellmann

Der Untersuchungsbericht umfasst 29 Blatt einschließlich Anlagen.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
1.2	Unterlagen	4
1.3	Durchgeführte Untersuchungen	5
2	Darstellung und Beschreibung der Untersuchungsergebnisse	5
2.1	Morphologie, Bebauung, Bewuchs	5
2.2	Geologische Verhältnisse	6
2.2.1	Gesteine	6
2.2.2	Lagerungsverhältnisse und Trennflächengefüge, Störungen	7
2.2.3	Hydrogeologische Verhältnisse	8
3	Bewertung der Untersuchungsergebnisse	9
3.1	Ingenieur-geologisches Böschungsmodell	9
3.1.1	Boden- und Felsmechanische Kennwerte	9
3.1.2	Bautechnische Eigenschaften und Homogenbereiche	10
3.2	Standsicherheitsmodell	11
3.2.1	Bisherige Risikoeinstufung und empfohlene Sicherungsmaßnahmen	11
3.2.2	Kinematisch möglicher Bruchmechanismus	11
3.2.3	Standsicherheitsbewertung	12
3.2.3.1	Globale Standsicherheit	12
3.2.3.2	Lokale Standsicherheit	12
3.3	Gefährdungs- und Sicherungsmodell	12
4	Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Hinweise	13
4.1	Ableitung sicherheitsgewährleistender Maßnahmen	13
4.2	Hinweise zur weiteren Planung und Bauausführung	13

Abbildungsverzeichnis

Bild 1:	Luftbild mit Darstellung des Untersuchungsbereiches (Quelle: Google Bilder © 2018).....	5
Bild 2:	Ausschnitt aus Geologischer Karte, Blatt 5710 (Münstermaifeld) [U4] mit Kennzeichnung des Untersuchungsbereiches, M $\approx$ 1 : 15.000.....	7

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Baugrundsichten und Böschungsmodell	9
Tabelle 2:	Bodenmechanische Berechnungskennwerte für Schicht 2 (Boden)	10
Tabelle 3:	Gesteins- und Gebirgskennwerte für Schicht 3 (Fels)	10
Tabelle 4:	Einteilung Baugrundsichten in Homogenbereiche nach ATV-Normen	11
Tabelle 5:	Empfehlung für sicherheitsgewährleistende Maßnahmen	13

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Darstellung des Untersuchungsbereiches, Übersichtslageplan, IvL-Plan und Fotodokumentation	1 Blatt, DIN A3
Anlage 2	Fotodokumentation	12 Blatt, DIN A4
Anlage 3	Darstellung der empfohlenen Maßnahmen im IvL-Plan, M 1 : 1.000	1 Blatt, DIN A3
Anlage 4	Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09 (VOB C)	
Anlage 4.1	Homogenbereich I.A und II.A (Boden)	1 Blatt, DIN A4
Anlage 4.2	Homogenbereich I.X und II.X (Fels - Tonschiefer-Sandstein-WF)	1 Blatt, DIN A4

1 Allgemeines

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die DB Netz AG, Regionalbereich Mitte, Regionales Projektmanagement (im Folgenden DB AG, Auftraggeber oder AG genannt) hat mit Bestellung vom 13.04.2018 [U1] die IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH (im Folgenden IBES, Auftragnehmer bzw. AN genannt) beauftragt, eine „vereinfachte Baugrunduntersuchung“ für die Fels- und Hangsicherungsmaßnahme „Bischofstein“ durchzuführen.

Die fachliche Anleitung seitens der DB AG erfolgt durch die Arbeitsgruppe Fels- und Hangsicherungen Koblenz (I.NP-MI-M-K(7)).

Gemäß Projekthandbuch [U2] befindet sich der zu begutachtende Bereich auf der Strecke 3010 (Koblenz - Perl) r. d. B. zwischen km 28,875 - km 29,055 (**Anlage 1**).

In 2012/2013 wurde für den Streckenabschnitt eine Risikoeinstufung auf Grundlage einer Hubschrauberbefliegung sowie einer Begehung durch die Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbh (im Folgenden gbm genannt) erstellt [U3].

Die Geotechnische Begutachtung der Felsböschung, die Überprüfung und Bewertung der in [U3] von gbm empfohlenen Sicherungsmaßnahmen sowie Empfehlung zur bautechnische Umsetzung erforderlicher Maßnahmen sind Gegenstand des vorliegenden Geotechnischen Berichtes.

1.2 Unterlagen

- [U1] DB NETZ AG, RB MITTE, I.NF-MI-P(3): Bestellung 0016 / UCX / 27667206 zum Rahmenvertrag Nr. 1000 / EBO / 92252174, T.016068583 FHS „Bischofstein“-Frankfurt (M), 13.04.2018

- [U2] DB NETZ AG, RB MITTE, I.NF-MI-P(3): Auszug Projekthandbuch zum Projekt „Bischofstein“ (T.016068583).- Koblenz, 16.11.2017, S. 3 - 5

- [U3] GBM GESELLSCHAFT FÜR BAUGEOLOGIE UND –MESSTECHNIK MBH: Risikoeinstufung Los 2, Areal 2, Strecke 3010, km 28,875 – 29,055.- Limburg an der Lahn, 12.06.2013

- [U4] LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU RHEINLAND-PFALZ (HRSG): Geologische Karte von Rheinland-Pfalz, Blatt 5710 Münstermaifeld, Maßstab 1 : 25:000.- nach Aufl. von 1934 mit Erläuterungen, Mainz, 2004

1.3 Durchgeführte Untersuchungen

Die Begutachtung der Felsböschung erfolgte durch Inaugenscheinnahme, punktuelle Einmessungen des Trennflächengefüges und der Hangneigung mittels Geologenkompass, Ermittlung von Trennflächenabständen sowie Beurteilung der Gesteinsfestigkeiten und des Verwitterungszustandes von Fels mittels Hammerschlagprobe.

Es wurde eine Begehung am 16.05.2018 durch den geotechnischen Sachverständigen durchgeführt. Die Böschungsoberfläche war aufgrund des teilweise starken Bewuchses und der steilen Neigungen im oberen Böschungsbereich nicht in allen Teilen begeh- bzw. inspizierbar (**Anlage 2** – Fotodokumentation).

2 Darstellung und Beschreibung der Untersuchungsergebnisse

2.1 Morphologie, Bebauung, Bewuchs

Der Untersuchungsbereich liegt im Unteren Moseltal am linken Moselufer gegenüber von *Burgen* (rechtes Moselufer). Der zu begutachtende Strecken- bzw. Böschungsabschnitt „Bischofstein“ (L = 180 m) verläuft an einem südostexponierten Hang parallel der Bundesstraße B416 (**Anlage 1** und **Bild 1**).



Bild 1: Luftbild mit Darstellung des Untersuchungsbereiches (Quelle: Google Bilder © 2018)

Der natürliche Hang streicht parallel dem Verlauf der Eisenbahnstrecke ± von Südsüdwesten nach Nordnordosten und hat eine Böschungslänge im Einfallen von etwa 140 m. Wie im Luftbild erkennbar ist, wird ein Teil der unteren Böschung als Weinberg bewirt-

schaftet, an dessen oberer Begrenzung einige Wingertsmauern (Trockenmauern, z.T. in Mörtel) errichtet wurden. Im oberen Bereich treten Felsklippen mit Steilstufen aus der Generalböschung mit Höhen bis etwa 5 m hervor (**Anlage 2, Bilder A1, A2 und A16 bis A24**).

Die Geländehöhe der Gleisanlagen liegt bei etwa 85 m NN. Der Hang steigt kontinuierlich bis auf etwa 230 m NN nach Nordwesten mit einem Generalböschungswinkel zwischen 30° (unterer Bereich) und 50° (oberer Bereich) an. Lokal versteilt sich der Hang an Felsausbissen auf etwa 70° (**Anlage 2, Bilder A5 und A25**).

Oberhalb von 230 m NN wird der bewaldete Hang deutlich flacher und geht dann in ein landwirtschaftlich genutztes Hochplateau über.

Entlang der Eisenbahnstrecke wurde bergseitig eine Stützmauer errichtet, die von Bahn-km 28,875 (Baubeginn) bis zu einem „BÜ Fußweg“ bei km 28,944 eine Höhe von 0,8 m aufweist (**Anlage 2, Bild A4**). Die Stützmauerhöhe nimmt nach dem Übergang auf etwa 2,50 m zu und verläuft über etwa 90 m r.d.B. bis Station 29,040 (**Anlage 2, Bilder A6, A10 und A12 bis A14**). Bis zum Bauende bei der „BÜ Fußweg“ bei km 29,055 reduziert sich die Stützmauerhöhe r.d.B. wieder auf etwa 0,5 m.

Als Schutz gegen Steinschlag wurde im gesamten Untersuchungsabschnitt ein Holzschwellenzaun oberhalb der Stützmauer mit Altschienen als Träger errichtet. Die Zaunhöhe liegt bei etwa 2,0 – 2,5 m. Beim Fußwegübergang (km 28,944) ist der Schutzzaun im Bereich des Oberleitungsmastes 28-28 (r.d.B.) mit Stahlschwellen ausgebildet (**Anlage 2, Bilder A6 und A7**). Im letzten Zaunabschnitt wurden zur Stabilisierung der Träger talseitig noch Stützen aus Altschienen verbaut (**Anlage 2, Bild A13**).

Die Holzschwellen sind vielfach stark verwittert und nicht mehr kraftschlüssig mit den Trägern aus Altschienen verbunden. Die Stahlschwellen, Altschienen und Befestigungsmittel sind bereits stark korrodiert (**Anlage 2, Bilder A7 und A8**).

Die Stützmauer weist keine Verformungen und nur einige lokale Ausbruchstellen des Verblendmauerwerkes auf (**Anlage 2, Bild A13**).

Der nicht bzw. nicht mehr Weinbaulich genutzte Teil des unteren Hanges ab etwa km 28,980 sowie der obere steile Böschungsbereich ist als Unland stark mit Hecken, Sträuchern und kleinen Bäumen überwachsen (**Anlage 2, Bilder A1 und A10 bis A15**).

2.2 Geologische Verhältnisse

2.2.1 Gesteine

Im zu untersuchenden Bereich stehen unterdevonische Festgesteine des *Unter- und Oberehms* sowie deren Verwitterungsprodukte an.

Der untere und für bauliche Maßnahmen relevante Böschungsabschnitt wird von den sog. *Nellenköpfchen-Schichten (Ne)* aufgebaut. Die *Nellenköpfchen-Schichten* stellen eine Wechsellagerung von festen Tonschiefern mit feinkörnigen Sandsteinen grauer Farbe dar (im **Bild 2** - pastelltürkise Farbdarstellung).

Diese Wechsellagerung ist oberhalb der Weinbergeflächen gestört und wird von den erdgeschichtlich jüngeren quarzitisch gebundenen Sandsteinen des sog. *Emsquarzits* (Eq) überlagert (**Bild 2** - hellbraune Farbdarstellung mit roten Punkten).

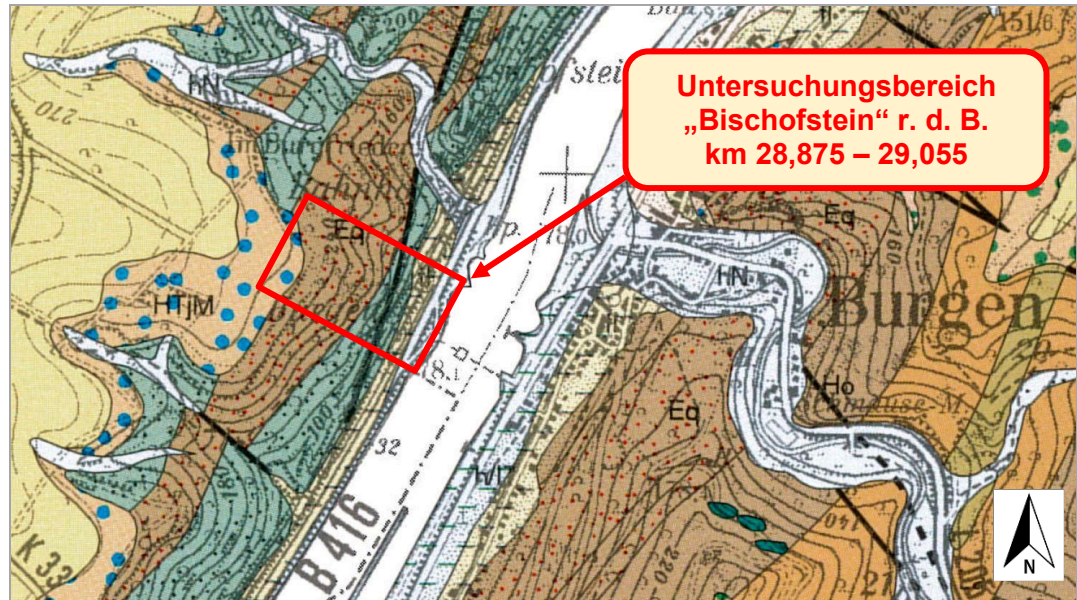


Bild 2: Ausschnitt aus Geologischer Karte, Blatt 5710 (Münstermaifeld) [U4] mit Kennzeichnung des Untersuchungsbereiches, M $\approx$ 1 : 15.000

Der Fels verwittert zu einem schwach schluffigen, schwach tonigen Hangschutt, der sich mit natürlichen Böschungswinkeln zwischen etwa 35 ... 40° ablagert. Mit diesem Material sind die Weinbergflächen und die bewaldeten Hangflächen bedeckt.

An der Oberfläche hat sich je nach Vegetation eine dünne Oberbodenschicht ausgebildet.

2.2.2 Lagerungsverhältnisse und Trennflächengefüge, Störungen

Die Wechsellagerung aus Tonschiefern mit Sandsteinen der *Nellenköpfchen-Schichten* ist im Untersuchungsbereich insgesamt tektonisch stark beansprucht, geschiefert und teilweise gefaltet. Der vor allem im oberen Hangbereich freiliegende Fels ist stark verwittert und entfestigt.

Die **Hauptklufschar k1** fällt steil (70 ... 80°) hangauswärts nach Ostsüdost ein (90 ... 105°) und streicht damit im spitzen Winkel zur Streckenachse. Diese Klufflächen bilden böschungsparelle und kinematisch wirksame Ablöseflächen (**Anlage 2, Bilder A19 und A20**).

Wie im **Bild 2** erkennbar und dort als schwarze Linie dargestellt, quert in dieser Hauptstreichrichtung (SSW - NNO) eine **Tektonische Störung** den Hang etwa an der oberen Grenze des Weinberges (**Anlage 2, Bilder A16 und A17**).

Eine zweite **Hauptklufschar k2** ist annähernd orthogonal zur Streckenachse orientiert und fällt ebenfalls steil (70° - 80°) $\pm$ nach Südsüdwesten (195°) ein.

Diese Hauptrichtung bildet böschungsnormale Zerlegungsflächen und tritt auch als Stö-rungs- und Verwerfungstreichrichtung (WNW – OSO) im Gelände durch die markanten Seitentäler in Erscheinung.

Die **Schicht- und Schieferungsflächen** (ss /sf) weisen im Allgemeinen eine annähernd gleiche hangeinwärts orientierte Einfallrichtung $\pm$ nach Westen ($260^\circ \dots 275^\circ$) auf. Die Schichtflächen ss fallen mit $15 \dots 20^\circ$ etwas flacher als die Schieferungsflächen mit $\pm 30^\circ$ ein (**Anlage 2, Bilder A16, A21 und A22**).

Im Mittelteil des Hanges wurden im tektonisch gestörten Bereich auch gefaltete und ge-bogene Strukturen festgestellt (**Anlage 2, Bilder A16, A17 und A19**).

Im oberen, steilen und kaum begehbaren Böschungsabschnitt sind Felsklippen aus Ems-quarzit vorhanden (**Anlage 2, Bilder A18 und A24**).

Die Schicht- und Schieferungsflächen bilden auch dort kleine Überhänge mit Ablöseflä-chen im Felsverband, aus denen sich Kluftkörper lösen und abstürzen.

Die Tonschiefer sind mit Trennflächenabständen von einigen Millimeter bis meist mehrere Zentimeter gem. DIN EN ISO 14689 als feinlaminirt bis engständig einzustufen. Es bilden sich schiefrige bis dünnplattige kleine (Kantenlänge 6 m bis 200 mm) bis mittlere (Kantenlänge 200 ... 600 mm) Kluftkörpergrößen aus. Diese Kluftkörper zerfallen beim Aufprall meist entlang der Schieferungsebene in dünne Platten (**Anlage 2, Bild A11**).

Die Sandsteine sind dünnplattig ($d = 10 \dots 50$ mm) bis dünnbankig ($d = 100 \dots 300$ mm) - im oberen Böschungsabschnitt auch dickbankig ($d = 300 \dots 600$ mm) - ausgebildet und lassen entspreched kompaktere Kluftkörper mit Abmessungen bis etwa $0,9/0,8/0,4$ m ($V \approx 0,3$ m³) entstehen (**Anlage 2, Bild A23**).

Die kompakten Sandsteinbänke bzw. Kluftkörper werden beim Aufprall nicht unbedingt weiter zerteilt, da die Gesteinsfestigkeit der Sandsteine aufgrund des quarzitisches Bin-demittels relativ hoch ist.

Bei der Begehung des Hanges wurden zahlreiche frische und ältere abgestürzte bzw. ab-gerollte und abgerutschte Kluftkörper bis zur o. g. Dimension beobachtet.

Anzeichen von Hangrutschungen oder großflächigen Kriech- und Massenbewegungen wurden im gesamten Untersuchungsgebiet zum Begehungszeitpunkt nicht festgestellt.

2.2.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Grund- und Sickerwasseraustritte bzw. Hinweise auf temporäre Feuchtstellen wurden im Böschungsbereich – soweit einsehbar - nicht beobachtet.

Insgesamt können die anstehenden Festgesteine nur sehr wenig Wasser aufnehmen und sind als gering durchlässig einzustufen.

3 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

3.1 Ingenieur-geologisches Böschungsmodell

Für den Untersuchungsbereich lassen sich folgende Baugrundsichten als Baugrundmodell zusammenfassen (Tabelle 1):

Tabelle 1: Baugrundsichten und Böschungsmodell

Baugrundsicht		Beschreibung	Kurzzeichen		bis Tiefe u. GOK [m]
Nr.	Bezeichnung	DIN EN ISO 14688-1 (Boden)		DIN 4022 (alt)	
1	Oberboden	Schluff, sandig-tonig, humos; weich	sa-cl Si	U, s-t, h	< 0,2
2	Hangschutt/ Felszersatz	Tonschiefer und Sandsteine; stark verwitt. (3) - zersetzt (5); locker - mitteldicht	cl'si'sa'co'Gr	G, t', u', s', x'	0,1 - ≈ 2,0 ¹⁾
DIN EN ISO 14689-1 (Fels)					
3	Tonschiefer (Nellenköpfchen- Schichten)	Wechselagerung aus Tonschiefern mit Sandsteinen, geschichtet /geschiefert mit Zwischenlagen; veränderlich; mäßig (2) - stark verwittert (3); gute - mäßige Kornbindung			> 15,0
4	Sandstein (Emsquarzit)	Sandstein, quarzitisches bis Quarzsandstein, geschichtet; veränderlich; mäßig (2) - stark verwittert (3); sehr gute - gute Kornbindung			> 15,0

¹⁾ am Böschungsfuß und im Hinterfüllbereich der Stützmauern / Trockenmauern, Tiefe bzw. Mächtigkeit nach visuellem Befund geschätzt, da kein Baugrundaufschluss vorliegt

3.1.1 Boden- und Felsmechanische Kennwerte

Die Oberbodenschicht (Schicht 1) ist für bautechnische Maßnahmen aufgrund der geringen Mächtigkeit nicht von Belang.

Maßgebend sind im Untersuchungsbereich die Wechselagerungen von **Tonschiefern mit Sandsteinen (Schicht 3)**, die an der Oberfläche entsprechend zu gemischtkörnigen tonig-schluffig-sandigen Lockerboden verwittern und als Verwitterungsschicht bzw. **Hangschutt / Felszersatz** über dem Fels abgelagert sind (**Schicht 2**).

Die **quarzitischen Sandsteine** des Emsquarzits (**Schicht 4**) liegen sehr weit von der Bahntrasse entfernt und werden nicht als potentielle „Gründungsschicht“ für Hangverbauten bzw. Steinschlagschutzzäune in Erscheinung treten.

Nach den Feststellungen vor Ort sowie aus Erfahrungswerten lassen sich für den Vorentwurf von Böschungssicherungsmaßnahmen folgende Rechenwerte (charakteristische Werte) für die Schicht 2 (Tabelle 2) und Schicht 3 (Tabelle 3) angeben.

Tabelle 2: Bodenmechanische Berechnungskennwerte für Schicht 2 (Boden)

Parameter x	Formelzeichen	Einheit	Streubereich $x_{min} - x_{max}$	Rechenwert (x_k)
Feuchtwichte	γ_k	kN/m ³	19 - 22	21
Reibungswinkel	φ'_k	°	30 - 37	35
Kohäsion	c'_k	kN/m ²	0 - 10	5
Steifemodul	$E_{s,k}$	MN/m ²	40 - 60	50
Mantelreibung (für Nägel und Anker)	$q_{s,k}$	kN/m ²	100 - 140	120

Tabelle 3: Gesteins- und Gebirgskennwerte für Schicht 3 (Fels)

Parameter x	Formelzeichen	Einheit	Streubereich $x_{min} - x_{max}$	Rechenwert (x_k)
Feuchtwichte	γ_k	kN/m ³	22 - 26	24
Gesteinsdruckfestigkeit	q_u (Gestein)	MN/m ²	25 - 100	50
Gebirgsdruckfestigkeit	q_u (Gebirge)	MN/m ²	2 - 12	6
E-Modul (Gebirge)	E_k	GN/m ²	0,2 - 1,4	0,8
Poissonzahl	ν	-	0,2 - 0,3	0,25
Parameter x	Formelzeichen	Einheit	Streubereich $x_{min} - x_{max}$	Rechenwert (x_k)
Mantelreibung (für Nägel und Anker)	$q_{s,k}$	MN/m ²	0,5 - 1,0	0,75
Gebirgsscherparameter				
Reibungswinkel Gebirge	φ' (Gebirge)	°	30 - 40	35
Kohäsion Gebirge	c' (Gebirge)	kN/m ²	80 - 200	140
Scherparameter auf Schicht-/ Schieferungsflächen (ss/sf)				
Reibungswinkel auf ss / sf-flächen	φ' (SF)	°	25 - 35	30
Kohäsion auf ss / sf-flächen	c' (SF)	kN/m ²	0 - 10	5
Scherparameter auf geschlossenen Kluftflächen (k)				
Reibungswinkel auf k-flächen	φ' (KF)	°	30 - 35	32,5
Kohäsion auf k-flächen	c' (KF)	kN/m ²	0 - 20	10

3.1.2 Bautechnische Eigenschaften und Homogenbereiche

Nach VOB Teil C sind einzelne oder mehrere Boden- oder Felsschichten zu sog. Homogenbereichen zusammenzufassen, wenn diese für einsetzbare Geräte bzw. Bauverfahren vergleichbare Eigenschaften aufweisen.

Für den Untersuchungsbereich lassen sich hinsichtlich der ATV-Normen folgende Homogenbereiche einteilen (**Tabelle 4**).

Für Oberboden, der nach DIN 18320 ein eigener Homogenbereich ist, wurde - aufgrund der sehr geringen Mächtigkeit bzw. des vollständigen Fehlens auf steilen Böschungsflächen - kein separater Homogenbereich definiert.

Da Erd- oder Bohrarbeiten nicht im Bereich der Sandsteine des Emsquarzits stattfinden, werden für die Schicht 4 ebenfalls keine Homogenbereiche angegeben.

Tabelle 4: Einteilung Baugrundsichten in Homogenbereiche nach ATV-Normen

Baugrundsicht	I Erdbau DIN 18 300	II Bohrarbeiten DIN 18 301	Kennwerte in Anlage
Schicht 1 (Oberboden)	-	-	-
Schicht 2 (Hangschutt / Felszersatz)	Homogenbereich I.A	Homogenbereich II.A	4.1
Schicht 3 (Fels als Ton- schiefer-Sandstein- Wechselfolge)	Homogenbereich I.X	Homogenbereich II.X	4.2

Die bautechnischen Eigenschaften/ Kennwerte sind in **Anlage 4** zusammengestellt.

3.2 Standsicherheitsmodell

3.2.1 Bisherige Risikoeinstufung und empfohlene Sicherungsmaßnahmen

In [U3] wurde das gesamte Untersuchungsareal in eine „**mittlere Risikostufe (= gelb)**“ eingeteilt. Die Risikoeinstufung bezieht sich auf **Steinschlag**, auch wenn diese Ursache nicht explizit genannt wurde.

Es wurde empfohlen, entweder den vorhandenen Fangzaun auf gesamter Länge durch ein zertifiziertes Sicherungssystem als „starres Fangzaunsystem“ zu ersetzen oder neue gelenkige Fangzaunsysteme im Hang mit Rückabspannung einzusetzen.

3.2.2 Kinematisch möglicher Bruchmechanismus

Einwirkungen:

Das Untersuchungsgebiet gehört nach DIN EN 1998-1/NA: 2011-01 zur Erdbebenzone 1, Untergrundklasse R. Damit ist ein Gefährdungsniveau mit einem Intensitätsintervall von 6,5 bis < 7 zu Grunde zu legen. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung beträgt 0,4 m/s².

Die wesentlichen Einwirkungen auf die Böschung resultieren aus dem Eigengewicht der Böschung, aus Frost (Frosteinwirkungszone I, Boden und Fels → Frostempfindlichkeitsklasse F2 – gering bis mittel frostempfindlich) in Verbindung mit Oberflächenwasser sowie aus den Temperaturschwankungen.

Lokal wirkt Wurzeldruck standsicherheitsmindernd.

An den Felsanschnitten oberhalb der Weinbergflächen sind durch die gestörten Lagerungsverhältnisse zusätzliche Gebirgsentspannungen und Gefügebrauchlockerungen entstanden, so dass hier verstärkt Frostsprengung, Eisdruck bzw. auch kurzzeitig Kluftwasserdruck nach einem Starkregen bzw. der Schneeschmelze auf das Gebirge einwirken kann.

Maßgebender Bruchmechanismus:

Aufgrund der im Abschnitt 2.2 beschriebenen Wechselfolge und Raumstellung des Trennflächengefüges ist der **maßgebende Bruch- (und Bewegungs)mechanismus** das durch Auswittern weicherer dünner Zwischenschichten bedingte „**Gleiten**“, „**Fallen**“ und „**Springen**“ mit anschließendem „**Rollen**“ und „**Gleiten**“ ausgebrochener bzw. freigewitterter Tonschieferplatten bzw. plattiger Sandsteinkluftkörper auf den Böschungsflächen. Das Volumen solcher Kluftkörper ist nach den Feststellungen vor Ort bis etwa 0,3 m³ anzunehmen.

3.2.3 Standsicherheitsbewertung

3.2.3.1 Globale Standsicherheit

Aufgrund der Feststellungen vor Ort wird in Verbindung mit den relativ hohen Gesteinsfestigkeiten gutachterlich eingeschätzt, dass die **globale Standsicherheit im gesamten Streckenabschnitt gegeben** ist.

Hinweise auf Böschungsruutschungen in der relativ gleichmäßig ausgebildeten Böschungsfläche wurden nicht festgestellt. Ein plötzliches Böschungsversagen (Böschungsbruch) ist nicht zu erwarten.

3.2.3.2 Lokale Standsicherheit

Es liegen lokal Standsicherheitsgefährdungen derart **vor**, dass durch rückschreitende Verwitterung und Auflockerung der Felsanschnitte (Steilstufen) an diesen **Kluftkörper herausgleiten, -kippen bzw. -fallen** können (= **Steinschlag**).

Oberflächennah ist an den Böschungsschultern der Steilstufen zusätzlich eine standsicherheitsmindernde Wirkung des Bewuchses vorhanden (Wurzeldruck und Auflast), die zu einer **permanenten Zerstörung und Auflockerung des Gebirgsverbandes** mit nachfolgender **rückschreitender Erosion** beiträgt.

3.3 Gefährdungs- und Sicherungsmodell

Die in [U3] gegebene „*Empfehlung der Instandhaltung (inkl. Sicherungsmaßnahmen)*“ wird grundsätzlich bestätigt.

Im gesamten Untersuchungsabschnitt besteht eine **potentielle Gefährdung** für die Gleisanlagen der DB **durch Steinschlag aus den oberen Böschungsbereichen**.

Auch wenn Steinschläge durch die große Entfernung der Felsklippen zur Bahntrasse nicht direkt bis ins das Lichtraumprofil fallen können, kann nicht ausgeschlossen werden, dass in Bewegung versetzte (vor allem kubische) Kluftkörper durch die hohe Reliefenergie über die untere Böschung bis ins Gleis rollen bzw. springen.

Im Falle, dass eine Wingertsmauer einstürzt und die Bruch- bzw. Mauersteine sich in Richtung Tal bewegen, ergibt sich daraus prinzipiell die gleiche lokale Steinschlaggefährdung.

4 Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Hinweise

4.1 Ableitung sicherheitsgewährleistender Maßnahmen

Ausgehend von der o. g. Gefährdungseinschätzung und aufgrund des maßgebenden Bruch- Bewegungsmechanismus werden folgende konstruktive Sicherungsmaßnahmen empfohlen (**Tabelle 5**).

Tabelle 5: Empfehlung für sicherheitsgewährleistende Maßnahmen

ca. Bahn-km (r.d.B.)		Maßnahme / Sicherungsvariante	ca. Länge	ca. Höhe
von	bis		[m]	[m]
28,875	29,055	Steinschlagschutzzaun	195 ¹⁾	2,5 – 3,0

¹⁾ Die angegebene Gesamtlänge des Fangzauns von 195 m ist größer als die Abschnittslänge von 180 m, da aufgrund der Gewährleistung der Zugänglichkeit zum Weinberg (Berglift) mehrere Teilzäune mit seitlichen Übergreifungslängen (Durchgängen) von ≥ 3 m erforderlich werden.

Die ungefähre Lage und Abmessung der empfohlenen Maßnahmen sind in **Anlage 3** im IvL-Plan schematisch dargestellt. Es wurden 5 Einzelzäune mit Teillängen von etwa 40 m, 40 m (Durchgang Berglift), 45 m, 35 m und 35 m vorgeschlagen.

4.2 Hinweise zur weiteren Planung und Bauausführung

Aus gutachterlicher Sicht wird von den beiden in [U3] empfohlenen Varianten, die **Errichtung eines dynamischen Steinschlagschutzzaunes oberhalb des Wirtschaftsweges als Vorzugsvariante** präferiert.

Diese Variante gewährleistet einen Steinschlagschutz auch für den Wirtschaftsweg, kann ggf. durch den vorhandenen Holzschwellenzaun ohne Gleissperrung ausgeführt werden und ist u. E. von der Dimensionierung wirtschaftlicher, als ein starres Fangzaunsystem.

Die letztendlich zu wählende Sicherungsvariante ist in einer Vor- und Entwurfsplanung durch einen Varianten- und Kostenvergleich zu ermitteln und statisch zu dimensionieren.

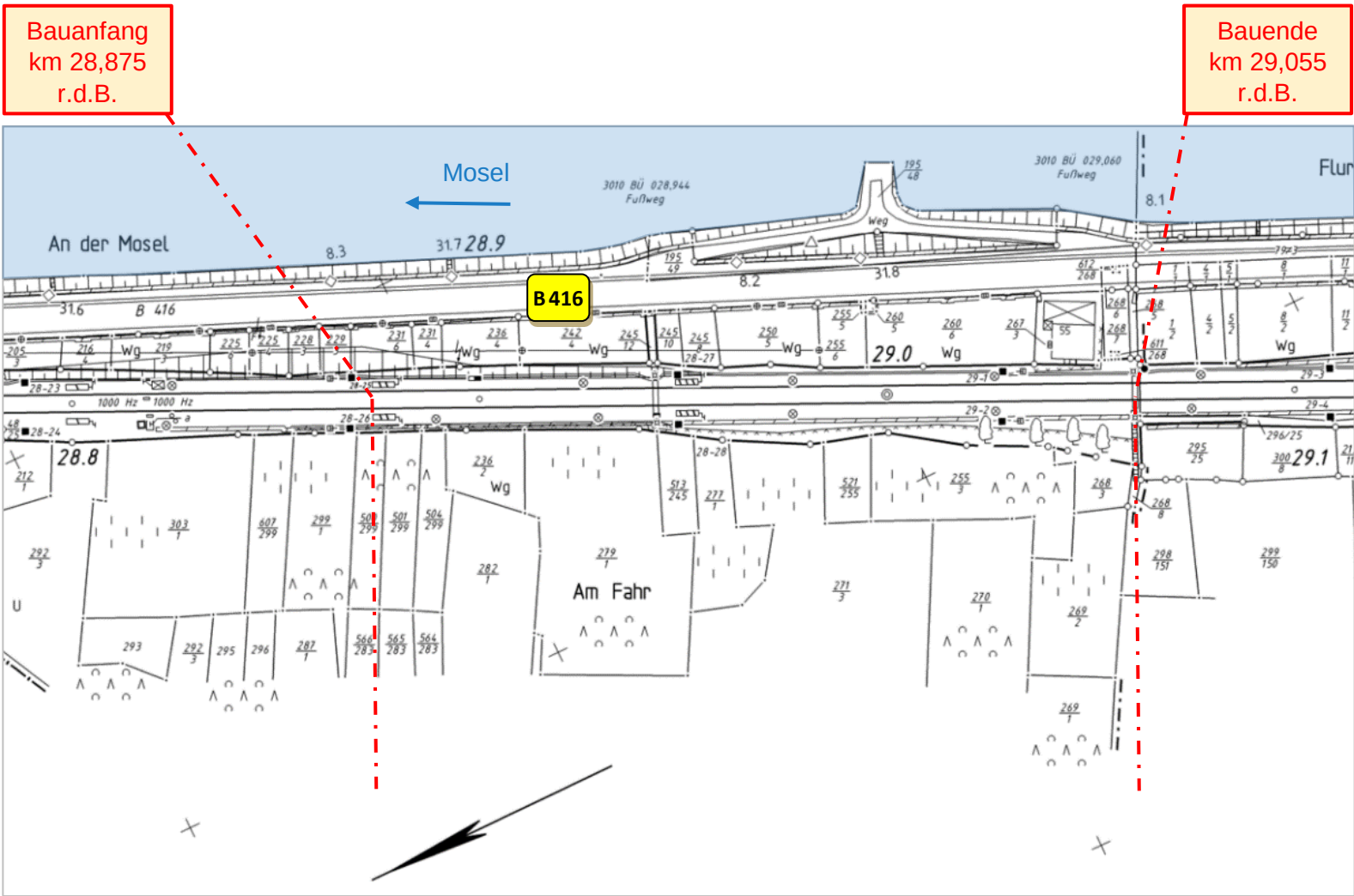
Die Stützmauer am Böschungsfuß sollten im Zuge der weiteren Planung ggf. einer gesonderten Zustandsbewertung unterzogen werden.

Die endgültige Lage der Fangzäune und Bohransatzpunkte für Anker, Nägel bzw. Mikropfähle ist vor Ort anhand der örtlichen Gegebenheiten sowie nach statischen und konstruktiven Erfordernissen festzulegen. Die Ermittlung der vom Steinschlagschutzzaun aufzunehmenden Energie sowie die tatsächlich erforderliche Höhe sollte durch Steinschlagsimulationen nachgewiesen werden.

Fels- und Hangsicherungsmaßnahme „Bischofstein“
km 28,875 – 29,055 r.d.B. - Länge: 180 m



km 29,055 Panoramaaufnahme Untersuchungsbereich (Perspektive optisch verzerrt) km 28,875



Quelle: Ivl-Plan 3010 BU, Bl. 1; DHHN 92, DB-REF (Urheberschutz – alle Nutzungsrechte bei der DB AG)

Untersuchungsbereich

nächster Ort: Burgen



Quelle: GeoBasis-DE / BKG 2018

Nummer	Änderung / Ergänzung	Name	Datum
Projekt:	Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“ Strecke 3010 Koblenz – Perl km 28,875 – km 29,055 – r.d.B. Vereinfachte Baugrunduntersuchung	 IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg www.ibes-freiberg.de	
Zeichg.:	Darstellung des Untersuchungsbereiches, Lageplan, Ivl-Plan und Fotodokumentation		
		Maßstab: -	Proj.-Nr.: 70-18-048
		Gezeichnet: MTH	Anl.-Nr.: 1
		Geprüft: RHE	Datum: 03.09.2018



Bild A1: ca. km 28,875 - Generalansicht auf den Untersuchungsbereich, Foto 6 aus [U3]

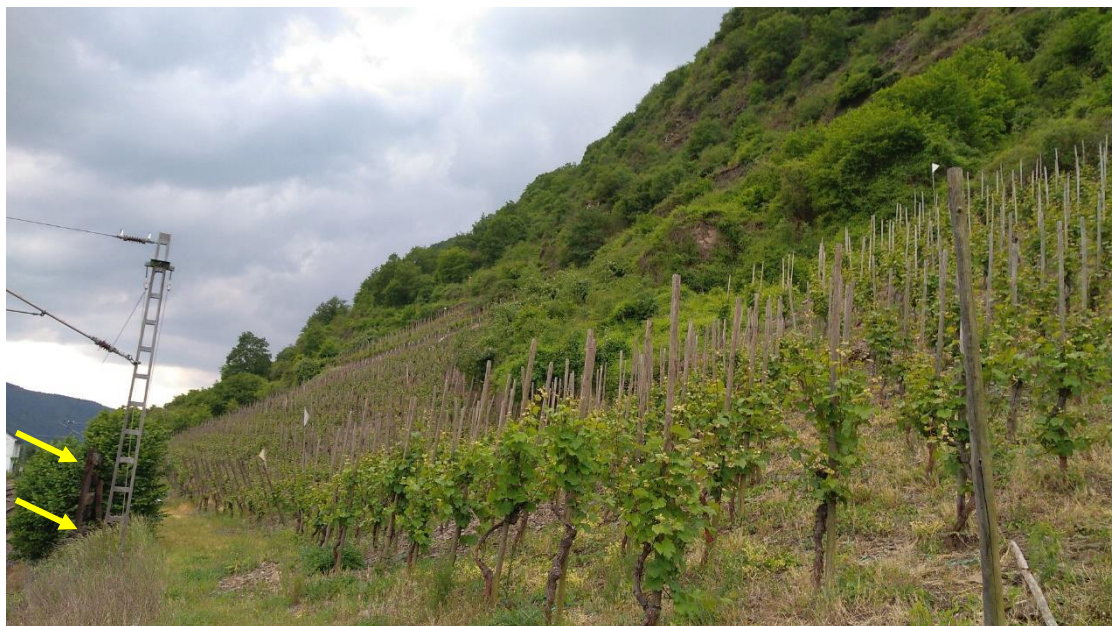


Bild A2: km 28,860 (r.d.B.) – Blick auf den Bauanfang, gelber Pfeil: Anfang Holzschwellenzaun bei km 28,875 ca. 7 m hinter Mast 28-26 (r.d.B.), Zaunhöhe ca. 2,50 m

Projekt: Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“ Strecke 3010 Koblenz – Perl km 28,875 – km 29,055 – r.d.B. Vereinfachte Baugrunduntersuchung	 IBES BAUGRUNDINSTITUT	IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg www.ibes-freiberg.de
Zeichg.: Fotodokumentation	Maßstab: -	Proj.-Nr.: 70-18-048
	Gezeichnet: RHE	Anl.-Nr.: 2 Blatt 1/12
	Geprüft: BOS	Datum: 07.09.2018



Bild A3: ca. km 28,900 (r.d.B.), schmaler Wirtschaftsweg zwischen Holzschwellenschutzzaun und Böschungsfuß mit Leitplanke, Wegbreite ca. 2,0 m, größere Kluftkörper rollen bis zum Weg



Bild A4: ca. km 28,935, Blick entgegen der Kilometrierungsrichtung, kleine Stützmauer am Böschungsfuß, Mauerhöhe bis ca. 0,8 m,

Projekt: Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“ Strecke 3010 Koblenz – Perl km 28,875 – km 29,055 – r.d.B. Vereinfachte Baugrunduntersuchung	 IBES BAUGRUNDINSTITUT	IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg www.ibes-freiberg.de
Zeichg.: Fotodokumentation	Maßstab: - Gezeichnet: RHE Geprüft: BOS	Proj.-Nr.: 70-18-048 Anl.-Nr.: 2 Blatt 2/12 Datum: 07.09.2018

Bild A5: ca. km 28,970
r.d.B., Böschungswinkel
des unteren als Weinberg
genutzten Böschungsbe-
reiches etwa 30°



Bild A6: km 28,944, Fußweg über Bahnstrecke, Bildmitte Mast 28-28 (r.d.B.) geschützt durch ein kurzes Stück Stahlschwellenzaun, die Mauerhöhe steigt auf etwa 2,50 m ü. SO an

Projekt: Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“
Strecke 3010 Koblenz – Perl
km 28,875 – km 29,055 – r.d.B.
Vereinfachte Baugrunduntersuchung



IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
www.ibes-freiberg.de

Zeichg.:
Fotodokumentation

Maßstab: -

Gezeichnet: RHE

Geprüft: BOS

Proj.-Nr.: **70-18-048**

Anl.-Nr.: **2 Blatt 3/12**

Datum: 07.09.2018



Bild A7: ca. km 28,950 r.d.B., Blick entgegen der Kilometrierungsrichtung, Stahlschwellenzaun, Höhe ca. 2 m, Altschienen, Schwellen und Befestigungsmittel sind bereits stark korrodiert



Bild A8: ca. km 28,900 (r.d.B.), Holzschwellen sind vielfach stark verwittert und nicht mehr kraftschlüssig mit den Trägern aus Altschienen verbunden

Projekt: Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“
Strecke 3010 Koblenz – Perl
km 28,875 – km 29,055 – r.d.B.
Vereinfachte Baugrunderkundung



IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
www.ibes-freiberg.de

Zeichg.:
Fotodokumentation

Maßstab: -

Gezeichnet: RHE

Geprüft: BOS

Proj.-Nr.: **70-18-048**

Anl.-Nr.: **2 Blatt 4/12**

Datum: 07.09.2018



**Bild A9: ca. km 28,940
r.d.B., Blick in Kilometrie-
rungsrichtung, am Ende
der Leitplanke ist ein Lift
zur Weinbergbewirtschaf-
tung installiert**



**Bild A10: ca. km 28,950 r.d.B., Blick in Kilometrierungsrichtung auf die Stützmauer bis zum Bau-
ende, linker Bildrand ehem. Bahnhofsgebäude Bf Burgen bei ca. km 29,050**

Projekt: Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“
Strecke 3010 Koblenz – Perl
km 28,875 – km 29,055 – r.d.B.
Vereinfachte Baugrunduntersuchung



IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
www.ibes-freiberg.de

Zeichg.:
Fotodokumentation

Maßstab: -

Gezeichnet: RHE

Geprüft: BOS

Proj.-Nr.: **70-18-048**

Anl.-Nr.: **2 Blatt 5/12**

Datum: 07.09.2018



Bild A11: ca. km 28,980 r.d.B., Blick in Kilometrierungsrichtung, Bereich hinter Holzschwellenzaun wird derzeit nicht mehr bewirtschaftet und ist bis zum Bauende dicht bewachsen



Bild A12: km 29,029, Mast 29-1 (l.d.B.) und Mast 29-2 (r.d.B.), bei ca. km 29,040 reduziert sich die Mauerhöhe auf etwa 0,5 m , gelber Pfeil: bei ca. km 29,055 Ende des Baubereiches und des Holzschwellenschutzzauns r.d.B.

Projekt:	Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“ Strecke 3010 Koblenz – Perl km 28,875 – km 29,055 – r.d.B. Vereinfachte Baugrunduntersuchung	 IBES BAUGRUNDINSTITUT	IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg www.ibes-freiberg.de	
Zeichg.: Fotodokumentation	Maßstab:		-	Proj.-Nr.: 70-18-048
	Gezeichnet:		RHE	Anl.-Nr.: 2 Blatt 6/12
	Geprüft:		BOS	Datum: 07.09.2018



Bild A13: ca. km 29,030 r.d.B., Mast 29-2, Holzschwellenzaun ist mit Altschienen talseitig abgestützt, Stützmauer weist lokal Ausbruchstellen des Verblendmauerwerks auf



Bild A14: ca. km 19,060, BÜ Fußweg (Drehkreuz) mit Blick auf das Bauende bei km 29,055 r.d.B., gelber Pfeil: Ende des Holzschwellenschutzzauns r.d.B.

Projekt: Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“ Strecke 3010 Koblenz – Perl km 28,875 – km 29,055 – r.d.B. Vereinfachte Baugrunduntersuchung		IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg www.ibes-freiberg.de
Zeichg.: Fotodokumentation	Maßstab: -	Proj.-Nr.: 70-18-048
	Gezeichnet: RHE	Anl.-Nr.: 2 Blatt 7/12
Geprüft: BOS	Datum: 07.09.2018	



Bild A15: ca. km 29,970 (r.d.B.), Trockenmauer am oberes Ende des Weinbergs, teilweise mit Beton ausgebessert, Mauerhöhe bis ca. 2 m, Mauer ist auf ausbeißendem Fels gegründet

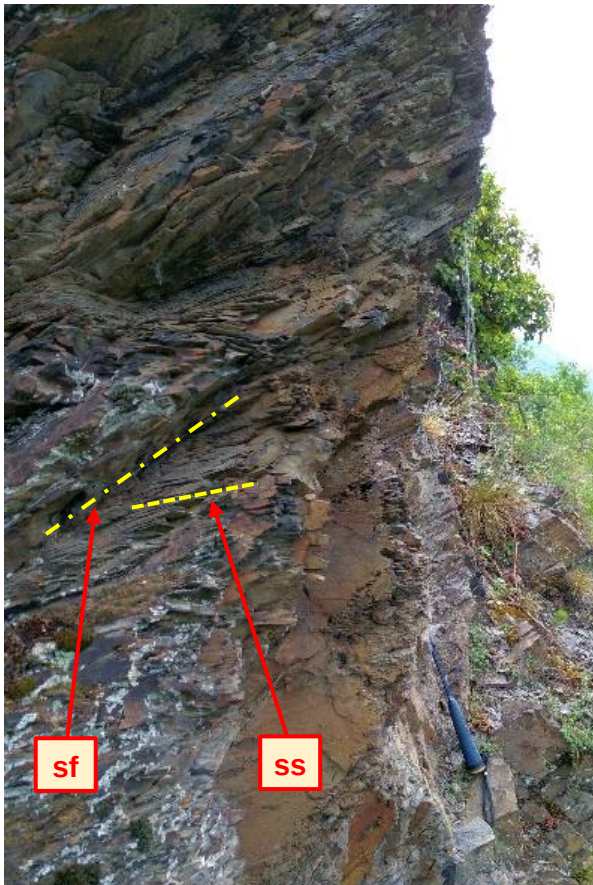


Bild A16: ca. km 29,960 (r.d.B.), etwa 50 m oberhalb der Bahntrasse, senkrechte Felsklippe mit teils gestörten Lagerungsverhältnissen innerhalb der sog. „Nellenköpfchen-Schichten“, Schichtung ss und Schieferung sf fallen hangeinwärts ein ($\pm$ nach Westen)

Projekt: Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“
Strecke 3010 Koblenz – Perl
km 28,875 – km 29,055 – r.d.B.
Vereinfachte Baugrunduntersuchung



IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
www.ibes-freiberg.de

Zeichg.:
Fotodokumentation

Maßstab: -
Gezeichnet: RHE
Geprüft: BOS

Proj.-Nr.: **70-18-048**
Anl.-Nr.: **2 Blatt 8/12**
Datum: 07.09.2018



Bild A17: ca. km 29,950 (r.d.B.), etwa 60 m oberhalb der Bahntrasse, Bereich einer tektonischen Störung, unregelmäßige und gestörte Wechsellagerung von dünnplattigen bis laminierten Tonschiefern und bankigen Sandsteinen, z. T. quarzitisch



Bild A18: ca. km 28,900 r.d.B., Foto 5 aus [U3] ca. 70 m oberhalb der Bahntrasse, stark entfestigte Felsklippe aus sog. *Emsquarzit*, der im oberen Bereich der Böschung ansteht

Projekt:	Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“ Strecke 3010 Koblenz – Perl km 28,875 – km 29,055 – r.d.B. Vereinfachte Baugrunduntersuchung		IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg www.ibes-freiberg.de
Zeichg.:	Fotodokumentation		Maßstab: -
		Gezeichnet: RHE	Anl.-Nr.: 2 Blatt 9/12
		Geprüft: BOS	Datum: 07.09.2018

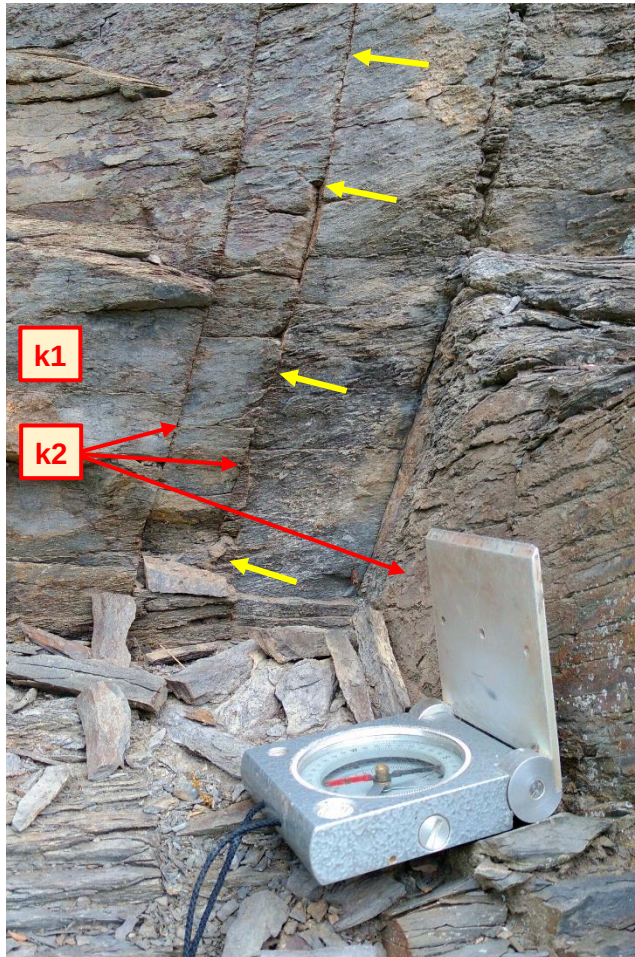


Bild A19: ca. km 29,940 (r.d.B.), etwa 60 m oberhalb der Bahntrasse, Hauptkluft-schar k1 (in Bildebene) bildet böschungsparallele Ablöseflächen, eine zweite Hauptkluft-schar k2 liegt etwa othogonal zu k1 und ist böschungsnormale orientiert (gelbe Pfeile: k2-Flächen sind gebogen → Faltung)



Bild A20: ca. km 29,940 (r.d.B.), etwa 60 m oberhalb der Bahntrasse, Hauptkluft-schar k1 streicht böschungsparell und fällt mit etwa $75^\circ \pm$ nach Osten (90 ... 105°)

Projekt:	Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“ Strecke 3010 Koblenz – Perl km 28,875 – km 29,055 – r.d.B. Vereinfachte Baugrunduntersuchung	 IBES BAUGRUNDINSTITUT	IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg www.ibes-freiberg.de	
Zeichg.: Fotodokumentation	Maßstab:		-	Proj.-Nr.: 70-18-048
	Gezeichnet:		RHE	Anl.-Nr.: 2 Blatt 10/12
	Geprüft:		BOS	Datum: 07.09.2018



Bild A21: ca. km 29,940 (r.d.B.), etwa 60 m oberhalb der Bahntrasse, Schieferung sf fällt mit etwa $30^\circ \pm$ nach Westen (260 ... 275°) → hangeinwärts



Bild A22: ca. km 29,940 (r.d.B.), etwa 60 m oberhalb der Bahntrasse, Schichtung ss fällt mit etwa $15 \dots 20^\circ \pm$ nach Westen (260 ... 275°) hangeinwärts, in Bildebene Hauptkluftchar k2

Projekt: Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“
Strecke 3010 Koblenz – Perl
km 28,875 – km 29,055 – r.d.B.
Vereinfachte Baugrunduntersuchung



IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
www.ibes-freiberg.de

Zeichg.:
Fotodokumentation

Maßstab: -
Gezeichnet: RHE
Geprüft: BOS

Proj.-Nr.: **70-18-048**
Anl.-Nr.: **2 Blatt 11/12**
Datum: 07.09.2018



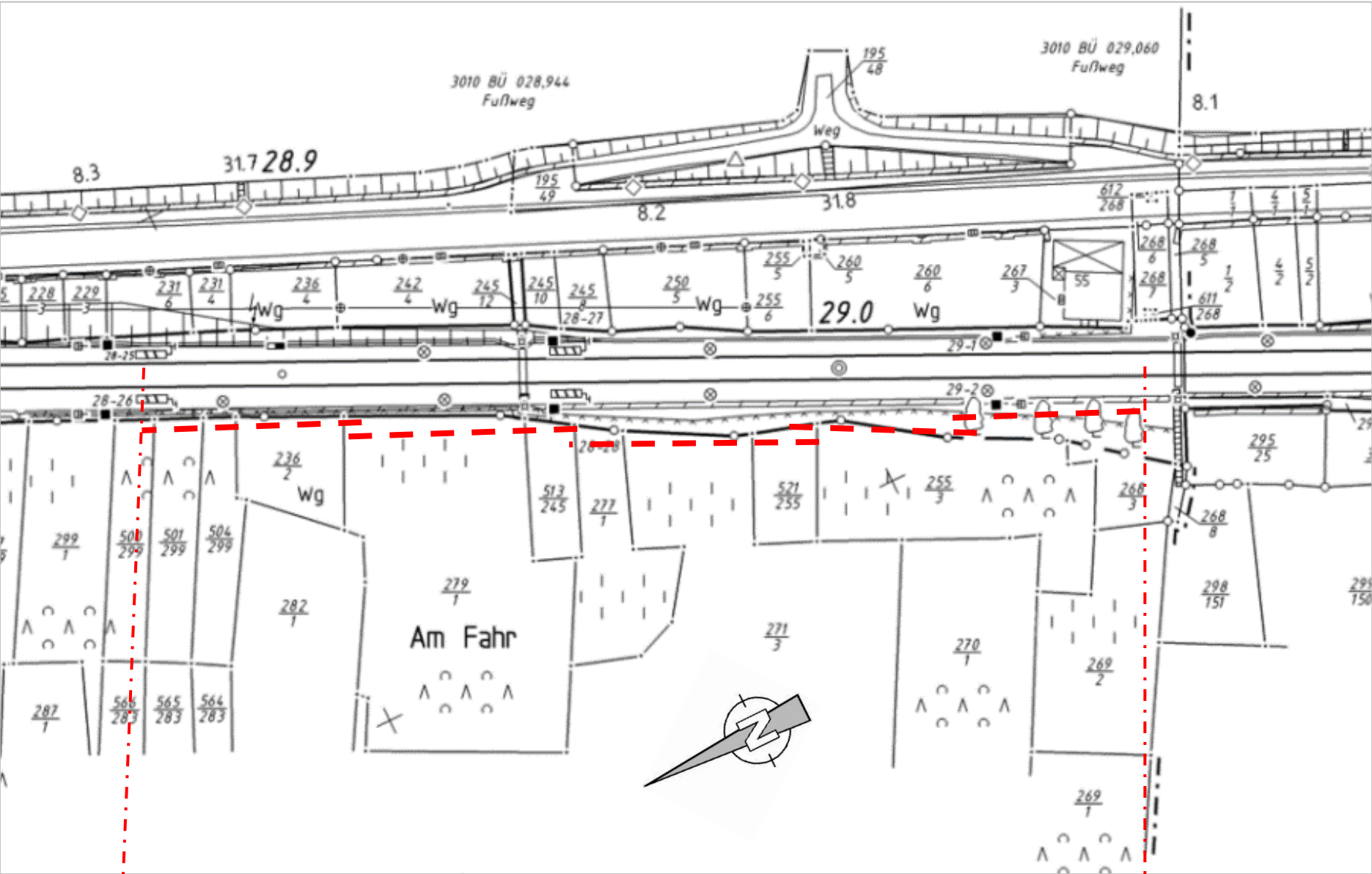
Bild A23: ca. km 29,970 (r.d.B.), etwa 50 m oberhalb der Bahntrasse, abgestürzter fester Kluftkörper mit Dimensionen L/B/H von etwa 0,9/0,8/0,4 m ($V \approx 0,3 \text{ m}^3$)



Bild A24: ca. km 29,970 (r.d.B.), etwa 50 m oberhalb der Bahntrasse, Blick von unten auf die oberen Böschungsteile mit überhängenden bankigen Felsklippen (*Eq - Emsquarzit*), Böschungswinkel hier bis zu 70°

Projekt: Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“ Strecke 3010 Koblenz – Perl km 28,875 – km 29,055 – r.d.B. Vereinfachte Baugrunduntersuchung		IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg www.ibes-freiberg.de
Zeichg.: Fotodokumentation	Maßstab: -	Proj.-Nr.: 70-18-048
	Gezeichnet: RHE	Anl.-Nr.: 2 Blatt 12/12
	Geprüft: BOS	Datum: 07.09.2018

Lage und Abmessungen der empfohlenen Maßnahmen



s. Bericht Abschnitt 4.1 (Tabelle 5)

Legende:

Steinschlagschutzzzaun (Höhe ca. 2,5 – 3,0 m),
rückverankert, Stützenabstand 6 - 12 m

Bauanfang
km 28,875
r.d.B.

Bauende
km 29,055
r.d.B.



Die endgültige Lage der Fangzäune und Bohransatzpunkte für Anker, Nägel bzw. Mikropfähle ist vor Ort anhand der örtlichen Gegebenheiten sowie nach statischen und konstruktiven Erfordernissen festzulegen. Die Ermittlung der vom Steinschlagschutzzzaun aufzunehmenden Energie sowie die tatsächlich erforderliche Höhe sollte durch Steinschlagsimulationen nachgewiesen werden.

Nummer	Änderung / Ergänzung	Name	Datum
Projekt:	Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“ Strecke 3010 Koblenz – Perl km 28,875 – km 29,055 – r.d.B. Vereinfachte Baugrunduntersuchung	 IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg www.ibes-freiberg.de	
Zeichg.:	Darstellung der empfohlenen Maßnahmen im Ivl-Plan, M 1 : 1.000		
		Maßstab: -	Proj.-Nr.: 70-18-048
		Gezeichnet: MTH	Anl.-Nr.: 3
		Geprüft: RHE	Datum: 10.09.2018

Homogenbereiche nach VOB C (2016)

1) für Geotechnische Kategorie GK2 / GK3

Kennwert / Eigenschaft		Homogenbereich I.A DIN 18300 ¹⁾	Homogenbereich II.A DIN 18301
Schicht Nr.		Schicht 2	
ortsübliche Bezeichnung	-	(Auffüllungen) / Hangschutt/Felsersatz	
Bodengruppen	-	(n. b.) / [GU], [GI], GU, GI	
Korngrößenverteilung	-	(n. b. k. A.)	
Anteil Steine D > 63 mm	%	(n. b.) / 30 - 70; i. M. 50	
Anteil Blöcke D > 200 mm	%	(n. b.) / 5 - 20; i. M. 10	
Anteil gr. Blöcke D > 630 mm	%	(n. b.) / 0	
Dichte	t/m ³	(n. b.) 1,9 - 2,2; i. M. 2,1	n. e.
Köhäsion	kN/m ²	(n. b.) / 0 - 10; i. M. 5	
undrainierte Scherfestigkeit	kN/m ²	n. b.	
Wassergehalt	%	n. b.	
Konsistenz	-	n. b.	
Konsistenzzahl	-	n. b.	
Plastizität	-	n. b.	
Plastizitätszahl	-	n. b.	
Durchlässigkeit	m/s	(n. b.) / 10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶ ; i. M. 10 ⁻⁵	
Lagerungsdichte: Definition	-	(n. b.) / locker – mitteldicht	
Lagerungsdichte: Bestimmung	-	(n. b. k. A.)	
Kalkgehalt	%	(n. b.) / 0	
Sulfatgehalt	%	(n. b. k. A.)	
organischer Anteil	%	(n. b.) / 0 – 5	
Abrasivität	-	(n. b.) / abrasiv	

- i. M. - im Mittel, geschätzter Mittelwert (Rechenwert)
n. e. - nicht erforderlich (gem. VOB)
n. b. - nicht bestimmbar
(n. b.) / - nicht bestimmt / Angaben anhand von Erfahrungswerten möglich
(n. b. k. A) - nicht bestimmt - keine Angaben (Angaben nur durch spezielle Versuche möglich)

Nummer	Änderung / Ergänzung	Name	Datum
Projekt:	Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“ Strecke 3010 Koblenz – Perl km 28,875 – km 29,055 – r.d.B. Vereinfachte Baugrunduntersuchung		IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg www.ibes-freiberg.de
Zeichg.:	Homogenbereiche nach VOB C (2016) Schicht 2 (Boden)		Proj.-Nr.: 70-18-048
			Anl.-Nr.: 4.1
		Maßstab: - Gezeichnet: RHE Geprüft: BOS	Datum: 10.09.2018

Homogenbereiche nach VOB C (2016)

1) für Geotechnische Kategorie GK2 / GK3

Kennwert / Eigenschaft		Homogenbereich I.X DIN 18300 ¹⁾	Homogenbereich II.X DIN 18301
Schicht Nr.		Schicht 3	
ortsübliche Bezeichnung	-	Tonschiefer (Nellenköpfchen-Schichten) Ne	
Benennung von Fels	-	Wechselagerung aus Tonschiefern mit Sandsteinen	
Dichte	t/m ³	(n. b.) / 2,2 - 2,6; i. M. 2,4	n. e.
Verwitterung,	-	mäßig verwittert - stark verwittert	
Veränderungen und	-	gute - mäßige Kornbindung	
Veränderlichkeit	-	nicht veränderlich bis veränderlich	
Kalkgehalt	%	n. e.	
Sulfatgehalt	%	n. e.	
Druckfestigkeit	MN/m ²	25 – 70 (gering – hoch), i. M. 40 (mäßig hoch)	
Spaltzugfestigkeit	MN/m ²	n. e.	
Trennflächenrichtung (Einfallrichtung)	°	k1: 90 ... 105 (OSO), k2: 185 ... 195 (SSW), ss + sf: 260 ... 275 (± W)	
Trennflächenabstand	mm	Sandstein: 10 bis 300 (sehr dünn - mittel), lokal bis 600 Tonschiefer: < 100 (laminiert - engständig)	
Gesteinskörperform	-	Sandstein: tafelförmig, plattig, prismatisch Tonschiefer: plattig – schiefrig	
Öffnungsweiten von Trennflächen	mm	n. e.	
Kluftfüllungen von Trennflächen	-	n. e.	
Gebirgsdurchlässigkeit	m/s	n. e.	
Abrasivität	-	n. e.	Sandstein (quarzitisch): (n. b.) / abrasiv – stark abrasiv Tonschiefer: (n. b.) / abrasiv

- i. M. - im Mittel, geschätzter Mittelwert (Rechenwert)
 n. e. - nicht erforderlich (gem. VOB)
 n. b. - nicht bestimmbar
 (n. b.) / - nicht bestimmt / Angaben anhand von Erfahrungswerten möglich
 (n. b. k. A) - nicht bestimmt - keine Angaben (Angaben nur durch spezielle Versuche möglich)

Nummer	Änderung / Ergänzung	Name	Datum
Projekt:	Fels- und Hangsicherung „Bischofstein“ Strecke 3010 Koblenz – Perl km 28,875 – km 29,055 – r.d.B. Vereinfachte Baugrunduntersuchung	 IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg www.ibes-freiberg.de	
Zeichg.:	Homogenbereiche nach VOB C (2016) Schicht 3 (Fels – Tonschiefer-Sand- stein-Wechselfolge)	Maßstab: -	Proj.-Nr.: 70-18-048
		Gezeichnet: RHE	Anl.-Nr.: 4.2
		Geprüft: BOS	Datum: 10.09.2018