



Hochstraße 61  
D-66115 Saarbrücken  
Telefon 0681/9920 230  
Telefax 0681/9920 239

Email:  
[info@wpw-geoing.de](mailto:info@wpw-geoing.de)

Internet:  
[www.wpw-geoing.de](http://www.wpw-geoing.de)

Weiterer Bürostandort:  
Trier

Tochtergesellschaft:  
WPW GEO.LUX S.à.r.l.

WGI 19.80734-02

Ihr Ansprechpartner:  
Herr Dr. Becker

21.10.2019  
JHE/TBE

## GEOTECHNISCHE STELLUNGNAHME NR. 1

Projekt: **Strecke 3300, km 19,090 –  
Neubau Kreuzungsbahnhof Steinalben**

Auftragsnr.: **WGI 19.80734-02**

Auftraggeber: **DB Netz AG  
Am Hauptbahnhof 6-12  
66111 Saarbrücken**

Bauherr: DB Netz AG  
I.NVR-SW-P  
Schwarzwaldstraße 82  
76137 Karlsruhe

Verteiler: DB Netz AG per Email  
Herr Kai Schwarz [kai.schwarz@deutschebahn.com](mailto:kai.schwarz@deutschebahn.com)  
Herr Eric Thome [eric.thome@deutschebahn.com](mailto:eric.thome@deutschebahn.com)  
Frau Kristina Wittmer [kristina.wittmer@deutschebahn.com](mailto:kristina.wittmer@deutschebahn.com)

Pöyry Deutschland GmbH per Email  
Frau Stark [karin.stark@poyry.com](mailto:karin.stark@poyry.com)

Datum: **21.10.2019**

## 1. VORBEMERKUNGEN, UNTERLAGEN

Auf der Strecke 3300, Kaiserslautern - Pirmasens Nord ist an Streckenkilometer km 19,090 der Umbau des bestehenden Haltepunktes Steinalben geplant. Dabei soll der derzeit eingleisig ausgebaute Haltepunkt zum Kreuzungsbahnhof mit Mittelbahnsteig umfunktioniert werden.

Im Zuge dieser Maßnahme kommt es im Bereich der bestehenden Böschung bahnlinks zur Herstellung einer überschnittenen Bohrpfahlwand in einer Gesamtlänge von etwa 285 m.

**WPW GEO.INGENIEURE GmbH** wurde per Abrufbestellung 0016/UCX/28821742 zum Rahmenvertrag 1000/EBO/92252459 vom 26.08.2019 durch DB Netz AG Saarbrücken mit der Durchführung von ergänzenden Geotechnischen Untersuchungen und der Erarbeitung einer Geotechnischen Stellungnahme beauftragt.

Gegenstand der Bauauftragung war die Verifizierung des Felshorizontes im Bereich der geplante Bohrpfahlwand entlang des östlichen Böschungsanschnittes sowie die Bewertung der Notwendigkeit von Böschungssicherungsmaßnahmen bergseitig der geplanten Bohrpfahlwand.

Als Bearbeitungsgrundlage für die Erstellung der vorliegenden Stellungnahme standen die nachfolgenden Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Geotechnischer Bericht – Strecke 3300 Kaiserslautern – Pirmasens Nord, Neubau Kreuzungsbahnhof Steinalben km 19,090, Hp. Steinalben, Auftrags-Nr. U-G001194/218438/610758, DB Engineering & Consulting GmbH – Umwelt, Geotechnik & Geodäsie – UGG Südwest, Stand: 27.07.2019
- [2] Lageplan Vorplanung – Neubau Kreuzungsbahnhof Steinalben, Projekt-Nr.: 118001614, Anlage 8.2.1, M 1:500, Pöyry Deutschland GmbH Fulda, Stand: 07/2018
- [3] Stützwand Abwicklung - Vorplanung – Neubau Kreuzungsbahnhof Steinalben, Projekt-Nr.: 118001614, Anlage 8.2.1, M 1:500, Pöyry Deutschland GmbH Fulda, Stand: 07/2019
- [4] Bahnsteinanlage und Trassierung, Querprofil 1 - Vorplanung – Neubau Kreuzungsbahnhof Steinalben, Projekt-Nr.: 118001614, Anlage 8.2.2, M 1:500, Pöyry Deutschland GmbH Fulda, Stand: 07/2018
- [5] Bahnsteinanlage und Trassierung, Querprofil 2 - Vorplanung – Neubau Kreuzungsbahnhof Steinalben, Projekt-Nr.: 118001614, Anlage 8.2.2, M 1:500, Pöyry Deutschland GmbH Fulda, Stand: 02/2019
- [6] Lageplan, Längs- und Querschnitt - Vorplanung – Erneuerung Durchlass km 18,748 im Zuge Neubau Kreuzungsbahnhof Steinalben, Projekt-Nr.: 118001614, Anlage 8.2.3, M 1:500, Pöyry Deutschland GmbH Fulda, Stand: 08/2018

## 2. BESCHREIBUNG DER BAUMABNAHME, AUFSCHLUSSPROGRAMM

Im Zuge des Bauvorhabens „Strecke 3300 Kaiserslautern – Pirmasens Nord, Neubau Kreuzungsbahnhof Steinalben km 19,090, HP Steinalben“ kommt es gemäß [1,2] zum Rückbau des bestehenden Bahnsteig der eingleisigen Strecke. Im fortlaufenden Bauprozess wird parallel zum bestehenden Gleis, ein zweites Gleis angelegt, welches durch einen ebenfalls neu zu errichtenden Mittelbahnsteig vom bestehenden Gleis getrennt wird.

Der geplante Mittelbahnsteig erstreckt sich dabei in einer Baulänge von etwa 120 m und einer Breite von etwa 4,60 m im Streckenbereich von km 18,8+66,1 und km 18,9+88,0.

Durch die Neuanlegung sowohl des zweiten Gleises als auch des Mittelbahnsteigs sowie diverser Module ist aufgrund der beengten Platzverhältnisse der Bau einer Stützwand im Bereich der bahnlinken Böschung erforderlich. Die Ort betonstützwand kommt in insgesamt sechs Abschnitten mit variabler Wandhöhe auf einer Gesamtlänge von etwa 285 m (km 18,7+50 bis km 19,0+35) zur Ausführung.

Die Gründung der Ort betonstützwand erfolgt gemäß derzeitiger Planung [2-5] mittels einer aufgelösten Bohrpfehlwand mit einem Einzelpfehldurchmesser von 90 cm um einem Pfahlabstand von 2,5 m (siehe Abb. 1). Die Vorderkante der Stützwand kommt demzufolge in einem Abstand von 3,65 m zur Achse des neuen Gleises 2 zu liegen.

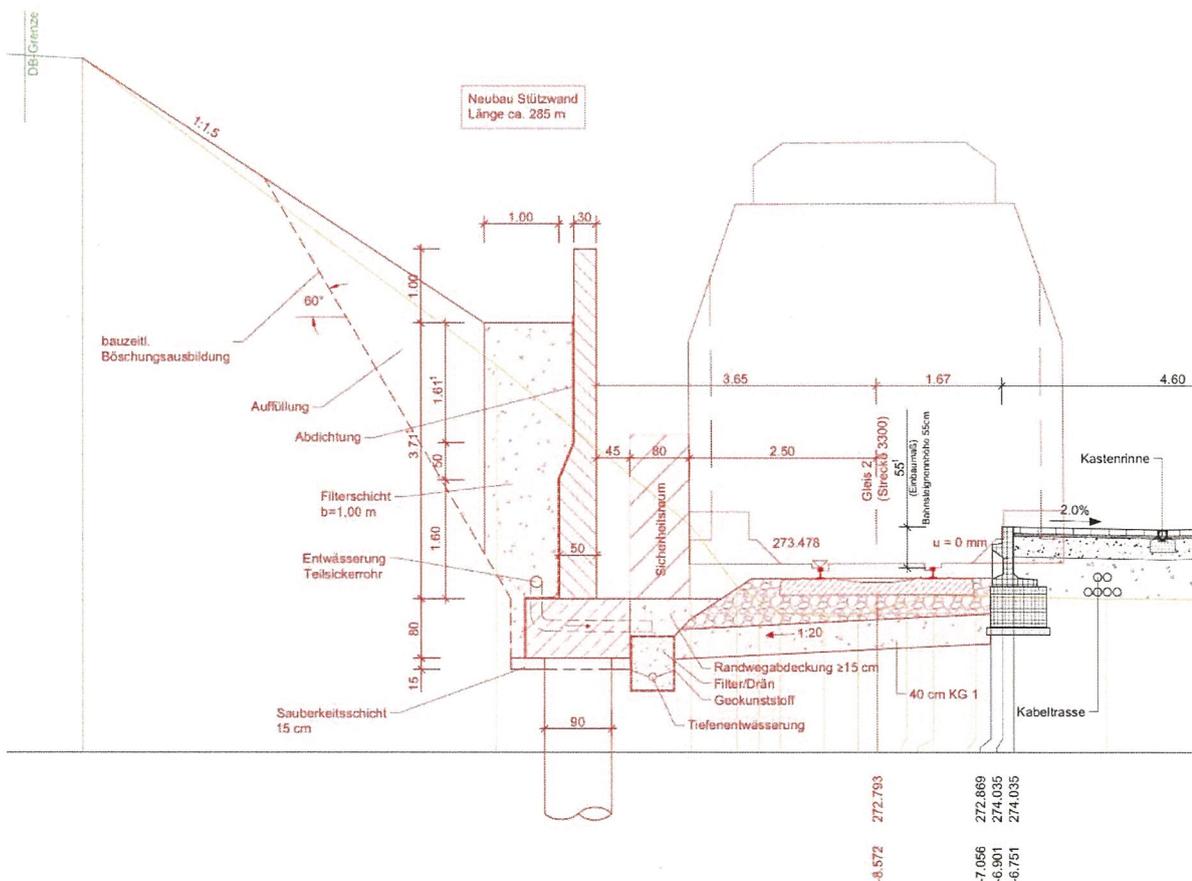


Abb. 1: Geplante Böschungssicherung mittels aufgelöster Bohrpfehlwand, Auszug aus [5]

Für die geplante Maßnahme ist seitens der DB E&C UGG gemäß Unterlage [1] ein umfangreicher geotechnischer Bericht erstellt, der ebenfalls Angaben zu Gründungsparametern und Baugrundwiderstände erhält.

Die Notwendigkeit der ergänzenden Baugrunderkundung lag vor allem in der Verifizierung des Felshorizontes als Grundlage zur Bemessung der Bohrpfahlwand.

Dazu war die Ausführung von insgesamt **7 Sondierungen** mit der **Schweren Rammsonde (DPH)** entlang des bergseitigen Böschungsfußes geplant. Die Sondieransatzpunkte sind dabei so gewählt, dass alle 6 vorgesehenen Querschnitte der geplanten Stützwand bewertet werden konnten. Zum Zeitpunkt der ergänzenden Baugrunduntersuchung war das Baufeld im Bereich des Gleises des Streckenabschnittes km 18,700 – 19,100 vornehmlich durch spärlichen Grasbewuchs bewachsen. Im Böschungsbereich herrscht zumeist Bewuchs in Form von mittel- bis hochgewachsenen Bäumen und Strauchwerk vor. Da sich der derzeitige Böschungsfuß etwa im Bereich der Gleisachse des neu geplanten Gleises 2 befindet, wurden die Rammsondierungen i.M. ca. 4 m talseitig der eigentlichen Bauwerksachse ausgeführt.

Sämtliche Aufschlusspunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen und an die Schienenoberkante (SO) des vorhandenen Gleises angeschlossen. Die Lage der Aufschlusspunkte sowie deren Bezug zur Schienenoberkante sind der Anlage 1 zu entnehmen. Ferner beinhaltet Anlage 1 die Aufschlussergebnisse in Form von Einzelprofilen. Querprofile sind der Anlage 2 zu entnehmen.

Im Vorfeld der Erkundung erfolgte auf Grund der Lage des Untersuchungsgebietes in einer Kampfmittelverdachtsfläche eine **Kampfmittelfreimessung** mittels Schneckenbohrungen an den relevanten Positionen seitens der Kampfmittelortung Welker GmbH. Das Protokoll der Kampfmittelsondierungen ist dieser Stellungnahme als Anlage 3 beigelegt.

Die Rammsondierungen wurden als Sondierung mit der Schweren Rammsonde (DPH) in dem freigegebenen Bereichen der Kampfmittelbohrungen (Freigaberadius 75 cm) ausgeführt und auf dem Felshorizont ausgerammt ( $N_{10(DPH)} \geq 100$ ).

Die mit dem Schneckenbohrgerät ausgeführten Kampfmittelbohrungen wurden bis max. 5 m unter GOK geführt<sup>1</sup>. Mit Ausnahme der Kampfmittelbohrungen an den Aufschlusspunkten 5,2 sowie 7 und 7.2 brachen die Kampfmittelbohrung bereits oberhalb der max. erforderlichen 5-Meter-Marke aufgrund eines zu hohen Bohrwiderstandes im Fels ab.

Die Rammsondierungen endeten mit Ausnahme der DPH 1 bereits mit starker Variabilität deutlich oberhalb der Bohrendtiefe des Kampfmittelbohrgerätes, so dass bei diesen Sondierungen (DPH 2 – DPH 7) jeweils zur Absicherung eine 2. Sondierung im Freigabebereich (75 cm – Radius) angesetzt wurde<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Im Untersuchungsbereich ist aufgrund des hoch anstehenden Felshorizontes (Buntsandstein) i.d.R. nicht mit einem über eine Tiefe von 5 m hinausgehenden Kampfmittelfund zu rechnen.

<sup>2</sup> Diese Vorgehensweise wurde erforderlich, da z.B. bei der DPH 2 aufgrund des rapiden Anstiegs des Sondierwiderstandes nicht ausgeschlossen werden konnte, ob es sich hierbei um ein ggf. anthropogenes Rammhindernis handelte.

### 3. VERIFIZIERUNG DER BAUGRUNDSITUATION STÜTZWAND

Die übergeordneten Baugrundverhältnisse sind detailliert im Geotechnischen Bericht der Unterlage [1] beschrieben. Im Bereich der betreffenden Stützwand wurden demzufolge die Aufschlüsse S+KRB/DPH 18,815bl, 18,860bl, 18,950bl, 19,000bl und 19,070bl in der Nähe des Böschungsfußes sowie zwei übergeordnete Referenzbohrungen S+BK/DPH 1 und S+BK/DPH 2 ausgeführt.

Unterlage [1] nimmt eine entsprechende Schichtgliederung sowie die Einteilung in Homogenbereiche vor (siehe Seite 11 – 21 aus [1]). Auf eine detailliertere Beschreibung wird an dieser Stelle verzichtet und auf die Originalunterlage verwiesen.

Anhand der entlang der 6 Wandabschnitte nunmehr ausgeführten Zusatzerkundungen lässt eine differenzierte Einteilung der nachfolgenden Schichtglieder<sup>3</sup> aus [1] vornehmen:

**Schicht 2.1b:** Lockerboden, (locker bis) überwiegend mitteldicht gelagert

**Schicht 3.1/3.3:** (Halb-)Festgestein, locker bis sehr dicht bzw. stark verwittert

**Schicht 3.2:** Festgestein, schwach verwittert bis unverwittert

In allen Kampfmittelbohrungen wurden unmittelbar unterhalb des Gleiskörpers oberflächennah bereits Buntsandsteinsand erbohrt. Den ausgeführten Rammsondierungen zufolge sind die oberen ca. 2 – 3 Dezimeter des Lockerbodens (Schicht 2.1b) aufgrund von Witterungseinflüssen als locker, darunter als überwiegend mitteldicht gelagert anzusprechen.

Mit dem Ausrammen der Sondierungen mit der Schwere Rammsonde (siehe Anlage 1) vollzieht sich der Übergang in den Verwitterungshorizont des Buntsandsteins (Schicht 3.1/3.3), der gemäß [1] als Halbfestgestein bezeichnet ist. Dieser Horizont steht im nordöstlichen Anfang der Stützwand (ca. km 18,7+65) etwa 3,5 m unter GOK an, steigt nach Südwesten bis ca. 18,9+70 auf etwa 1 m unter GOK an und fällt anschließend zum Ende der Stützwand auf ca. 1,8 m unter GOK ab. Anhand der tiefer, d.h. unter das rammfähige Niveau der Rammsondierungen, ausgeführten Kampfmittelsondierbohrungen (Schneckenbohrungen) kann der Übergang vom Verwitterungshorizont (Schicht 3.1) in den schwach verwitterten bis nicht verwitterten Fels (Schicht 3.2) gut abgeschätzt werden. Die einzelnen Horizonte der Schichtenübergänge sind in Anlage 1 farblich gekennzeichnet.

Insgesamt zeigt sich anhand der zusätzlichen Aufschlüsse eine gute Übereinstimmung mit den Erkundungsergebnissen aus der Ersterkundung der DB E&C [1]. Den beiden Referenzbohrungen BK 1 und BK 2 zufolge kann mit einem Übergang der geringharten Schichten (Schicht 3.1/3.3) in die mittelarten Sandsteinlagen (Schicht 3.2) zwischen 3 m (BK 2) und 5 m (BK 1) unter Gelände gerechnet werden.

An dieser Stelle ist zu berücksichtigen, dass die ausgeführten Rammsondierungen – wie bereits beschrieben – i.M. etwa 4 m talseitig der geplanten Stützwandachse ausgeführt wurden. Demzufolge ist in der Bauwerksachse mit, auf der sicheren Seite liegend, höher anstehendem Festgesteinshorizont zu rechnen.

<sup>3</sup> Die farbliche Hinterlegung der Schichtglieder entspricht der Abgrenzung in Anlage 1 dieser Stellungnahme.

## 4. BEMESSUNGSWERTE BOHRPFÄHLWAND

In [1] sind in Abschnitt 3.7.3, Tabelle 16 Baugrundwiderstände (charakteristischer Pfahlspitzenwiderstand und charakteristische Mantelreibung) angegeben (siehe Abb. 2).

Tabelle 16: Charakteristischer Pfahlspitzenwert und Pfahlmantelreibung für Bohrpfähle

Schicht	Bodenart	Mantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Spitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
3.1	Sandstein, v5-v3 (d-sd)	0,130	--
3.2	Sandstein, v3-v1	0,200	4,0
3.3	Tonstein, v5 (steif-halbfest)	0,030	--

Abb. 2: Tabelle 16 aus [1]

Da eine Differenzierung der Schichtglieder 3.1 und 3.3 anhand der Rammsondierungen nicht möglich ist, empfiehlt sich aus Basis von Schnitt 1-1 in Anlage 1 als Grundlage der Bemessung der Ansatz folgender Baugrundwiderstände:

**Schichtglied 3.1/3.3:** charakteristische Mantelreibung  $q_{s,k} = 80 \text{ kN/m}^2$

**Schichtglied 3.2:** charakteristischer Spitzenwiderstand  $q_{b,k} = 4 \text{ MN/m}^2$   
charakteristische Mantelreibung  $q_{s,k} = 200 \text{ kN/m}^2$

Die weiteren Angaben gemäß [1] hinsichtlich der Gründung der geplanten Stützwand bleiben von den vorstehenden Erkenntnissen unberührt.

## 5. BEWERTUNG BERGSEITIGE HANGBÖSCHUNG

### 5.1 Endzustand

Gemäß [1] ergeben sich in verschiedenen Teilabschnitten des geplanten Stützwandbereiches zwischen km 18,7+50 und km 18,9+00 übersteile Böschungsabschnitte mit derzeitigen Neigungen > 1 : 1,5. Die nachstehende Abbildung 3 gibt die Übersicht nach Tabelle 17 aus [1] wieder.

Tabelle 17: Übersicht: Morphologie und bestehende Böschungsneigungen

Bereich km	Länge [m]	Erdbauwerkstyp	VQP Station km	Gesamthöhe [m] / Böschungsneigung		Bodenmaterial	
				links		Auffüllung	Anstehend
18,750 - 18,900	150	Anschnitt	km 18,755;	5,25 / 1:1,53		Mutterboden	Sandstein, v5-v2
			km 18,774;	5,61 / 1:1,19			
			km 18,800;	5,84 / 1:1,26			
			km 18,822;	5,94 / 1:1,34			
			km 18,847;	5,71 / 1:1,51			
			km 18,875;	5,66 / 1:1,45			
			km 18,900	7,35 / 1:1,52			

Abb. 3: Tabelle 17 aus [1], kritische Bereiche rot umrahmt

Demzufolge sind insbesondere im Bereich der Kilometrierung ca. km 18,7+70 bis ca. km 18,8+30 sowie ca. km 18,8+65 bis ca. km 18,8+85 teilweise deutlich übersteile Bestandsböschungen vorhanden. Wie in der Örtlichkeit optisch festgestellt werden konnte, handelt es sich dabei überwiegend um Böschungsbereiche mit zutage tretenden Felslagen.

Die Böschung selbst ist bereits überwiegend mit starken Baumbewuchs besäumt (Abb. 4).



Abb. 4: Böschungen im Stützwandbereich zwischen ca. km 18,7+50 und ca. km 19,0+35

Der Baumbestand weist teilweise einen leichten Sichelwuchs auf. Die Stämme haben bereits Durchmesser von ca. 20 cm – 50 cm.

Betrachtet man sich die Querprofile des Streckenabschnittes (siehe Abb. 5), so kann festgestellt werden, dass sich der Böschungsfuß hier im Felseinschnitt befindet, da das Urgelände vor Herstellung der Gleistrasse einen flacheren Verlauf aufwies. In Abbildung 5 ist der ungefähre Verlauf des Felshorizontes auf Basis der Erkundungsergebnisse aus [1] rekonstruiert.

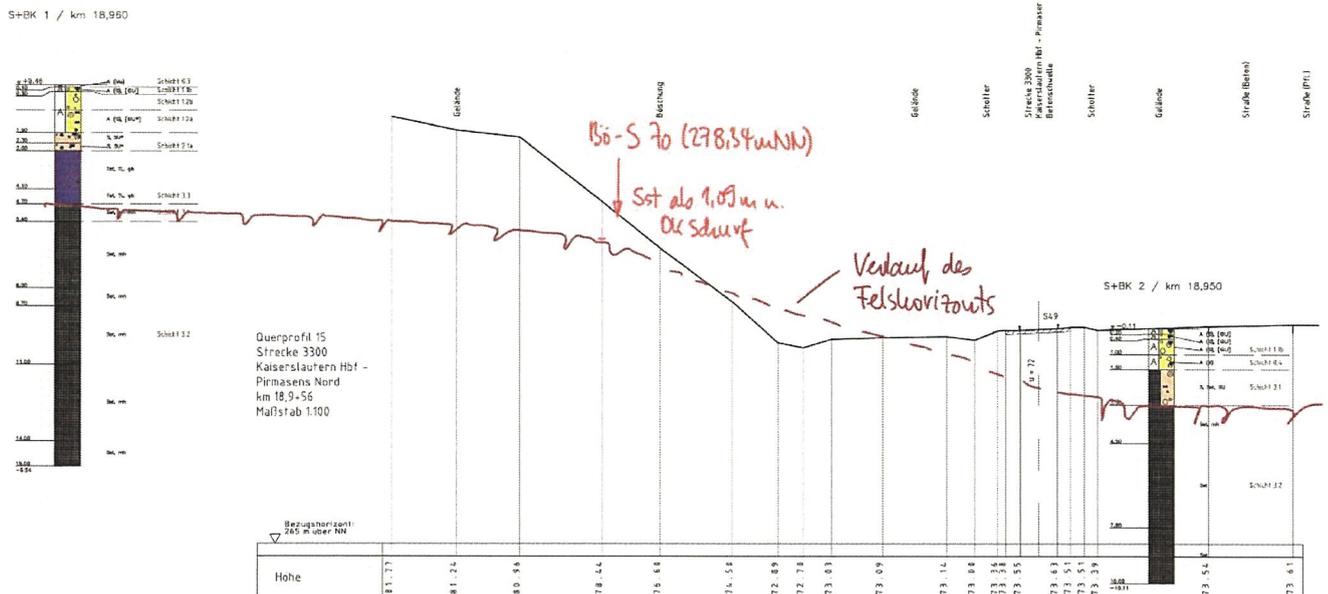


Abb. 5: Querprofil, Anlage 3.4 aus [1]

Gemäß [1], Abschnitt 3.7.4, Seite 38ff wird eine Beräumung der Anschnittböschungen hinter der geplanten Stützwand mit einer Drahtnetzverhängung in den übersteilen Böschungsbereichen empfohlen.

Aus Sicht des Unterzeichners kann diese Empfehlung unter Berücksichtigung der geplanten Geometrie der Stützwand (siehe Abb. 1) wie folgt konkretisiert werden: bei einer vollständigen Beräumung der Böschung hinter der Stützwand (Fällen der Bäume und Entfernen der Wurzelstöcke) ist die Standsicherheit dergleichen auf die Scherfestigkeit der anstehenden Böden reduziert.

In diesem Fall ist bei Böschungsneigungen  $> 1 : 1,5$  in den oberflächennahen Deckschichten oberhalb des Felshorizontes rechnerisch keine ausreichende Standsicherheit vorhanden und es besteht die Gefahr sog. „Hautrutschungen“, so dass hier technische Maßnahme zur Erhaltung der rechnerischen Standsicherheit notwendig werden.

Wird der Baumbestand lediglich „auf Stock“ gesetzt, so bleibt die infolge der Pflanzen- und Baumwurzeln erzeugte Standsicherheitserhöhung<sup>4</sup> bestehen. In diesem Fall sind technische Maßnahmen nicht zwingend erforderlich.

<sup>4</sup> In diesem Zusammenhang wird oft von der sog. „Wurzelkohäsion“ gesprochen, einem geotechnisch nicht nachweisbaren Wert, der als Hilfsmittel insbesondere bei geotechnischen Berechnungen zur Berücksichtigung einer durch Pflanzen erzeugten Erhöhung der oberflächennahen Standsicherheit herangezogen wird.

Vorliegend muss somit zwischen einer vollständigen Beräumung und Entwurzelung der Böschung und einem „auf-Stock-setzen“ unterschieden werden.

Im ersten Fall gelten die Empfehlungen des Geotechnischen Berichtes [1] vollumfänglich. Im zweiten Fall kann auf technische Sicherungsmaßnahmen nach Einschätzung des Unterzeichners verzichtet werden, da die technische Lösung der Stützwand einen Mindestfreibord zwischen Böschungsoberkante hinter der Stützwand und Stützwandoberkante von 1 m aufweist und somit ausreichend Rückhaltevolumen als Geröllfang vorhanden ist.

## 5.2 Bauzustand

Für den Bauzustand gibt [1], dort in Abschnitt 8, Böschungsneigungen gemäß DIN 4124 für unterschiedliche Bodenarten bis zu einer Böschungshöhe von 5 m an. Aus der derzeitigen Vorplanung (siehe Abb. 1) ergeben sich im höchsten Bereich der Stützwand Böschungshöhen  $> 5$  m. Geplant ist eine Ausführung der Baugrubenböschungen unter  $\beta \approx 60^\circ$ .

Aus den Baggerschürfen entlang der bergseitigen Böschung hinter der geplanten Stützwand wird ersichtlich, dass der Sandsteinhorizont i.d.R. in Tiefen  $\geq 1$  m unterhalb der Böschungsoberfläche ansteht.

Für das Anlegen der Baugrubenböschung unter  $\beta \leq 60^\circ$  besteht aus geotechnischer Sicht auch bei Baugrubenhöhen  $\geq 5$  m dann eine ausreichende Standsicherheit, wenn der oberen Meter in den Lockergesteinsdeckschichten unter  $45^\circ$  ausgerundet wird.

Hinsichtlich dem Witterungsschutz der Böschungsoberflächen während der Bauzeit bleiben die weiteren Angaben in [1] unberührt.

**WPW GEO.INGENIEURE GmbH**

Anlagen:

0. Legende
1. Übersichtslageplan, Lageplan, Schnitt 1-1
2. Querprofile
3. Bescheinigung Kampfmittelfreigabe

WPW GEO.INGENIEURE GmbH

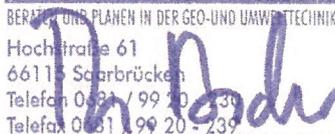
BERATEN UND PLANEN IN DER GEO- UND UMWELTECHNIK

Hochstraße 61

66111 Saarbrücken

Telefon 0631 9920-230

Telefax 0631 9920-239

  
Dr.-Ing. Th. Becker

(Geschäftsführer)

gez.

M. Sc. J. Heilbrunn

(Projektbearbeiter)

## LEGENDE

ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

### UNTERSUCHUNGSSTELLEN

■	SCH	Schurf
●	BK	Bohrung mit durchgehender Kerngewinnung
●	BS	Kleinbohrung
○	GWM	Grundwassermeßstelle
×	DPL-5	Leichte Rammsonde DIN 4094 (Spitzenquerschnitt 5 cm <sup>2</sup> )
×	DPM-A	Mittelschwere Rammsonde DIN 4094 (Spitzenquerschnitt 10 cm <sup>2</sup> )
×	DPL	Leichte Rammsonde DIN ISO 22476-2
×	DPM	Mittelwere Rammsonde DIN ISO 22476-2
×	DPH	Schwere Rammsonde DIN ISO 22476-2

### BODENARTEN

		DIN EN ISO 14688-1			
Auffüllung		A			
Blöcke	mit Blöcken	Y y	Bo bo		
Geschiebemergel	mergelig	Mg me			
Kies	kiesig	G g	Gr gr		
Mudde	organisch	F o			
Sand	sandig	S s	Sa sa		
Schluff	schluffig	U u	Si si		
Steine	steinig	X x	Co co		
Ton	tonig	T t	Cl cl		
Torf	humos	H h			

### KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

### KONSISTENZ

brg		breiig
wch		weich
stf		steif
hfst		halbfest
fst		fest
loc		locker
mdch		mitteldicht
dch		dicht
fstg		fest gelagert

### HÄRTE

h	hart
mh	mittelhart
gh	geringhart
brü	brüchig
mü	mürbe

### SCHICHTUNG

ma	massig	pl	plattig
b	blattig	dipl	dickplattig
diba	dickbankig	dpl	dünnplattig
dba	dünnbankig	bl	blättrig

BODENGRUPPE nach DIN 18196: z.B. = leicht plastische Schluffe

BODENKLASSE nach DIN 18300: z.B. = Klasse 4

### RAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094

	leicht	mittelschwer	schwer
Spitzendurchmesser	3.57 cm	3.56 cm	4.37 cm
Spitzenquerschnitt	5.00 cm <sup>2</sup>	10.00 cm <sup>2</sup>	15.00 cm <sup>2</sup>
Gestängedurchmesser	2.20 cm	2.20 cm	3.20 cm
Rammbürgewicht	10.00 kg	30.00 kg	50.00 kg
Fallhöhe	50.00 cm	20.00 cm	50.00 cm

### PROBENENTNAHME UND GRUNDWASSER

	Grundwasser angetroffen
	Grundwasser nach Beendigung des Aufschlusses
	Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch
	Schichtwasser angetroffen
	Sonderprobe
	Bohrkern
k.GW.	kein Grundwasser

### FELSARTEN

Fels, allgemein	Z	
Fels, verwittert	Zv	
Granit	Gr	
Kalkstein	Kst	
Kongl., Brekzie	Gst	
Mergelstein	Mst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	

### NEBENANTEILE

'	schwach (< 15 %)
-	stark (> 30 %)

### FEUCHTIGKEIT

f'	trocken
f'	schwach feucht
f	feucht
f	stark feucht
f	naß

### KLÜFTUNG

klü		klüftig
klü		stark klüftig
klü		sehr stark klüftig

### ZERFALL

gstü	grobstückig
st	stückig
klstü	kleinstückig
gr	grusig

### VERWITTERUNG

vo	unverwittert
v'	schwach verwittert
v	verwittert
v	stark verwittert
z	zersetzt

### BOHRVERFAHREN

	Einfachkernrohr
	Doppelkernrohr DKH
	Doppelkernrohr DKD
	Verrohrung

### RAMMDIAGRAMM

