

Große Kreisstadt Mittweida – Sachgebiet Tiefbau und Verkehr
Hochwasserschäden 2013
Ersatzneubau Straße am Buchenberg Mittweida
Ident-Nr.: 6651

# Feststellungsentwurf

## - Fachplanung Hangsicherung -

<p>aufgestellt: Stadtverwaltung Mittweida Fachbereich Bau und Ordnung</p> <p style="text-align: right;">Killisch Fachbereichsleiter</p> <p>Mittweida, den 15.03.2021</p>	<p>genehmigt:</p>

VERFASSER:



**DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH**  
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Planung

16-  
022\_EB02\_Feststellungsentwurf\_Rev  
0-2021.docx

BAUWERK:

Hangsicherung  
Feststellungsentwurf

DATUM:

Februar 21

# Erläuterungsbericht zum Feststellungsentwurf

Revision 0

**Projekt** : Ersatzneubau Straße Am Buchenberg  
Mittweida OT Ringethal

**Bauwerk** : Hangsicherung  
Feststellungsentwurf

**Bauherr** : Stadt Mittweida  
Fachbereich Bau und Ordnung  
Rochlitzer Straße 3  
09648 Mittweida

**Auftraggeber** : Stadt Mittweida  
Fachbereich Bau und Ordnung  
Rochlitzer Straße 3  
09648 Mittweida

**Aufsteller** : DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH  
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Planung

Die vorliegende Planung umfasst 16 Seiten und 7 Anlagenkomplexe.

BAUTEIL: Hangsicherung  
BLOCK: Feststellungsentwurf  
VORGANG: Kopfblatt

SEITE: 1 von 16

ARCHIV-NR.:  
16-022

VERFASSER:



**DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH**  
 Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Planung

16-  
 022\_EB02\_Feststellungsentwurf\_Rev  
 0-2021.docx

BAUWERK: Hangsicherung  
 Feststellungsentwurf

DATUM:  
 Februar 21

**REVISIONSVERZEICHNIS**

Revision	Bemerkung / Änderung	Bearbeitet	Geprüft	Datum
0	Erstellung Genehmigungsplanung	kö	Kö	17.12.2020
c				
d				
e				

BAUTEIL: Hangsicherung  
 BLOCK: Feststellungsentwurf  
 VORGANG: Revisionsverzeichnis


SEITE: 2 von 16

ARCHIV-NR.:  
 16-022


## INHALTSVERZEICHNIS


<b>ANLAGENVERZEICHNIS</b> .....	<b>4</b>
<b>UNTERLAGENVERZEICHNIS</b> .....	<b>4</b>
<b>1 ALLGEMEINES, GRUNDLAGEN DER PLANUNG</b> .....	<b>7</b>
<b>2 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER SITUATION</b> .....	<b>7</b>
2.1 <i>Lage und Morphologie</i> .....	7
2.2 <i>Vorangegangene Ereignisse</i> .....	8
<b>3 INGENIEURGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE</b> .....	<b>8</b>
<b>4 NATURSCHUTZRECHTLICHE BELANGE</b> .....	<b>8</b>
<b>5 BESCHREIBUNG DER VORGESEHENEN KONSTRUKTIONEN</b> .....	<b>9</b>
5.1 <i>Steinschlagschutzzäune</i> .....	10
5.2 <i>Steherzäune</i> .....	13
<b>6 GRUNDLAGEN DER STATISCHEN BERECHNUNG</b> .....	<b>13</b>
6.1 <i>Allgemeines</i> .....	13
6.1.1 <i>Charakteristische Baugrund- und felsmechanische Kennwerte</i> .....	13
6.1.2 <i>Lastannahmen und Lastfälle</i> .....	14
6.1.3 <i>Berechnungsquerschnitte</i> .....	14
6.2 <i>Nachweisführung</i> .....	14
6.2.1 <i>Allgemein</i> .....	14
6.2.2 <i>Steinschlagsimulation</i> .....	14
<b>7 ERGEBNISSE</b> .....	<b>15</b>
<b>8 FLÄCHENBEDARF</b> .....	<b>15</b>
<b>9 KOSTENSCHÄTZUNG</b> .....	<b>16</b>



VERFASSER:	 <b>DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH</b> <small>Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Planung</small>	16- 022_EB02_Feststellungsentwurf_Rev 0-2021.docx
BAUWERK:	Hangsicherung Feststellungsentwurf	DATUM: Februar 21
<b>ANLAGENVERZEICHNIS</b>		
A 1	Plandarstellung	
A1.1	Lageplan	
A1.2	Ansicht und Schnitte	
A 2	Steinschlagschutzzäune - Statische Nachweise	
A2.1	Querprofil QP 3 - Steinschlagsimulation (7 Seiten)	
A2.2	Querprofil QP 10 - Steinschlagsimulation (8 Seiten)	
A2.3	Nachweise der Verankerungen (4 Seiten)	
<b>UNTERLAGENVERZEICHNIS</b>		
<i>Arbeitsunterlagen:</i>		
U 1	Mittweida OT Ringethal – ENB Straße „Am Buchenberg“: Baugrund- / abfalltechnische Untersuchung, GeoService Glauchau, Glauchau, 24.04.2015	
U 2	Hochwasserschäden 2013 – Ersatzneubau Straße „Am Buchenberg“, Mittweida OT Ringethal: Feststellungsentwurf – Erläuterungsbericht, Uhlig & Wehling Beratende Ingenieure, Mittweida, April 2016	
U 3	Hochwasserschäden 2013 – Ersatzneubau Straße „Am Buchenberg“, Mittweida OT Ringethal: Feststellungsentwurf – Lageplan, Unterlage 5 Blatt-Nr. 1, Uhlig & Wehling Beratende Ingenieure, Mittweida, April 2016	
U 4	Hochwasserschäden 2013 – Ersatzneubau Straße „Am Buchenberg“, Mittweida OT Ringethal: Feststellungsentwurf – Regelquerschnitt, Unterlage 14 Blatt-Nr. 1, Uhlig & Wehling Beratende Ingenieure, Mittweida, April 2016	
U 5	Hochwasserschäden 2013 – Ersatzneubau Straße „Am Buchenberg“, Mittweida OT Ringethal: Feststellungsentwurf – Bauwerksentwurf, Unterlage 15 Blatt-Nr. 1, Uhlig & Wehling Beratende Ingenieure, Mittweida, April 2016	
U 6	Hochwasserschäden 2013 „Am Buchenberg“ in Ringethal: Übersichtsplan, make_int Vermessungsgesellschaft, Hohenstein-Ernstthal, April 2014	
U 7	Hochwasserschäden 2013 „Am Buchenberg“ in Ringethal: Grundplan – Leitungen im Grundriss, make_int Vermessungsgesellschaft, Hohenstein-Ernstthal, April 2014	
U 8	Hochwasserschäden 2013 „Am Buchenberg“ in Ringethal: Grundplan – Höhe im Grundriss, make_int Vermessungsgesellschaft, Hohenstein-Ernstthal, April 2014	
U 9	Hochwasserschäden 2013 „Am Buchenberg“ in Ringethal: Grundplan – Kataster im Grundriss, make_int Vermessungsgesellschaft, Hohenstein-Ernstthal, April 2014	
U 10	Laserscan des untersuchten Hangbereiches, Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen, Dresden	
U 11	Straße Am Buchenberg, Mittweida: Feldaufzeichnungen der ingenieurgeologischen Erkundung, DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH, Weimar, Juni 2016	
U 12	Straße Am Buchenberg, Mittweida: örtliche Vermessung des untersuchten Hangbereiches im Zuge der Erkundung, Vermessungsbüro Mehnert, Freiberg, Stand: Juli 2016	
U 13	Straße Am Buchenberg, Mittweida: Digitales Geländemodell erzeugt aus den Laserscans des untersuchten Hanges (U 10), Vermessungsbüro Mehnert, Freiberg, Stand: Juli 2016	
BAUTEIL:	Hangsicherung	ARCHIV-NR.:
BLOCK:	Feststellungsentwurf	16-022
VORGANG:	Unterlagenverzeichnis	SEITE: 4 von 16



VERFASSER:	 <b>DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH</b> Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Planung	16- 022_EB02_Feststellungsentwurf_Rev 0-2021.docx
BAUWERK:	<b>Hangsicherung</b> <b>Feststellungsentwurf</b>	DATUM: <b>Februar 21</b>
<p>U 14 Straße Am Buchenberg, Mittweida: Querprofile erzeugt aus den Laserscans des untersuchten Hanges (U 10), Vermessungsbüro Mehnert, Freiberg, Stand: Juli 2015</p> <p>U 15 Straße „Am Buchenberg“ – Hangsicherung: Ingenieurgeologische Untersuchung der Steinschlag- und Felssturzgefährdung – Geotechnischer Bericht; DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH, 25.08.2016</p> <p>U 16 Straße „Am Buchenberg“ – Hangsicherung: Genehmigungsplanung Rev. 0; DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH, 29.9.2017</p> <p>U 17 Straße „Am Buchenberg“ – Hangsicherung: Genehmigungsplanung Rev. A; DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH, 28.8.2018</p> <p>U 18 Straße Am Buchenberg, Mittweida: örtliche Vermessung des untersuchten Hangbereiches im Zuge der ergänzenden Erkundung 2020, Vermessungsbüro Mehnert, Freiberg, Stand: 07.09.2020</p> <p>U 19 Straße „Am Buchenberg“ – Hangsicherung;; DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH, Fortschreibung technische Lösung: Niederschrift Ortstermin 3.9.2020; vom 18.9.2020</p> <p>U 20 Straße „Am Buchenberg“ – Hangsicherung;; DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH, Fortschreibung technische Lösung: Niederschrift Ortstermin 9.9.2020; vom 24.9.2020</p>		
<p><i>Vorschriften, Richtlinien, Merkblätter und Empfehlungen:</i></p>		
<p>IV-1/ DIN EN 1990:2010-12 Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung</p> <p>IV-2/ DIN EN 1990/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter; Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung</p> <p>IV-3/ DIN EN 1990/NA/A1:2012-08 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter; Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Änderung A1</p> <p>IV-4/ DIN EN 1991-1-1:2010-12 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau</p> <p>IV-5/ DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter; Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau</p> <p>IV-6/ DIN EN 1991-1-1/NA/A1:2015-05 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter; Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Änderung A1</p> <p>IV-7/ DIN EN 1992-1-1:2011-01 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken- Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992</p> <p>IV-8/ DIN EN 1992-1-1/A1:2015-03 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken- Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992; Änderung A1</p> <p>IV-9/ DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerkern – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau</p> <p>IV-10/ DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerkern – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Änderung A1</p>		
BAUTEIL: BLOCK: VORGANG:	Hangsicherung Feststellungsentwurf Unterlagenverzeichnis	ARCHIV-NR.: SEITE: 5 von 16 16-022

VERFASSER:	 <b>DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH</b> Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Planung	16- 022_EB02_Feststellungsentwurf_Rev 0-2021.docx
BAUWERK:	Hangsicherung Feststellungsentwurf	DATUM: Februar 21
<p>           /V-11/ DIN EN 1993-1-1:2010-12 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau            /V-12/ DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau; Änderung A1            /V-13/ DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter; Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau            /V-14/ DIN EN 1997-1:2010-12 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik- Teil 1: Allgemeine Regeln            /V-15/ DIN EN 1997-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik- Teil 1: Allgemeine Regeln            /V-16/ DIN 1054:2010-12 Baugrund: Sicherheitsnachweise im Erd- u. Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1            /V-17/ DIN EN 1998-1:2010-12 Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten            /V-18/ DIN EN 1998-1/A1:2013-05 Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten            /V-19/ DIN EN 1998-1/NA:2011-01 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten            /V-20/ DIN EN 14199:2012-01: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)            /V-21/ DIN SPEC 18539: 2012-02: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 14199            /V-22/ Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“- EA- Pfähle, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 2007            /V-23/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV, Hrsg.): M Fels – Merkblatt über das Bauen mit und im Fels, Ausgabe 2015         </p>		
<i>Verwendete Software:</i>		
U 21	Programm RocPlane, Version 3.003, Rocscience Inc., Toronto Ontario (Kanada)	
U 22	Programm Rocfall, Version 5.013, Rocscience Inc., Toronto Ontario (Kanada)	
BAUTEIL:	Hangsicherung	ARCHIV-NR.:
BLOCK:	Feststellungsentwurf	16-022
VORGANG:	Unterlagenverzeichnis	SEITE: 6 von 16



VERFASSER:	 <b>DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH</b> <small>Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Planung</small>	16- 022_EB02_Feststellungsentwurf_Rev 0-2021.docx
BAUWERK:	Hangsicherung Feststellungsentwurf	DATUM: Februar 21
<p><b>1 ALLGEMEINES, GRUNDLAGEN DER PLANUNG</b></p> <p>Das Vorhaben umfasst den Wiederaufbau der Straße Am Buchenberg in Mittweida im Ortsteil Ringethal als Folge der Hochwasserschäden 2013.</p> <p>Träger der Straßenbaulast und Vorhabensträger der Baumaßnahme ist die Große Kreis- und Hochschulstadt Mittweida.</p> <p>Die Straße zweigt von der Kreisstraße K 8212 ab und verläuft entlang des Flusses Zschopau zur Wochenend- und Ferienhaussiedlung Am Buchenberg und hat somit die Bedeutung einer Erschließungsstraße. Die im Planungsbereich anbaufreie Straße ist aufgrund ihrer Verkehrsbedeutung öffentlich gewidmet und im Bestandsverzeichnis mit Einführung des Sächsischen Straßengesetztes 1993 als Ortsstraße eingetragen. Es gibt keine Beschränkungen des Gemeingebrauchs. Planungsbereich sowie die zu erschließende Wochenend- und Ferienhaussiedlung liegen bauplanungsrechtlich im Außenbereich.</p> <p>Der Wiederaufbau der Straße sichert die einzige für das Rettungswesen und den Katastrophenschutz sowie für Ver- und Entsorgungsfahrzeuge dauerhaft geeignete befahrbare Zuwegung zu den historische gewachsenen Siedlungs- und Naherholungsstrukturen im Oberlauf der Talsperre Kriebstein. Die dauerhafte Gewährleistung der Verkehrssicherheit erfordert Sicherungsmaßnahmen gegenüber herabstürzenden Steinen aus den im gesamten Planungsabschnitt angrenzenden Felshang.</p> <p>Da sich die Wochenend- und Ferienhaussiedlung über die Talau und den Hängen der starkgewundenen und in die Landschaft eng eingeschnitten Zschopau erstreckt, sind alternative Zuwegungen nicht mit geringeren Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft realisierbar.</p> <p>Um den umweltrechtlichen Belangen gerecht zu werden, ist die Ausdehnung des Straßenkörpers in Abwägung der verkehrlichen Nutzungsansprüche auf ein Minimum reduziert. Das straßenbauliche Regelwerk ordnet sich dem Ziel der Eingriffsminimierung gegenüber Natur und Landschaft unter, indem die Fahrbahnbreite faktisch auf einen Fahrstreifen reduziert und die wechselseitige Befahrbarkeit mittels einer kurzen Ausweichstelle in Mitte des Planungsabschnittes abgesichert wird. Vernetzungen der Felsformationen kommen nur zum Einsatz, wo alternative Sicherungsmethoden nicht möglich sind.</p> <p>Die nachhaltige Beseitigung der 2013 entstandenen Hochwasserschäden an der bestehenden Straße und die damit verbundene Verkehrssicherungspflicht sind von überwiegend öffentlichen Interesse.</p> <p>Das Vorhaben hat keinen Einfluss auf die zukünftige Straßennetzgestaltung hinsichtlich Öffentlichkeit und Benutzung.</p> <p><b>2 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER SITUATION</b></p> <p><b>2.1 Lage und Morphologie</b></p> <p>Der relevante Hangbereich liegt im Ortsteil Ringethal nördlich der Großen Kreisstadt Mittweida unmittelbar entlang der Zschopau. Der westlich der Zschopau gelegene, teilweise sehr steile und mit offenen Felsbildungen durchsetzte Prallhangbereich wird im Dammfußbereich durch die Straße "Am Buchenberg" unterbrochen. Der zu sichernde Hangbereich beginnt am Abzweig der Straße „Am Buchenberg“ von der K 8212 und endet mit Beginn der Feriensiedlung.</p> <p>Die Morphologie des Hangbereiches ist durch folgende Kriterien gekennzeichnet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Länge rund 350 m bei einer Böschungshöhe zwischen 25 m und 50 m</li> <li>- Generaleinfallrichtung der Böschung nach Osten</li> <li>- Hangneigung zwischen 20° und 60° im Lockergestein und 75° bis 90° im Festgestein</li> </ul>		
BAUTEIL:	Hangsicherung	ARCHIV-NR.:
BLOCK:	Feststellungsentwurf	16-022
VORGANG:	Erläuterungsbericht	SEITE: 7 von 16



BAUWERK: **Hangsicherung**  
**Feststellungsentwurf**

 DATUM:  
**Februar 21**

- eingeschaltete, steile bis senkrechte, lokal überhängende Felsstufe mit Höhen zwischen 5 m und 25 m
- Großbaumbewuchs mit Unterwuchs aus Gehölzjungaufwuchs und Stauden im unteren Hangbereich neben Straße und hangaufwärts lichter werdender Baumbestand

Eine detaillierte Beschreibung der Morphologie enthält U 15.

## 2.2 Vorangegangene Ereignisse

Neben dem Hochwasserschaden an der Straße "Am Buchenberg" und den talseitigen Stützbauwerken aus dem Jahr 2013, sind immer wieder Abgänge von Felsmaterial und Steinschlagereignisse aufgetreten, welche durch abgelagerte Steine und Blöcke im Bereich der Straße bzw. hangseitig neben der Straße erkennbar sind.

## 3 INGENIEURGEOLOGISCHE VERHÄLTNISS

Der zu sichernde Hang ist als Teil der variszischen Gebirgsbildung im Zeitalter des Karbons entstanden und ist geprägt durch die Gesteine des Granulites, welche durch tertiäre Hangsedimente überlagert werden. Markant sind über die gesamte Baustrecke im oberen Hangbereich steile unbedeckte Felswände aus Granuliten, die das „Liefergebiet“ der natürlichen Steinschlaggefahren sind. In den unteren Hangbereichen überdecken quartäre Bodenbildungen das Festgestein.

Die Baugrundverhältnisse sind durch folgende Schichtkomplexe gekennzeichnet:

- Schicht 1: Hanglehm / Hangschutt  
sandig bis stark sandiger, schluffiger Kies bis sandig bis stark, sandiger, kiesiger Schluff, lokal mit Blöcken und Steinen durchsetzt
- Schicht 2: Granulit, entfestigt bis verwittert  
vollständig verwittert als stark sandiger, schluffiger Kies als auch als Blockschutt in Form von Steinen und Blöcken in bindiger Matrix aus Schluff und Ton mit wechselndem Sandanteil
- Schicht 3: Granulit, angewittert bis unverwittert  
sehr engständig bis sehr weitständig, dunkelgraues bis rötlichbraunes Festgestein mit mäßiger bis sehr hoher Festigkeit

Die Felswände und der Hangfuß sind grundwasserfrei; aufgrund der vorhandenen Kluffstrukturen kann im zeitlichen Zusammenhang mit Niederschlagsereignissen untergeordnet Kluff- bzw. Schichtwasser auftreten. Dafür sind aber keine Wasserableitungsmaßnahmen vorzusehen.

Eine detaillierte Beschreibung der Baugrundverhältnisse enthält U 15, auf welche an dieser Stelle verwiesen wird.

## 4 NATURSCHUTZRECHTLICHE BELANGE

Der Hang- und Talbereich liegt im FFH-Gebiet "Zschopautal" sowie im Landschaftsschutzgebiet "Talsperre Kriebstein".

Die aktuelle Planungsvariante sieht Steinschlagschutzzäune vor, die nur im unteren Hangbereich im Abstand von ca. 5...10m von der Straße entfernt angeordnet werden. Für die Trassen der Fangzäune sind keine oder nur wenige Baumfällungen erforderlich, da hier die Linienführung der Zäune entsprechend angepasst um bzw. durch den vorhandenen Baumbestand geführt wird. In Teilflächen ist bauzeitlich der Rückschnitt von Sträuchern, Hecken und kleinen Bäumen im Bereich der Zaustrasse erforderlich.

 BAUTEIL: Hangsicherung  
 BLOCK: Feststellungsentwurf  
 VORGANG: Erläuterungsbericht

SEITE: 8 von 16

 ARCHIV-NR.:  
 16-022



VERFASSER:	 <b>DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH</b> <small>Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Planung</small>	16- 022_EB02_Feststellungsentwurf_Rev 0-2021.docx
BAUWERK:	<b>Hangsicherung</b> <b>Feststellungsentwurf</b>	DATUM: <b>Februar 21</b>
<p>Die Bauarbeiten können von der Straße aus mit entsprechenden Bohrgeräten mit ausreichender Auslegung ausgeführt werden; dadurch ist das Befahren des Hangfußes praktisch nicht erforderlich. Im Bereich der Zaurtrassen muss Baufreiheit für die Bewegung des Baupersonals geschaffen werden.</p> <p>Der maßgebende <b>Eingriff in den Hang</b> betrifft das bauzeitliche Freimachen der Zaurtrasse. Dafür sind Streifen von ca. 2m Breite beidseitig der Achse vorzusehen.</p> <p>Für den Einbau der rückseitigen Verankerungen in Felswänden und/oder im Hang sind jeweils Zuwegungen für das Baupersonal von ca. 2m Breite vorzusehen. Die von der Bauart her deutlich kleineren <b>Steherzäune</b> benötigen eine Freimachung auf ca. 3m Breite, wobei hier die Zugänge zu den Verankerungen schon inbegriffen sind.</p> <p>Der Einsatz von Steinschlagschutzzäunen bedeutet einen flächenmäßig geringen <b>Eingriff in das Landschaftsbild</b>.</p> <p>Der Steinschlagschutzzaun ist ein flächenhaftes Bauwerk aus Stahlstützen und Geflechtem, welches stehend im Hang mit Höhen von ca. 3...4 m bzw. im Falle der Steherzäune bis 1,5m Höhe errichtet wird. Die Stützen und Geflechte bedecken keine Felswände, sondern bleiben während der gesamten Nutzungsdauer frei stehend.</p> <p>Steinschlagschutzzäune, die am Rand der Straße im Hangfuß errichtet werden, sind dauerhaft sichtbar. Sie werden durch aufgehenden Bewuchs, vor allem Bäume und höhere Sträucher allerdings teilweise bedeckt/verborgen.</p> <p>Die markante Farbwirkung der nach Fertigstellung noch deutlich sichtbaren Verzinkung der Bauteile geht allmählich verloren und wird infolge einer Überlagerung mit Staub von einer dem Geotop ähnlichen, ortstypischen Boden/Fels-Farbgebund abgelöst.</p> <p><b>Unterhaltung</b></p> <p>Bei Steinschlagschutzzäunen wird aus den Wänden oberhalb der Sicherungskonstruktionen abgehendes Felsmaterial hinter dem Geflecht zurückgehalten. Im Rahmen der Unterhaltung sind daher nur seltene Beraubungen erforderlich, die sich auf punktuelle Eingriffe in den Hangfuß begrenzen. Auch im Gebrauchsfall, wenn der SSZ wegen relevanter Einschläge in Teilabschnitten repariert werden muss, begrenzen sich die Eingriffe in die Natur nur auf den schmalen Streifen zwischen Straße und der Zaurtrasse.</p> <p><b>5 BESCHREIBUNG DER VORGESEHENEN KONSTRUKTIONEN</b></p> <p>Die Bauwerke sind im Bauwerksplan in der Anlage 1 dargestellt.</p> <p>Die Sicherungsmaßnahmen bestehen angepasst an die Morphologie am Hangfuß ausschließlich aus Steinschlagschutzzäunen SSZ. Die Achse der Zäune wurde so festgelegt, dass sie weitgehend in Böschungsf lächen verlaufen, wo wenig Bewuchs vorhanden ist.</p> <p>Im nördlichen Abschnitt der Bautrasse, wo Fels in relativ großer Höhe ansteht, wurde ein kurzer Steinschlagschutzzaun (in Anlage 1 als Steinschlagschutzzaun Nr. 4 gekennzeichnet) vorgesehen.</p> <p>Weiterhin wurde zur Vermeidung von Beräumungsarbeiten am nördlichen Rand in zwei Abschnitten sogenannte <b>Steher-Zäune</b> vorgesehen. Diese Steher-Zäune sind für Energieaufnahmen bis ca. 60 kJ ausgelegt. Sie sind an dieser Stelle relativ einfach und kostengünstig zu errichten und auch mit wenig Aufwand/kostengünstig zu unterhalten. Sie werden konstruktiv bemessen/ausgewählt und erfüllen die Funktion eines SSZ für Bereiche mit kleineren Einwirkungen, vor allem auch in Bereichen, die durch den vorhandenen Waldbestand einen zusätzlichen Schutz vor abgehendem Material erhalten.</p>		
BAUTEIL: BLOCK: VORGANG:	Hangsicherung Feststellungsentwurf Erläuterungsbericht	ARCHIV-NR.: SEITE: 9 von 16 16-022



### 5.1 Steinschlagschutzzäune

Grundsätzlich bestehen die Sicherungssysteme der Steinschlagschutzzäune aus folgenden Komponenten (siehe Abb. 1+2):

- Fangnetz
- Stahlstützen als Tragkonstruktion des Netzes
- Randseile mit Seilbremsen zum Aufspannen der Fangnetze
- seitliche und rückwärtige Verankerung des Netzes bzw. der Stützen
- aufnehmbare Einschlagenergie 500-1000 kJ
- Höhe 3,5 m bzw. 4,0 m
- Kleinverpresspfähle L=3m, für die Verankerung der Stützen

Der Prinzip-Schnitt für einen Steinschlagschutzzaun ist in Abb. 1 dargestellt.

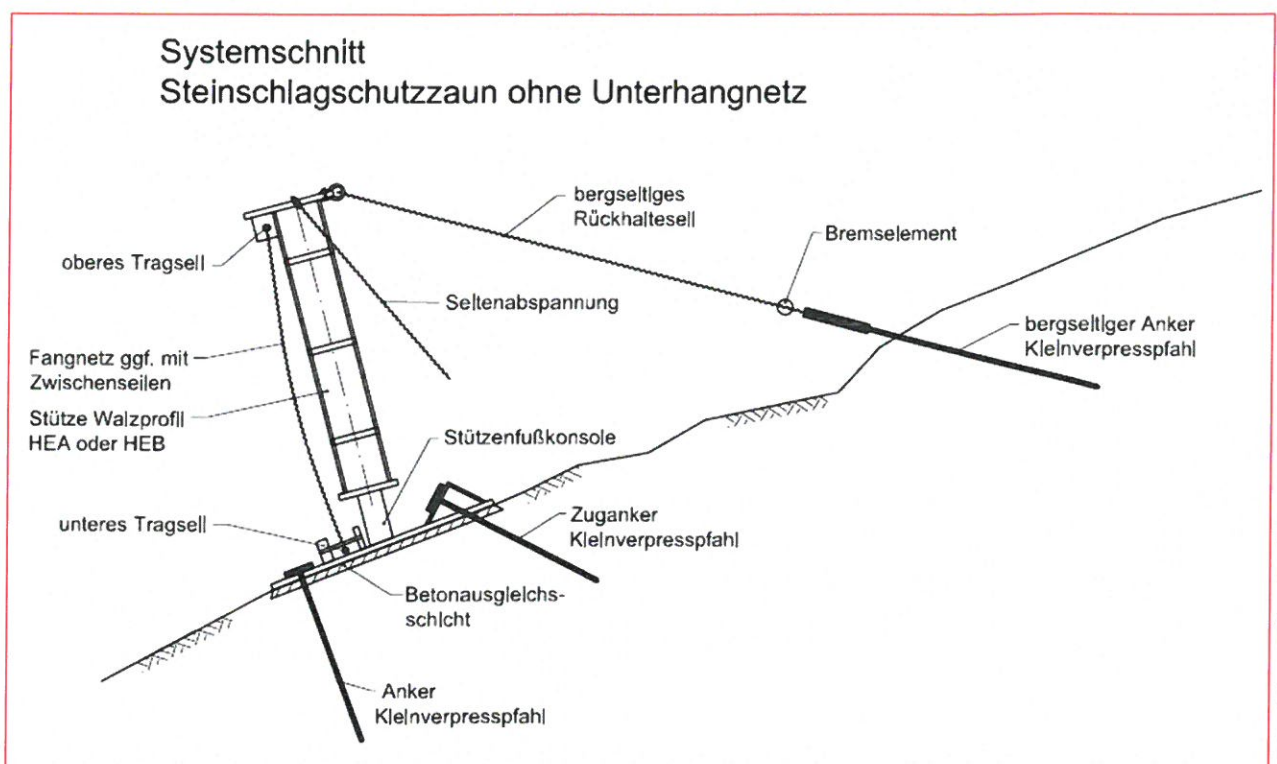


Abbildung 1: Prinzip-Schnitt Steinschlagschutzzaun

Die Abb. 2 bis 4 zeigen Beispiele von Baumaßnahmen von SSZ, Bilder 5 + 6 zeigen Beispiele für Steherzäune.

Die konkrete Ausbildung der einzelnen Zaunkomponenten ist abhängig vom Hersteller. Die Planung ermittelt die Dimension aller Komponenten: definiert die maßgebende Energieaufnahme und die Höhe des Zauns und legt die Zauntrasse fest. Die endgültige Festlegung erfolgt dann durch den AN in der Werkplanung.



VERFASSER:



**DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH**  
Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Planung

16-  
022\_EB02\_Feststellungsentwurf\_Rev  
0-2021.docx

BAUWERK:

**Hangsicherung  
Feststellungsentwurf**

DATUM:

**Februar 21**



Abbildung 2: Beispiel

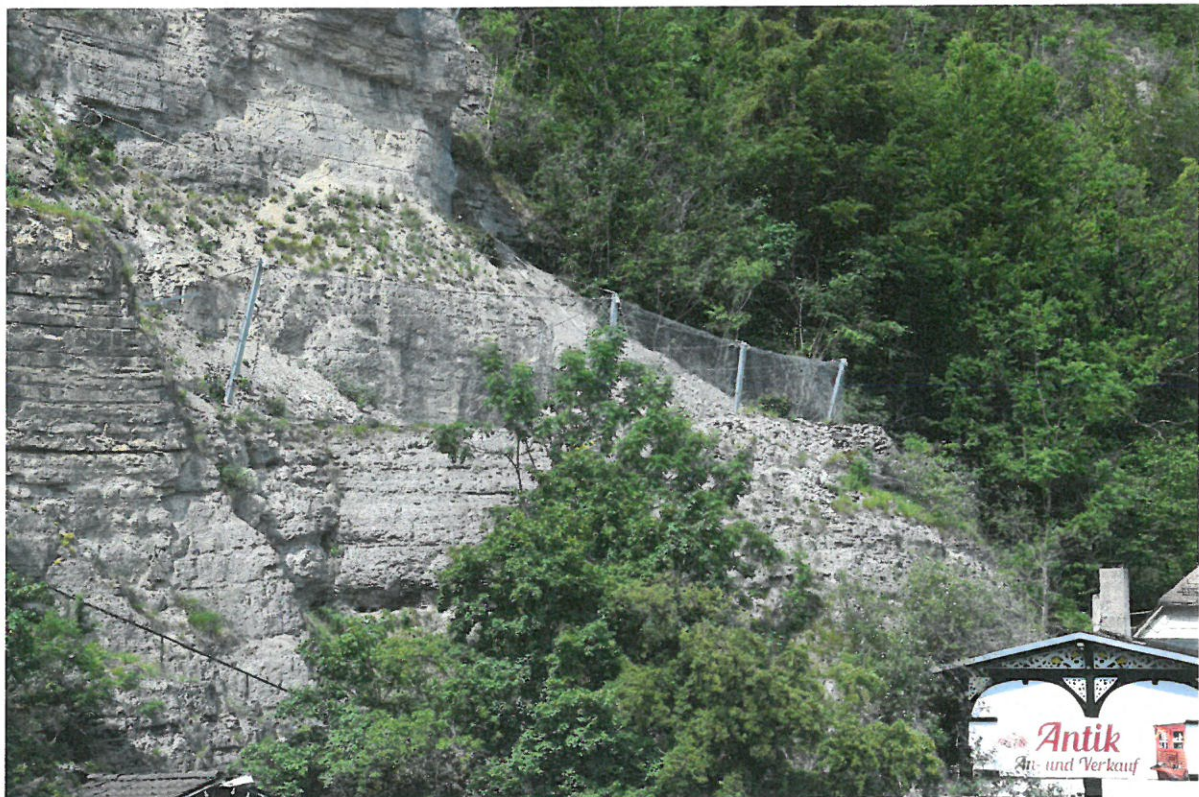


Abbildung 2+3:

Steinschlagschutzzaun (Typ Geobrug GBE 1000A; H=3m; 1000 KJ) seitliche Ansicht und Ansicht von der Talseite ; frei stehende Felsformation

BAUTEIL:

**Hangsicherung**

BLOCK:

**Feststellungsentwurf**

VORGANG:

**Erläuterungsbericht**

SEITE: 11 von 16

ARCHIV-NR.:

**16-022**





Abbildung 4 : Einbau Steinschlagschutzzaun am Hangfuß in Waldbestand

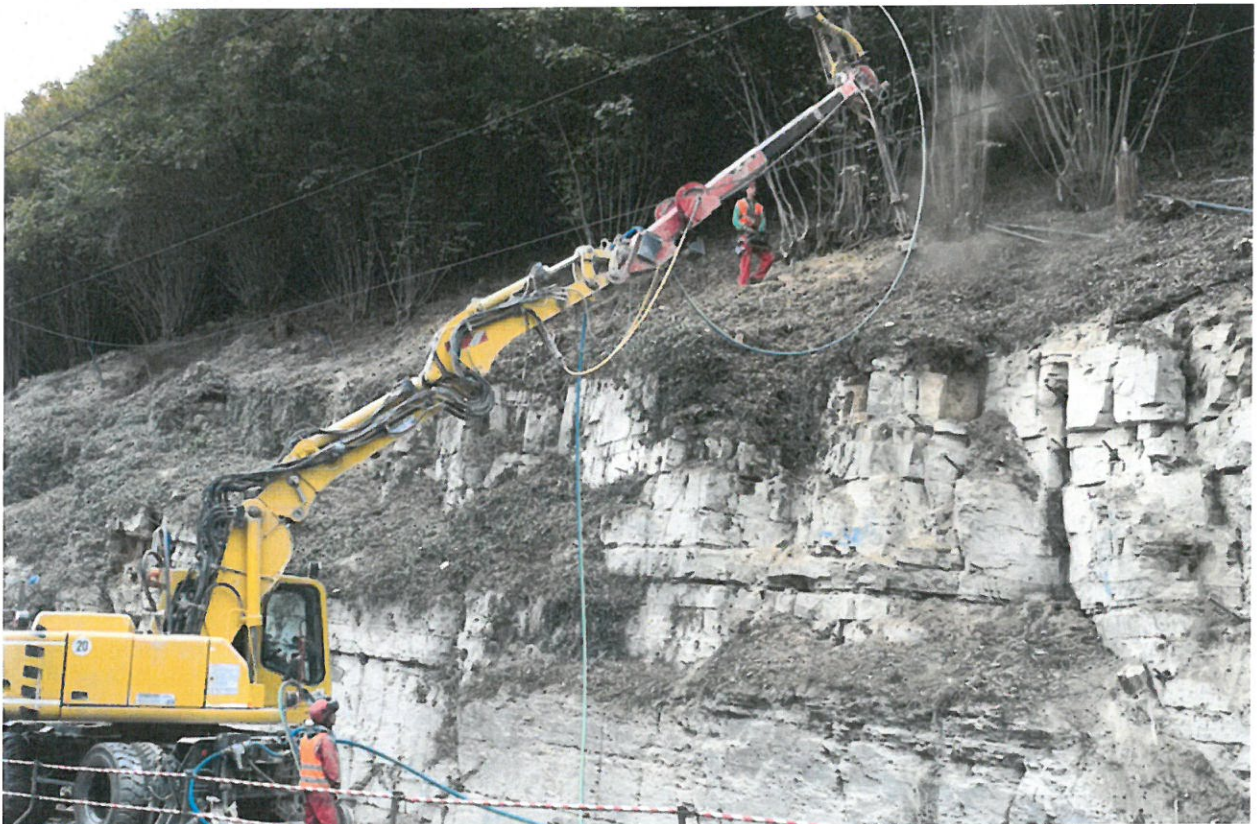


Abbildung 5: Einbausituation Steherzaun oberhalb Felswand (Situation analog für den Einbau der Stützen der SSZ)



## 5.2 Steherzäune



Abbildung 6: Beispiel eines Steher-Zauns am Waldrand

## 6 GRUNDLAGEN DER STATISCHEN BERECHNUNG

### 6.1 Allgemeines

#### 6.1.1 Charakteristische Baugrund- und felsmechanische Kennwerte


In den Berechnungen wurden folgenden charakteristischen Boden- und Felskennwerte gemäß U 15 berücksichtigt.

Tabelle 1 Charakteristische Boden- und Felskennwerte

N r.	Bodenschicht	Wichte $\gamma_k / \gamma_{k'}$	Reibungs- winkel $\varphi_{k'}$	Kohäsion $c_{k'}$	Grenzmantel- reibung $\tau_{\text{grenz,k}}$
	Bezeichnung	[ kN/m <sup>3</sup> ]	[ ° ]	[ kN/m <sup>2</sup> ]	[ kN/m <sup>2</sup> ]
1	Hanglehm/ Hangschutt	20 / 11	30 – 32,5	2	125
2	Granulit, entfestigt bis verwittert <sup>1)</sup>	24 / 14	35 (30)		300
3	Granulit, angewittert bis unverwittert <sup>1)</sup>	27 / 17	38 (32,5)	15 ( - )	450

<sup>1)</sup> Angabe in Klammern als charakteristische Kennwerte für die Trennflächen



VERFASSER:	 <b>DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH</b> Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Planung	16- 022_EB02_Feststellungsentwurf_Rev 0-2021.docx
BAUWERK:	<b>Hangsicherung</b> <b>Feststellungsentwurf</b>	DATUM:  <b>Februar 21</b>
<p><b>6.1.2 Lastannahmen und Lastfälle</b></p> <p>Generell wurden in den statischen Nachweisen folgende ständige Lasten berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einwirkungen aus Eigengewicht über die in Tabelle 1 angegebenen Wichten mittels programminterner Eingabe</li> <li>- Erddruck aus Eigengewicht unter der Berücksichtigung der in Tabelle 1 angegebenen Kennwerte nach DIN 4085</li> <li>- Wasserdruck programmintern über die Eingabe des Wasserspiegels</li> </ul> <p>Aufgrund der Morphologie des Hanges wurden keine veränderlichen Lasten in den Berechnungen berücksichtigt.</p> <p>Innerhalb der Steinschlagsimulationen wurde die in Tabelle 1 angegebenen Wichte berücksichtigt für die betrachteten Kluffkörper.</p> <p><b>6.1.3 Berechnungsquerschnitte</b></p> <p>Für die Nachweise der einzelnen Sicherungsmaßnahmen wurden folgende Berechnungsquerschnitte untersucht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Steinschlagschutzzäune: Vermessungsprofile aus U 14</li> </ul> <p><b>6.2 Nachweisführung</b></p> <p><b>6.2.1 Allgemein</b></p> <p>Die Nachweisführung erfolgte grundlegend mit dem Teilsicherheitskonzept nach DIN EN 1991:2010-12 (IV-1/) in Verbindung mit DIN EN 1993-1-1:2010-12 (V-11/) sowie DIN EN 1997-1:2010-12 (V-1/).</p> <p><b>6.2.2 Steinschlagsimulation</b></p> <p>Als Grundlage der Dimensionierung der Steinschlagschutzzäune wurden Steinschlagsimulationen durchgeführt. Die daraus ermittelten Einschlagenergien sowie die Einschlaghöhe wurden als Grundlage für die Wahl der Ausführung der Fangzäune verwendet. Die Dimensionierung der Verankerungen der Zäune erfolgte gemäß den Angaben der Auflagerkräfte an der Stütze bzw. den erforderlichen Abspannungen der Zaunhersteller.</p> <p>Die Berechnung der Verankerungen erfolgte als Kleinverpresspfahl.</p> <p>Die Steinschlagsimulation erfolgt nach probabilistischen Methoden unter Simulation möglicher Abrollwege der Kluffkörper entlang der Falllinie. Innerhalb der Böschung werden dabei die verschiedenen Ausbildungen der Böschungsoberfläche mittels der Parameter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- normale und tangentielle Dämpfung bei Einschlag eines Kluffkörpers</li> <li>- Rollwiderstand</li> <li>- Oberflächenrauheit sowie Gleit- und Haftreibung</li> </ul> <p>abgebildet.</p> <p>Die Ermittlung dieser Beiwerte erfolgt gemäß Angaben in der Literatur, Beobachtung von Fallkurven in situ, Beurteilung der Geländemorphologie sowie Erfahrungswerten aus vorangegangenen Projekten. Die angesetzten Parameter sind in Tabelle 1 dargestellt.</p>		
BAUTEIL:	<b>Hangsicherung</b> <b>Feststellungsentwurf</b> <b>Erläuterungsbericht</b>	ARCHIV-NR.: <b>16-022</b>
SEITE: 14 von 16		


VERFASSER:	 <b>DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH</b> Ingenieurgesellschaft für Geotechnik und Planung	16- 022_EB02_Feststellungsentwurf_Rev 0-2021.docx
BAUWERK:	Hangsicherung Feststellungsentwurf	DATUM: Februar 21

Tabelle 1 Berücksichtigte Parameter der Steinschlagsimulation

Nr.	Bodenschicht Bezeichnung	Rei- bungs- wider- stand [-]	Dämpfung		Roll- wider- stand [-]	Rauheit	
			normal [-]	tangen- tial [-]		Ampli- tude [ m ]	Frequenz [ m ]
1	Oberboden	0,58	0,80 ±5%	0,50 ±5%	0,35	0,05	1,00
2	Hangschutt	0,58	0,50 ±5%	0,75 ±5%	0,35	0,10	0,50
3	Granulit, unverwittert	0,58	0,01	0,20	0,01	0,05	2,00

Die abstürzenden Kluffkörper wurden im Berechnungsprogramm unter Berücksichtigung einer Wichte von 2,7 t/m<sup>3</sup> für den Granulit simuliert. Dabei wurden sowohl ovale als auch elliptische Querschnitte untersucht. Es wurde hierbei eine Variation des Gewichtes der Blöcke von +/- 10 % berücksichtigt.

Die vorgesehenen Steinschlagschutzzaune wurden als „Barrier“-Elemente mit einer abgeschätzten, maximal aufnehmbaren Einschlagsenergie bis 1.000 kJ in den Berechnungen berücksichtigt. Die Simulation erfolgte mit dem Programm Rocfall der Rocscience Inc. Toronto Ontario (Kanada) und ist für den untersuchten Zaunstandort in Anlage A 2 dokumentiert. Zur Dimensionierung der Verankerung der Fangzäune wurden die Auflagerkräfte gemäß den Angaben der auf dem Markt befindlichen Hersteller für Fangzäune mit einer max. Einschlagenergie von mindestens 250 kJ herangezogen und am betrachteten Punkt das jeweilige Maximum gebildet. Die Berechnung erfolgte als Kleinverpresspfahl mit Zug- bzw. Druckbelastung je nach betrachtetem Einbauort.

Basierend auf den Ermittelten Einschlagenergien sowie der Anzahl der Einschlagereignisse, wurden die Kleinverpresspfähle auf die maximale Last gemäß den Herstellerangaben ausgelegt. Die Bemessung erfolgte dabei in der Bemessungssituation BS-A nach DIN EN 1990 (V-1/). Der Nachweis erfolgte tabellarisch und ist in Anlage A2.3 dokumentiert.

## 7 ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der statischen Berechnungen sind in den Anlagen A 2 graphisch sowie in Tabellenform dokumentiert.

## 8 FLÄCHENBEDARF

Der Flächenbedarf der vorgesehenen Sicherungsmaßnahmen wurde entsprechend der dauerhaften (= anlagenbedingten) und temporären (= baubedingten) Beanspruchung unter Ansatz der in der folgenden Tabelle ausgewiesenen Annahmen bestimmt.

Tabelle 2 Annahmen zur Ermittlung des Flächenbedarfes

Nr.	Bauwerkstyp / Bauteil	dauerhafte Beanspruchung	temporäre Beanspruchung
1	Baustelleneinrichtung	-	-
2	Steinschlagschutzzaun +Steher-Zaun - Stützenfuß + Abspannstelle(ca.95) - Zauntrasse (L=245m)	1 m <sup>2</sup> je Stütze -	5 m <sup>2</sup> je Stütze ≤ 2*3=6m breiter Streifen

Da die Baustelleneinrichtung komplett im Straßenbereich erfolgt, ergibt sich baubedingt hierfür keine Flächeninanspruchnahme im Hang.

BAUTEIL:	Hangsicherung	SEITE: 15 von 16	ARCHIV-NR.:
BLOCK:	Feststellungsentwurf		16-022
VORGANG:	Erläuterungsbericht		



BAUWERK: **Hangsicherung**  
**Feststellungsentwurf**

 DATUM:  
**Februar 21**

Die Ermittlung des Flächenbedarfs für die in Anlage 1 dargestellten SSZ (L= 179 m) und Steherzäune ( L=66m ) wurden folgende Umfänge des erforderlichen anlage- und baubedingten Flächenbedarfs ermittelt:

- temporärer Flächenbedarf                      rund 2000 m<sup>2</sup>
- dauerhafter Flächenbedarf                      rund 100 m<sup>2</sup>

Sämtliche Sicherungsbauwerke befinden sich auf dem Flurstück 66/60 der Gemarkung Ringethal.

## 9 KOSTENSCHÄTZUNG

Die Baukosten der empfohlenen Sicherungsmaßnahmen wurden aufgrund der im Zuge der Genehmigungsplanung präzisierten Ausbildung der Sicherungsmaßnahmen, der vorgesehenen Mengen sowie anhand von Erfahrungswerten vergleichbarer Sicherungsmaßnahmen anderer Bauvorhaben abgeschätzt. Unter Berücksichtigung der fachlichen Bewertungen vor Ort am 3.9. und 9.9.2020

Pos	Leistung Bezeichnung	Beschreibung [ - ]	Kosten [ EURO ]
1	Baustelleneinrichtung -räumung	An- und Abtransport aller Materialien und Werkzeuge zur Erbringung der Bauleistung	13.000,00
2	Technische Bearbeitung,	Werkplanung, Bauwerkspläne, Bauwerksbuch Prüfungen/ Dokumentation	8.000,00
3	Baumfällung/ Stubbenrodung	Fällung der Bäume am Wandkopf zur Wegnahme des Wurzeldrucks auf die offenen Felsbildungen inkl. Stubbenrodung	2.000,00
4	Steinschlagschutzzaun	Errichtung von 4 Stück Steinschlagschutzzäune mit einer max. Einschlagenergie 1000 kJ - H=3,5...4m; Gesamt-Länge 179 lfdm	187.950,00
5	Steherzaun /Einfallsschürze	Errichtung von 3 Stück konstruktiver Steinschlagschutzzaun als Steherzaun/ Auffangschürze mit einer max. Einschlagenergie 60kJ H=1-1,5m; Gesamt-Länge 66m	16.500,00
	<b>Summe (netto) Bau</b>		<b>227.450,00</b>
6	Planung, Erkundung inkl. BÜ	Hauptvertrag inkl. Nachträge 01-03	71.000,00
	<b>Summe (netto) Bau + Planung/BÜ</b>		<b>298.450,00</b>
	Mehrwertsteuer 19%		56.705,50
	<b>Summe (brutto)</b>		<b>355.155,50</b>

Aufgestellt:      Februar 2021

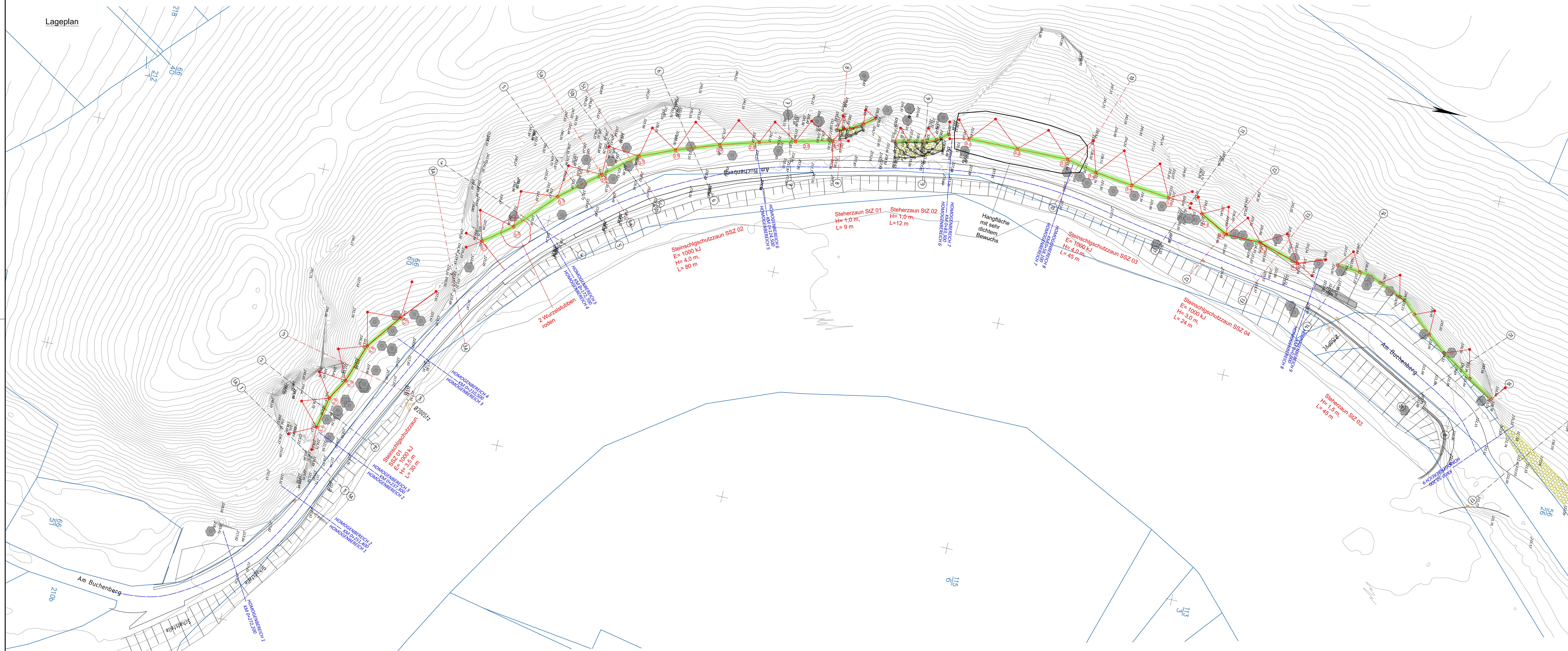
 BAUTEIL:      Hangsicherung  
 BLOCK:        Feststellungsentwurf  
 VORGANG:     Erläuterungsbericht

SEITE: 16 von 16

 ARCHIV-NR.:  
 16-022



Lageplan



Legende:

- Bestandsgeflecht
- Steinschlagschutzzaun SSZ
  - Seilanker
  - Abspannungen
  - Zaunstütze
  - Stützennummer
- Stehenzaun StZ
- maßgebendes Berechnungsprofil
- Anlagebedingt
- Baubedingt

Plangrundlage:  
Entwurfsvermessung, Vermessungsbüro Mehnert, Stand 09/2020

<p>Vermessungsbüro Mehnert Dipl.-Ing. Sven Mehnert Oststraße 16 09599 Freiberg www.vbmehnert.de</p>	Auftr.-Nr.:	
	Datum	Zeichen
	bearbeitet: 11.09.2020	SvMe
	gezeichnet: 11.09.2020	SvMe
	geprüft:	

Lageskizze:

<p>DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH Ingenieurgesellschaft für Geodäsie und Planung Crimmerstraße 46, 99423 Weimar Tel.: 03643-49 59 00 Fax: 03643-49 59 019 e-mail: post@geoplanweb.de</p>	Datum	Zeichen
	Feb. 2021	Dr. Köhler
	gezeichnet: Feb. 2021	SL
	geprüft:	

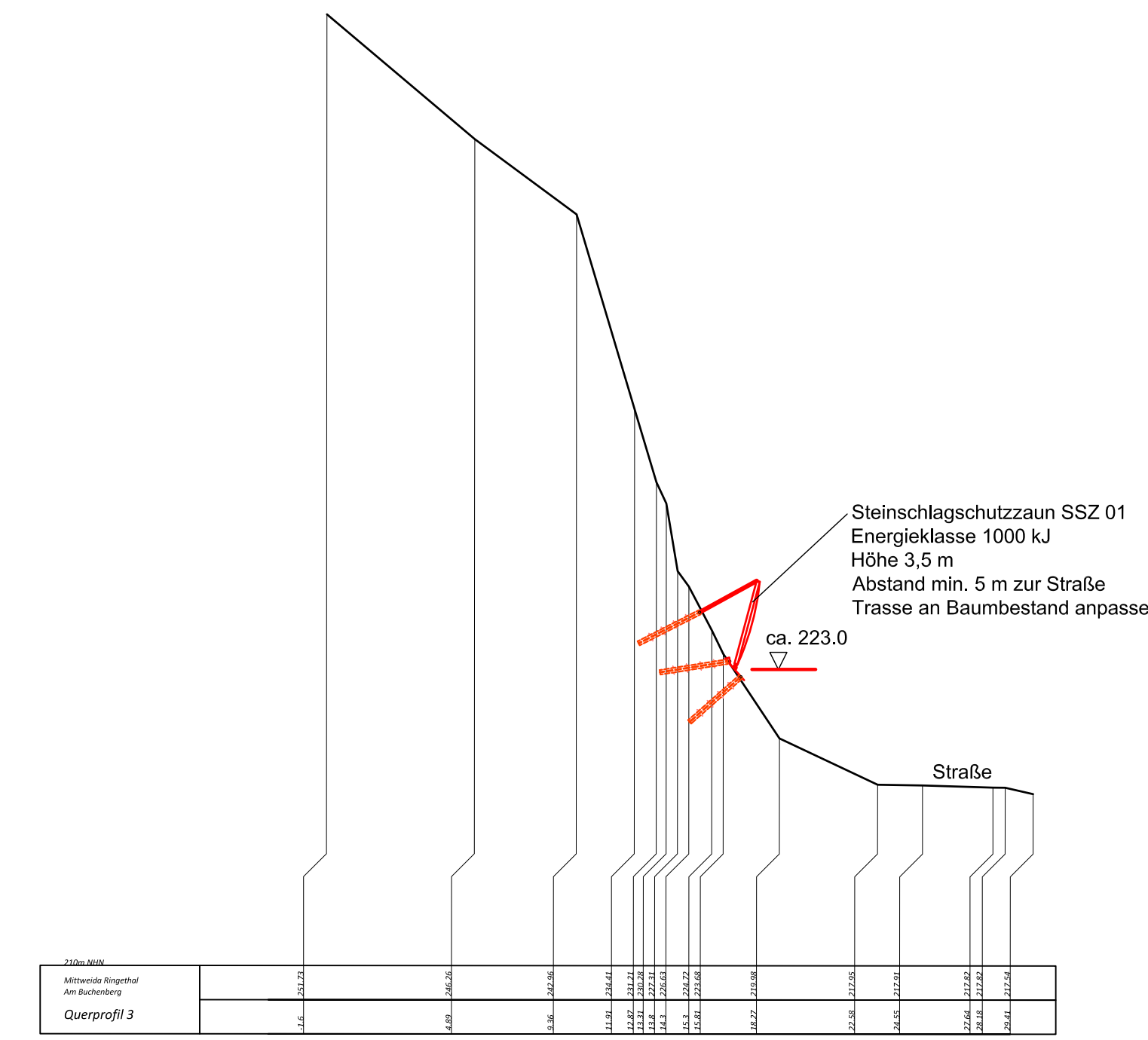
Nr.	Art der Änderung	Datum	Zeichen

### FESTSTELLUNGSENTWURF

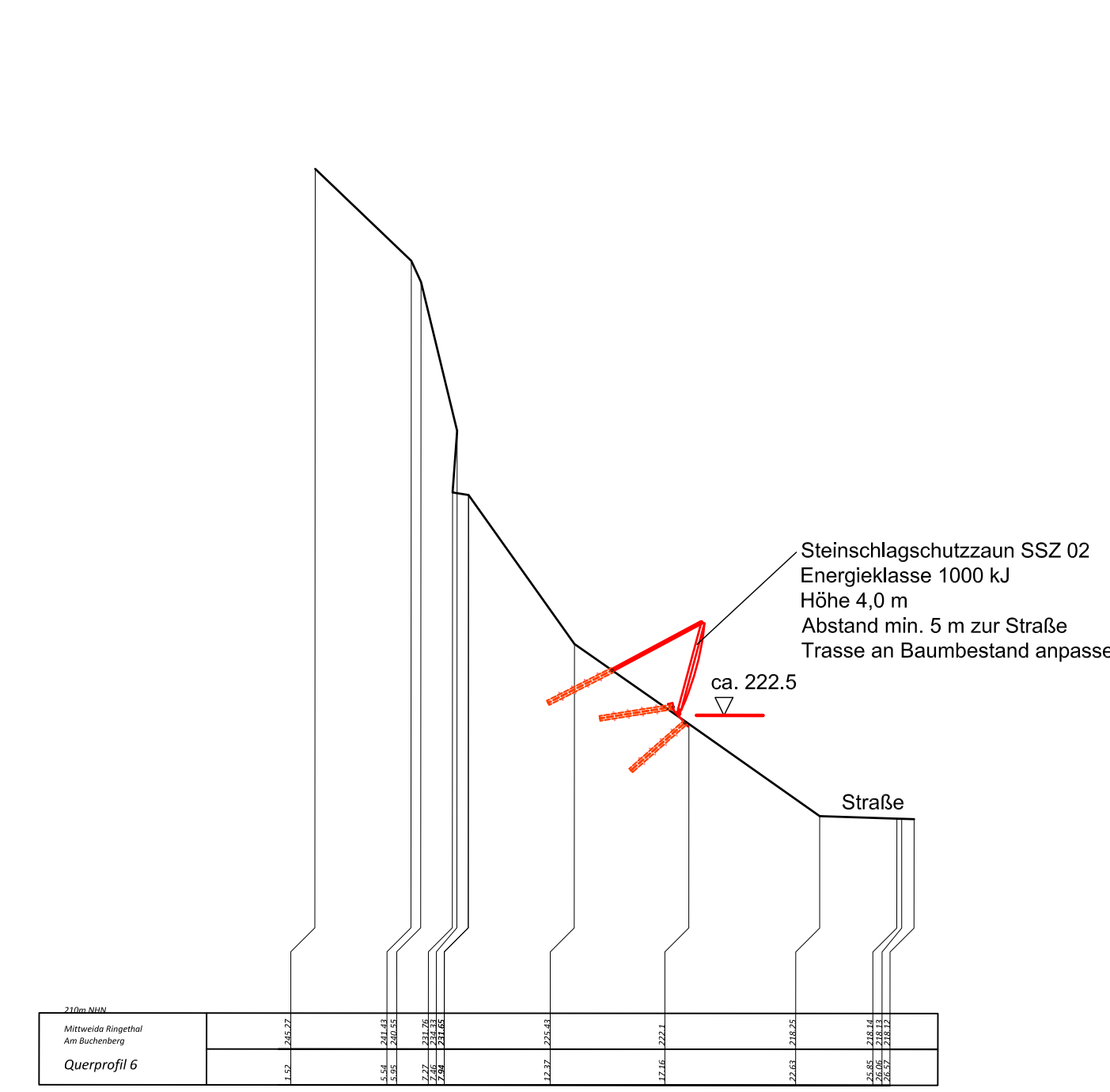
Auftraggeber: <b>Stadt Mittweida</b>		Projekt-Nr.: 16-022 Plan-Nr.: 1.1
Baumaßnahme: Hochwasserschäden 2013 Ersatzneubau Straße Am Buchenberg, Mittweida		Datum Zeichen
aufgestellt: Stadtverwaltung Mittweida Fachbereich Bau und Ordnung Mittweida, den 15.03.2021		genehmigt: Kilišich Fachbereichsleiter
Maßstab: 1:250		Lageplan



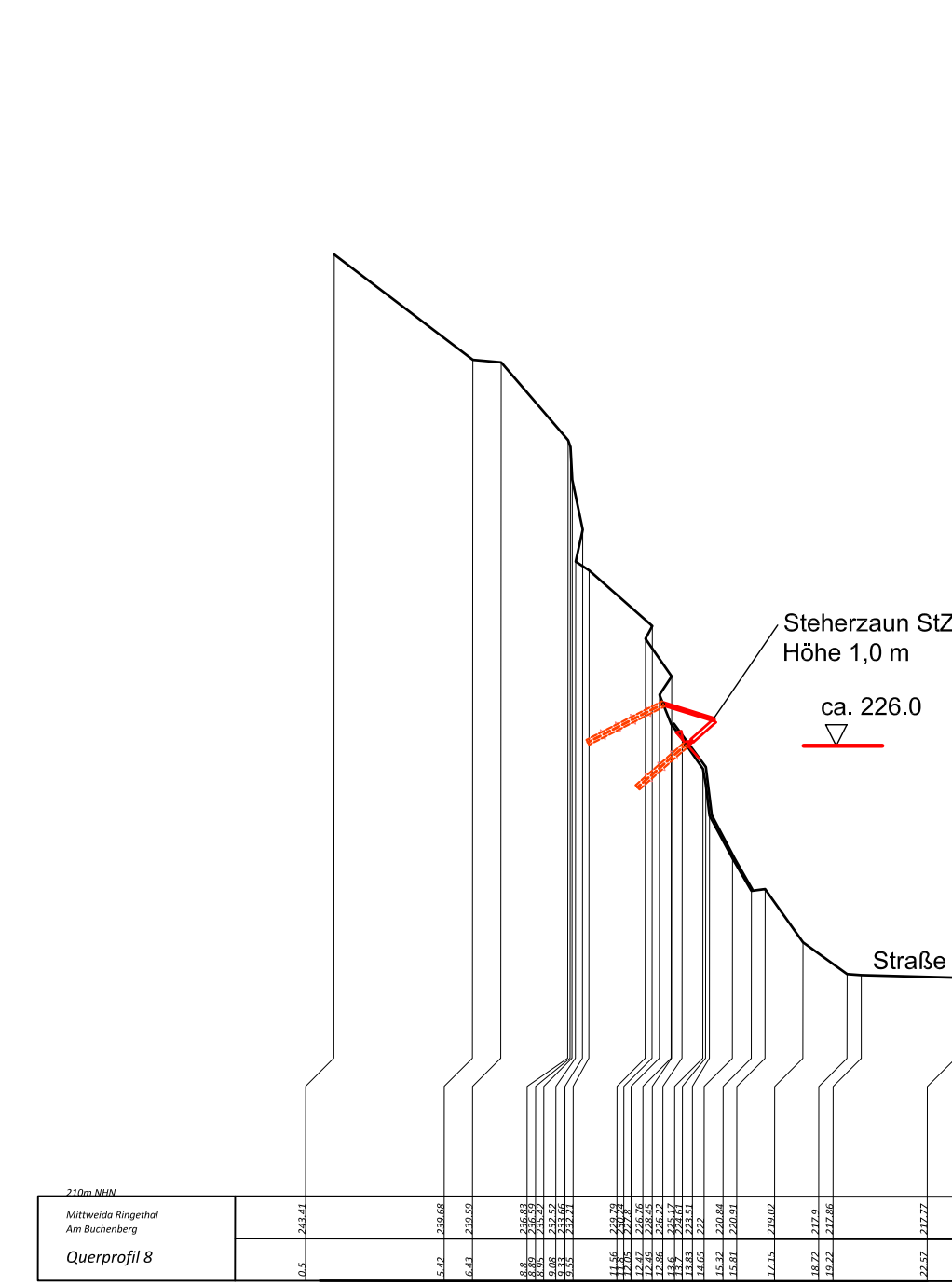
Querprofil 3



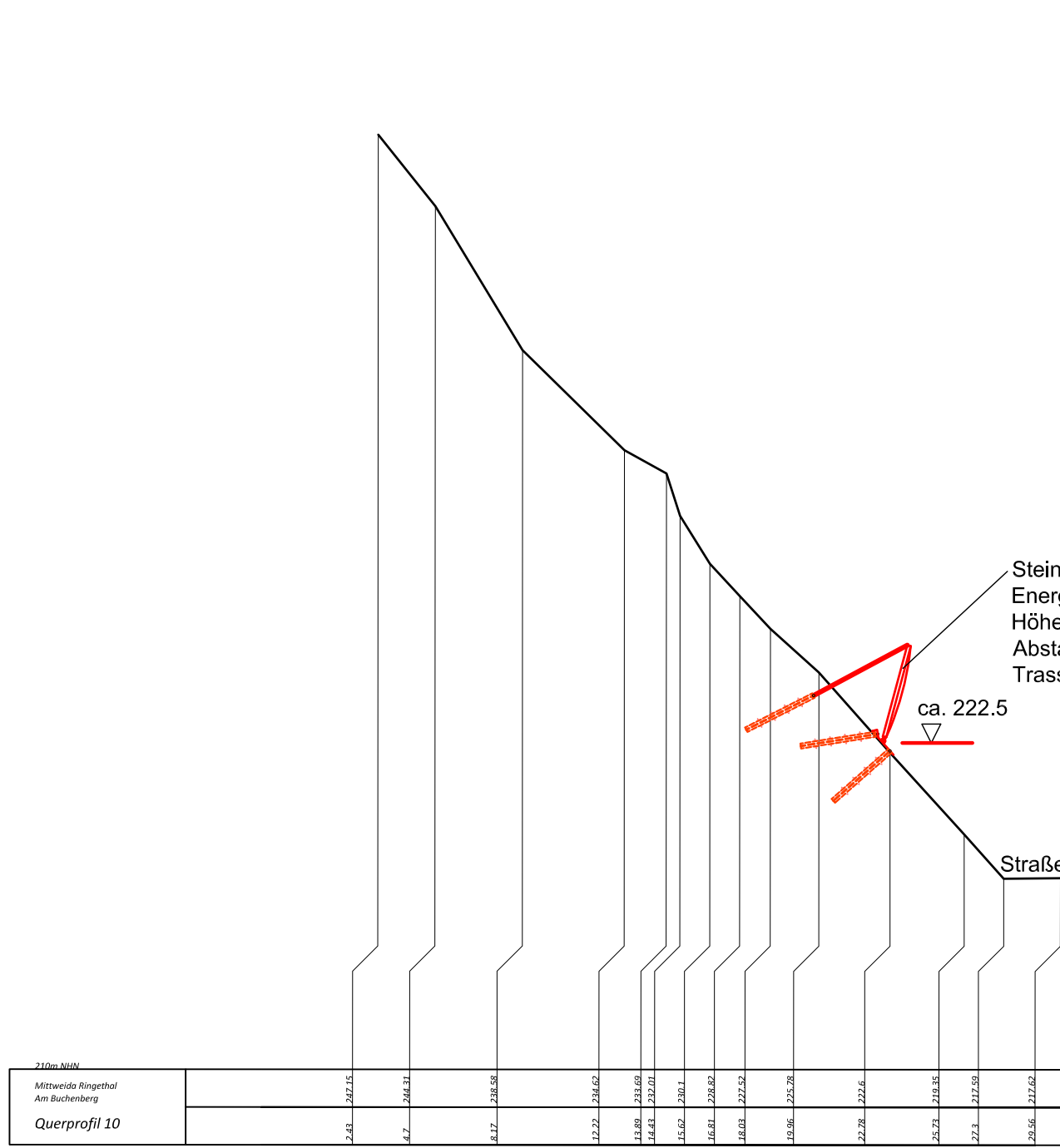
Querprofil 6



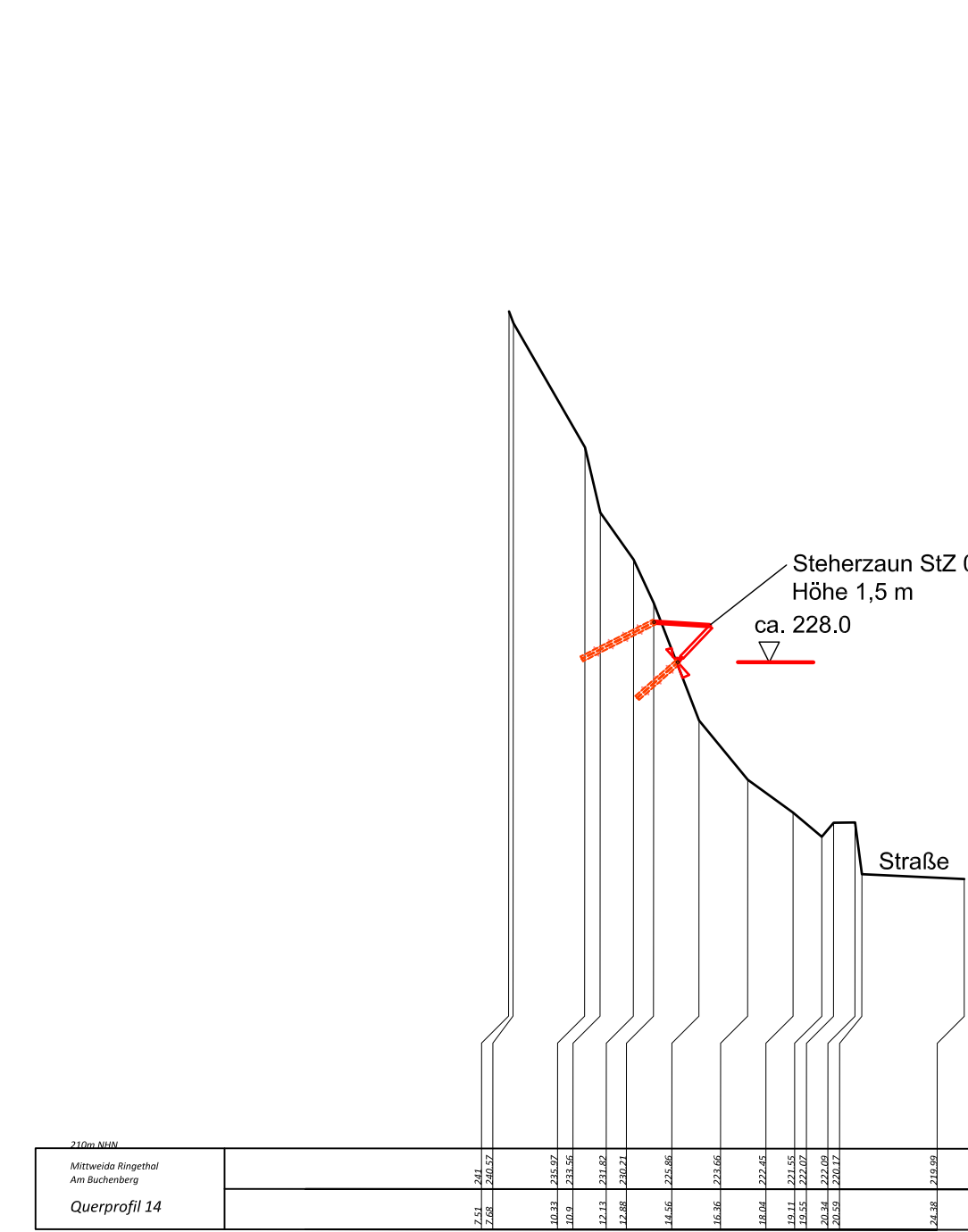
Querprofil 8



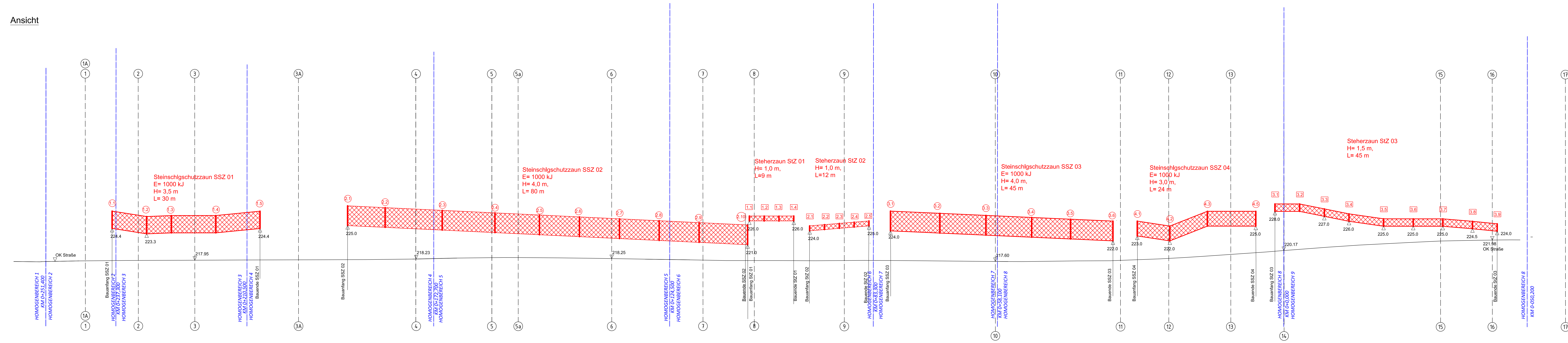
Querprofil 10



Querprofil 14



Ansicht



Vermessungsbüro Mehnert  
Dipl.-Ing. Sven Mehnert  
Ortsstraße 16  
05557 Friedberg  
www.vbmehnert.de

Tel: 03374/279426  
Fax: 03374/279427  
info@vbmehnert.de

Auftr.-Nr.:	Datum	Zeichen
bearbeitet:	11.09.2020	SvMe
gezeichnet:	11.09.2020	SvMe
geprüft:		

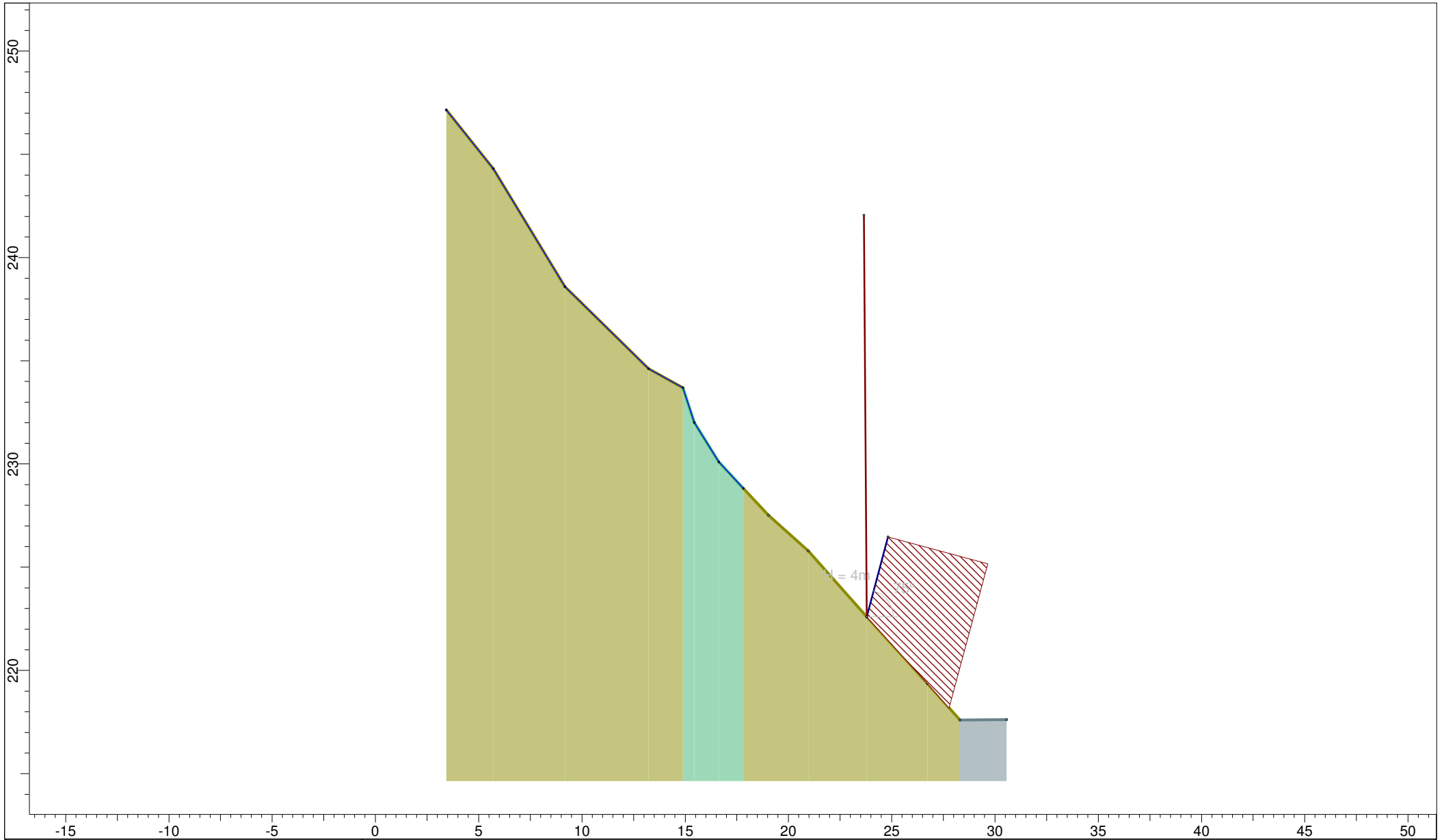
Lageskizze:

Entwurfsbearbeitung:	Datum	Zeichen
DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH Ingenieurgesellschaft für Geodäsie und Planung Carnegiestraße 46, 99423 Weimar Tel.: 03643-49 59 00 Fax: 03643-49 59 019 e-mail: post@geoplanweb.de	Feb. 2021	Dr. Köhler
gezeichnet:	Feb. 2021	SL
geprüft:		

Nr.	Art der Änderung	Datum	Zeichen

## FESTSTELLUNGSENTWURF

Auftraggeber: <b>Stadt Mittweida</b>	Projekt-Nr.: 16-022 Plan-Nr.: 1.2
Baumaßnahme: Hochwasserschäden 2013 Ersatzneubau Straße Am Buchenberg, Mittweida	geprüft: Datum Zeichen Ansicht, Querprofile Maßstab: 1:250
aufgestellt: Stadtverwaltung Mittweida Fachbereich Bau und Ordnung Mittweida, den 15.03.2021	genehmigt: Killsch Fachbereichsleiter



<i>Projekt</i>	Erstazneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung		
<i>Inhalt</i>	Steinschlagsimulation		
<i>Aufsteller</i>	DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH	<i>Bearbeiter</i>	Werner
<i>Datum</i>	21.08.2017, 16:31:33	<i>File</i>	A2.1 - QP 10 Simulation.fal5
		<i>AZ</i>	16-022
		<i>Anlage</i>	2.1

# RocFall Analysis Information

## Erstazneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung

### Project Summary

File Name A2.1 - QP 10 Simulation.fal5  
 File Version 5.017

Project Title Erstazneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung  
 Analysis Steinschlagsimulation  
 Author Werner  
 Company DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH  
 Date Created 21.08.2017, 16:31:33

### Comments

2.1  
 16-022

### Project Settings

#### General Settings:

Engine Rigid Body  
 Units Metric (m, kg, kJ)  
 Rock Throw Mode 500 rocks thrown overall


#### Engine Conditions:

Maximum time per rock 5s  
 Maximum steps per rock 10000  
 Normal velocity cutoff 0.1m/s  
 Stopped velocity cutoff 0.1m/s  
 Maximum timestep 0.01s

#### Random Number Generation:

Sampling Method Monte-Carlo  
 Random Seed Pseudo-random seed: 12345234

### Slope Geometry

	<i>Projekt</i>		
	Erstazneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung		
	<i>Inhalt</i>		
	Steinschlagsimulation		
<i>Aufsteller</i>	DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH	<i>Bearbeiter</i>	Werner
<i>AZ</i>			16-022
<i>Datum</i>	21.08.2017, 16:31:33	<i>Datei</i>	A2.1 - QP 10 Simulation.fal5
<i>Anlage</i>			2.1

Vertex	X	Y	X Std.Dev.	Y Std.Dev.
1	3.42942	247.146		
2	5.7	244.308		
3	9.17172	238.585		
4	13.2221	234.616		
5	14.8907	233.688		
6	15.4356	232.007		
7	16.6213	230.103		
8	17.8114	228.819		
9	19.0265	227.517		
10	20.9575	225.784		
11	23.7858	222.596		
12	26.7335	219.35		
13	28.3043	217.589		
14	30.5564	217.616		

## Slope Material Assignment

Material	From Vertex	To Vertex
Hangschutt	1	5
Fels	5	8
Hangschutt	8	13
Asphalt	13	14

## Material Properties

### Fels

#### "Fels" Properties

	Mean	Distribution	Std.Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Normal Restitution	0.01	None			
Tangential Restitution	0.2	None			
Dynamic Friction	0.58	None			
Rolling Resistance	0.01	None			

### Hangschutt

#### "Hangschutt" Properties

	Mean	Distribution	Std.Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Normal Restitution	0.8	Normal	0.005	0.015	0.015
Tangential Restitution	0.75	Normal	0.005	0.015	0.015
Dynamic Friction	0.58	None			
Rolling Resistance	0.35	Normal	0.0175	0.0525	0.0525

### Asphalt



ROCFALL 5.017

Projekt

Erstazneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung

Inhalt

Steinschlagsimulation

Aufsteller

DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH

Bearbeiter

Werner

AZ

16-022

Datum

21.08.2017, 16:31:33

Datei

AZ.1 - QP 10 Simulation.fal5

Anlage

2.1



**"Asphalt" Properties**

	Mean	Distribution	Std.Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Normal Restitution	0.4	None			
Tangential Restitution	0.9	None			
Dynamic Friction	0.58	None			
Rolling Resistance	0.1	None			

**Seeders****Felswand****Seeder Properties**

Name	Felswand
Location	(14.8907, 233.688)

**Rocks to Throw**

Number of Rocks	Set in Project Settings
Rock Types	Default Rock (Sphere)

**Initial Conditions**

	Mean	Distribution	Std.Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Horizontal Velocity (m/s)	1	None			
Vertical Velocity (m/s)	0	None			
Rotational Velocity (°/s)	0	None			
Initial Rotation (°/s)	0	Uniform		0	360

**Hangschutt****Seeder Properties**

Name	Hangschutt
Location	(3.42942, 247.146)

**Rocks to Throw**

Number of Rocks	Set in Project Settings
Rock Types	Default Rock (Sphere)

**Initial Conditions**

	Mean	Distribution	Std.Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Horizontal Velocity (m/s)	1	None			
Vertical Velocity (m/s)	0	None			
Rotational Velocity (°/s)	0	None			
Initial Rotation (°/s)	0	Uniform		0	360

**Rock Types****Default Rock (Sphere)**

ROCFALL 5.017

*Projekt*

Erstazneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung

*Inhalt*

Steinschlagsimulation

*Aufsteller*

DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH

*Bearbeiter*

Werner

*AZ*

16-022

*Datum*

21.08.2017, 16:31:33

*Datei*


AZ.1 - QP 10 Simulation.fal5

*Anlage*

2.1

**Properties**

Name Default Rock (Sphere)

Color 

Shapes Sphere, Oval (5:6), Oval (2:3), Square, Super Ellipse^4 (5:6), Super Ellipse^4 (2:3), Super Ellipse^4 (1:2), Super Ellipse^6 (1:1), Super Ellipse^6 (5:6), Super Ellipse^6 (2:3), Super Ellipse^6 (1:2)

	Mean	Distribution	Std.Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Mass (kg)	999.4	None			
Density (kg/m <sup>3</sup> )	2700	None			

**Barriers****Fangzaun**

Name Fangzaun

Type Custom

Capacity 200.00kJ

Location (23.7858, 222.596) to (24.821, 226.459)

Height (m) 4

**Barrier Types**

ROCFALL 5.017

*Projekt*

Erstazneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung

*Inhalt*

Steinschlagsimulation

*Aufsteller*

DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH

*Bearbeiter*

Werner

*AZ*

16-022

*Datum*

21.08.2017, 16:31:33

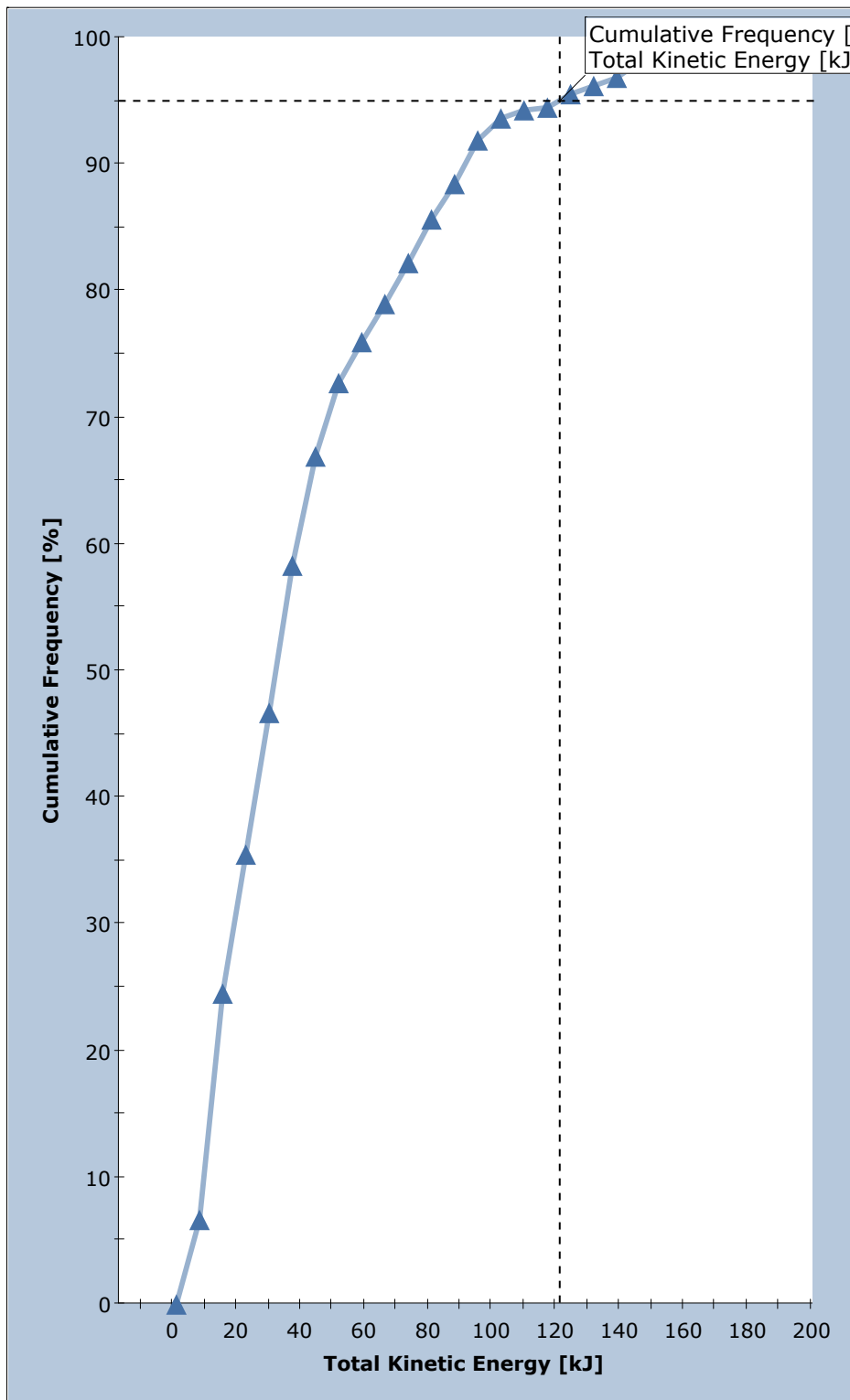
*Datei*

AZ.1 - QP 10 Simulation.fal5

*Anlage*

2.1

### Total Kinetic Energy on Fangzaun

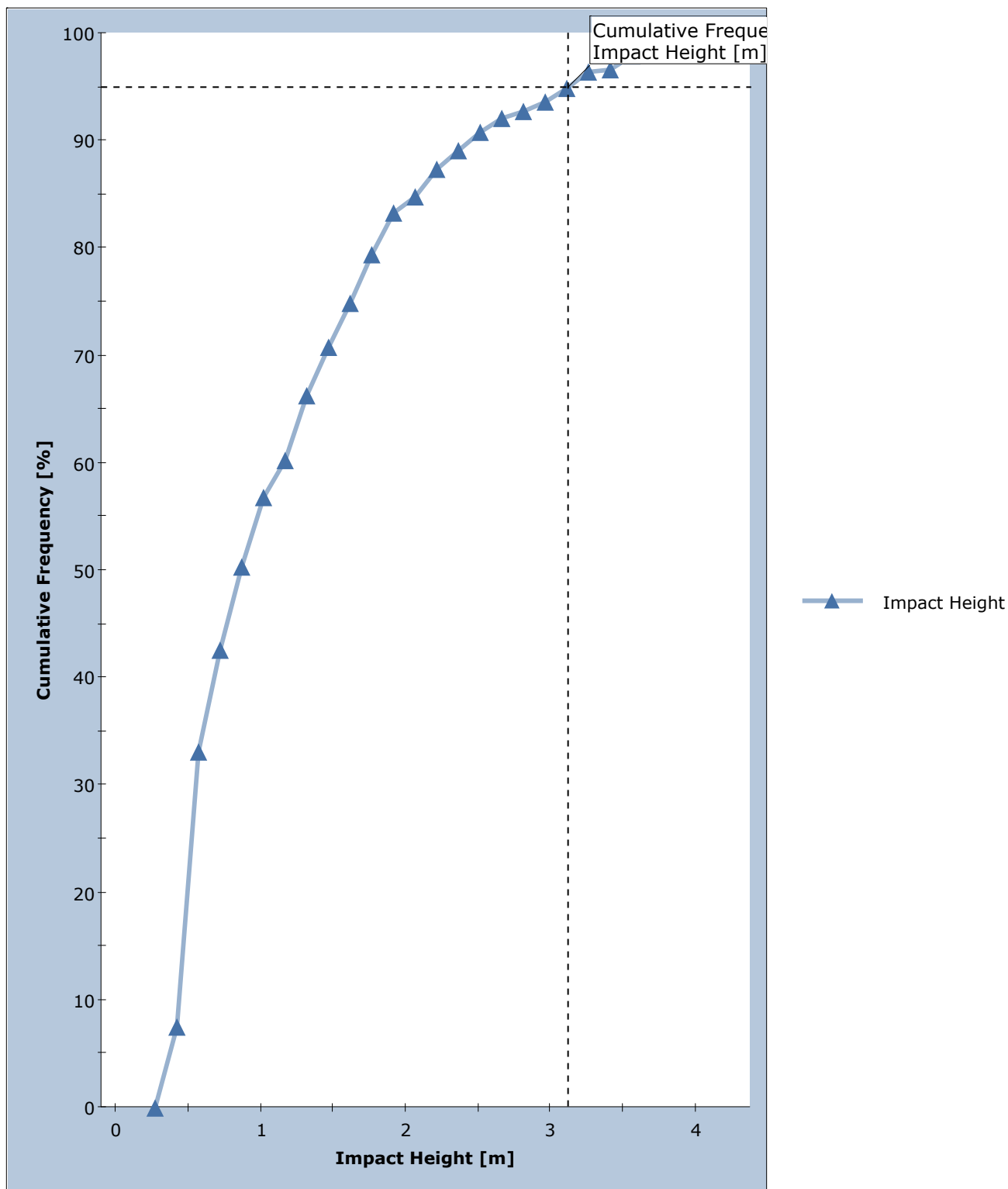


**Total number of rocks on Fangzaun: 465**  
**Total Kinetic Energy: min = 4.95718, max = 179.013**



<i>Projekt</i>	Erstazneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung		
<i>Inhalt</i>	Steinschlagsimulation		
<i>Aufsteller</i>	DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH	<i>Bearbeiter</i>	Werner
<i>Datum</i>	21.08.2017, 16:31:33	<i>Datei</i>	AZ.1 - QP 10 Simulation.fal5
		<i>AZ</i>	16-022
		<i>Anlage</i>	2.1

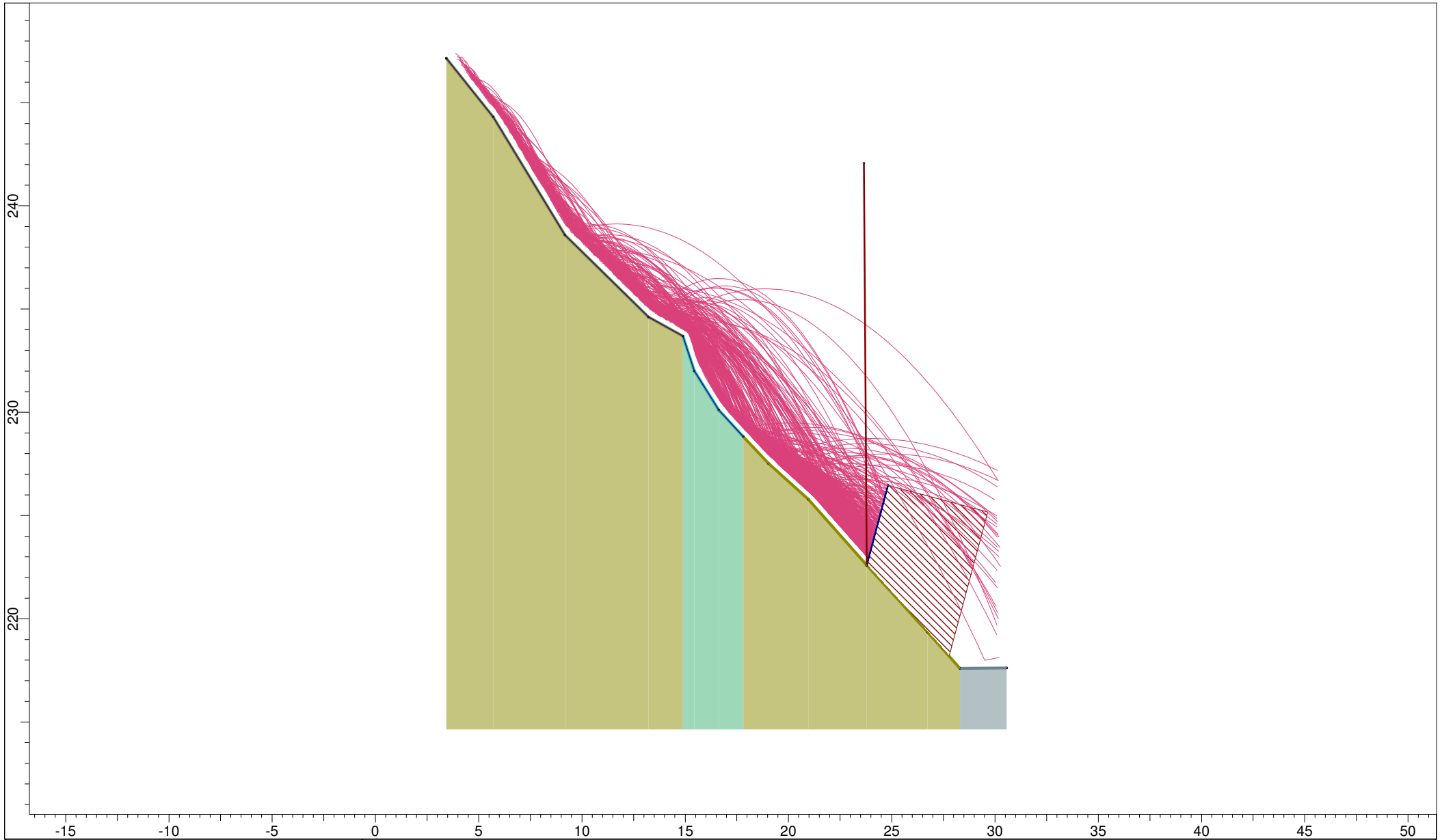
### Impact Height on Fangzaun



**Total number of rocks on Fangzaun: 465**  
**Impact Height: min = 0.347875, max = 3.93235**

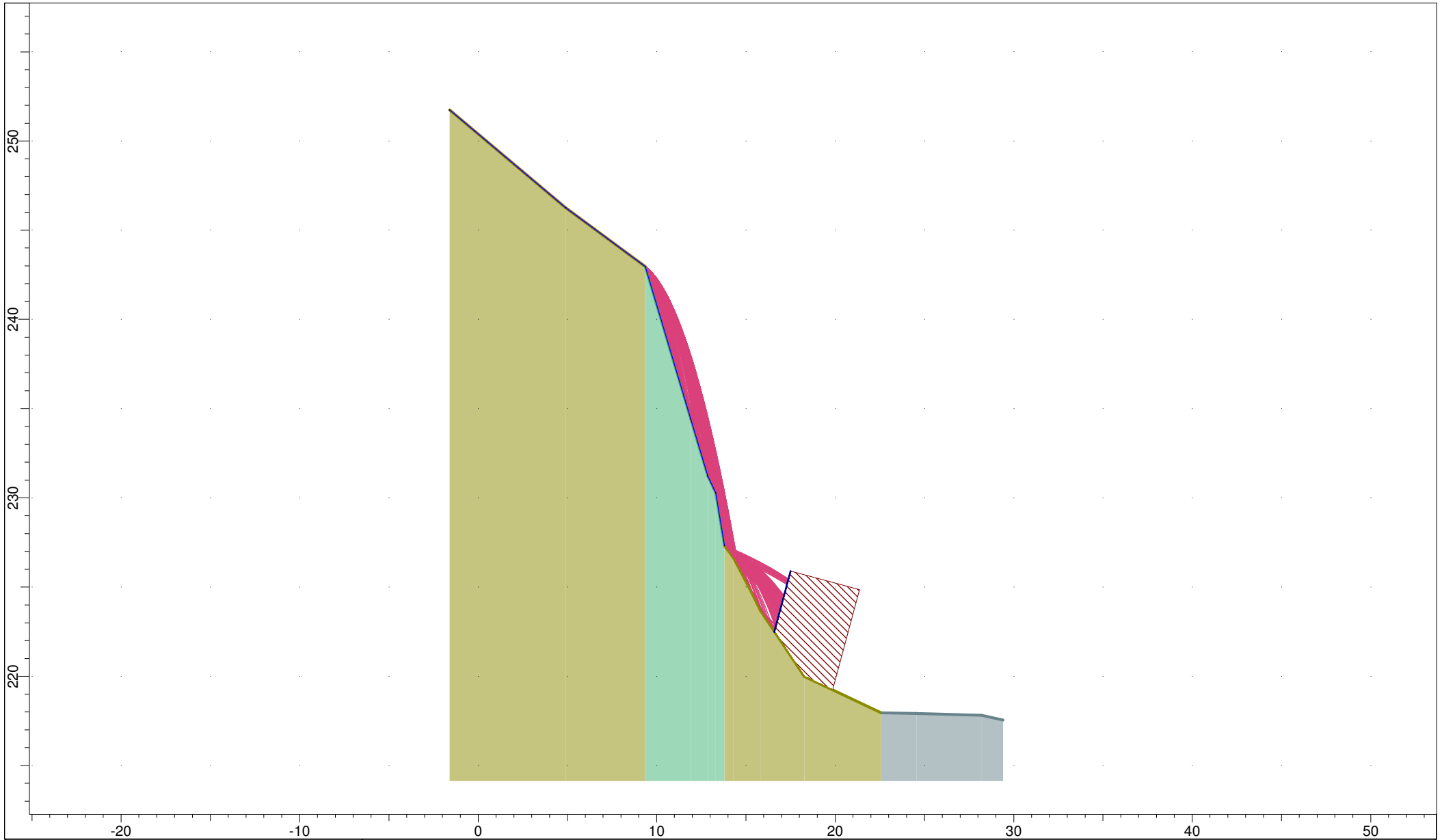


<i>Projekt</i>	Erstazneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung		
<i>Inhalt</i>	Steinschlagsimulation		
<i>Aufsteller</i>	DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH	<i>Bearbeiter</i>	Werner
<i>Datum</i>	21.08.2017, 16:31:33	<i>Datei</i>	AZ.1 - QP 10 Simulation.fal5
		<i>AZ</i>	16-022
		<i>Anlage</i>	2.1



ROCFALL\_5.017

<i>Projekt</i>	Erstazneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung		
<i>Inhalt</i>	Steinschlagsimulation		
<i>Aufsteller</i>	DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH	<i>Bearbeiter</i>	Werner
<i>Datum</i>	21.08.2017, 16:31:33	<i>File</i>	A2.1 - QP 10 Simulation.fal5
		<i>AZ</i>	16-022
		<i>Anlage</i>	2.1



ROCFALL 5.017

<i>Projekt</i>	Ersatzneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung		
<i>Inhalt</i>	QP 3 - Steinschlagsimulation		
<i>Aufsteller</i>	DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH	<i>Bearbeiter</i>	Werner
<i>Datum</i>	04.06.2018, 12:30:21	<i>File</i>	A2.2 - QP 3 Simulation.fal5
		<i>AZ</i>	16-022
		<i>Anlage</i>	2.2



# RocFall Analysis Information

## Ersatzneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung

### Project Summary

File Name A2.2 - QP 3 Simulation.fal5  
File Version 5.017

Project Title Ersatzneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung  
Analysis QP 3 - Steinschlagsimulation  
Author Werner  
Company DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH  
Date Created 04.06.2018, 12:30:21

#### Comments

2.2  
16-022

### Project Settings

#### General Settings:

Engine Lump Mass  
Units Metric (m, kg, kJ)  
Rock Throw Mode Number of rocks controlled by seeder


#### Engine Conditions:

Friction Angle Use friction angle from material editor  
Consider Angular Velocity Yes  
Maximum time per rock 5s  
Maximum steps per rock 10000  
Normal velocity cutoff 0.1m/s  
Stopped velocity cutoff 0.1m/s  
Maximum timestep 0.01s

#### Random Number Generation:

Sampling Method Monte-Carlo  
Random Seed Pseudo-random seed: 12345234

### Slope Geometry

	<i>Projekt</i>		
	Ersatzneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung		
	<i>Inhalt</i>		
	QP 3 - Steinschlagsimulation		
<i>Aufsteller</i>	DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH	<i>Bearbeiter</i>	Werner
		<i>AZ</i>	16-022
<i>Datum</i>	04.06.2018, 12:30:21	<i>Datei</i>	A2.2 - QP 3 Simulation.fal5
		<i>Anlage</i>	2.2

Vertex	X	Y	X Std.Dev.	Y Std.Dev.
1	-1.6	251.733		
2	4.89031	246.26		
3	9.36008	242.961		
4	11.9079	234.409		
5	12.8683	231.212		
6	13.304	230.281		
7	13.8002	227.31		
8	14.2974	226.634		
9	15.3025	224.718		
10	15.8065	223.684		
11	18.2714	219.977		
12	22.579	217.946		
13	24.5517	217.912		
14	27.6392	217.82		
15	28.1785	217.815		
16	29.4037	217.538		

## Slope Material Assignment

Material	From Vertex	To Vertex
Hangschutt	1	3
Fels	3	7
Hangschutt	7	12
Asphalt	12	16

## Material Properties

### Fels

#### "Fels" Properties

	Mean	Distribution	Std.Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Normal Restitution	0.01	None			
Tangential Restitution	0.2	None			
Friction Angle (°)	30	None			
Slope Roughness (°)		None			

### Hangschutt

#### "Hangschutt" Properties

	Mean	Distribution	Std.Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Normal Restitution	0.8	Normal	0.005	0.015	0.015
Tangential Restitution	0.75	Normal	0.005	0.015	0.015
Friction Angle (°)	30	None			
Slope Roughness (°)		None			

### Asphalt



ROCFALL 5.017

Projekt

Ersatzneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung

Inhalt

QP 3 - Steinschlagsimulation

Aufsteller

DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH

Bearbeiter

Werner

AZ

16-022

Datum

04.06.2018, 12:30:21

Datei

A2.2 - QP 3 Simulation.fal5

Anlage

2.2

**"Asphalt" Properties**

	Mean	Distribution	Std.Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Normal Restitution	0.4	None			
Tangential Restitution	0.9	None			
Friction Angle (°)	30	None			
Slope Roughness (°)		None			

**Seeders****Seeder 1****Seeder Properties**

Name	Seeder 1
Location	(-1.6, 251.733)

**Rocks to Throw**

Number of Rocks	1000 Overall
Rock Types	Default Rock (Sphere) 1

**Initial Conditions**

	Mean	Distribution	Std.Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Horizontal Velocity (m/s)	1	None			
Vertical Velocity (m/s)	0	None			
Rotational Velocity (°/s)	0	None			
Initial Rotation (°/s)	0	Uniform		0	360

**Rock Types****Default Rock (Sphere) 1****Properties**

Name	Default Rock (Sphere) 1
Color	

	Mean	Distribution	Std.Dev.	Rel. Min	Rel. Max
Mass (kg)	999.4	None			
Density (kg/m <sup>3</sup> )	2700	None			

**Barriers****Barrier 1**

Name	Barrier 1
Type	Custom
Capacity	250.00kJ
Location	(16.5868, 222.51) to (17.4926, 225.891)
Height (m)	3.5

**Barrier Types**

ROCFALL 5.017

Projekt

Ersatzneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung

Inhalt

QP 3 - Steinschlagsimulation

Aufsteller

DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH

Bearbeiter

Werner

AZ

16-022

Datum

04.06.2018, 12:30:21

Datei

A2.2 - QP 3 Simulation.fal5

Anlage

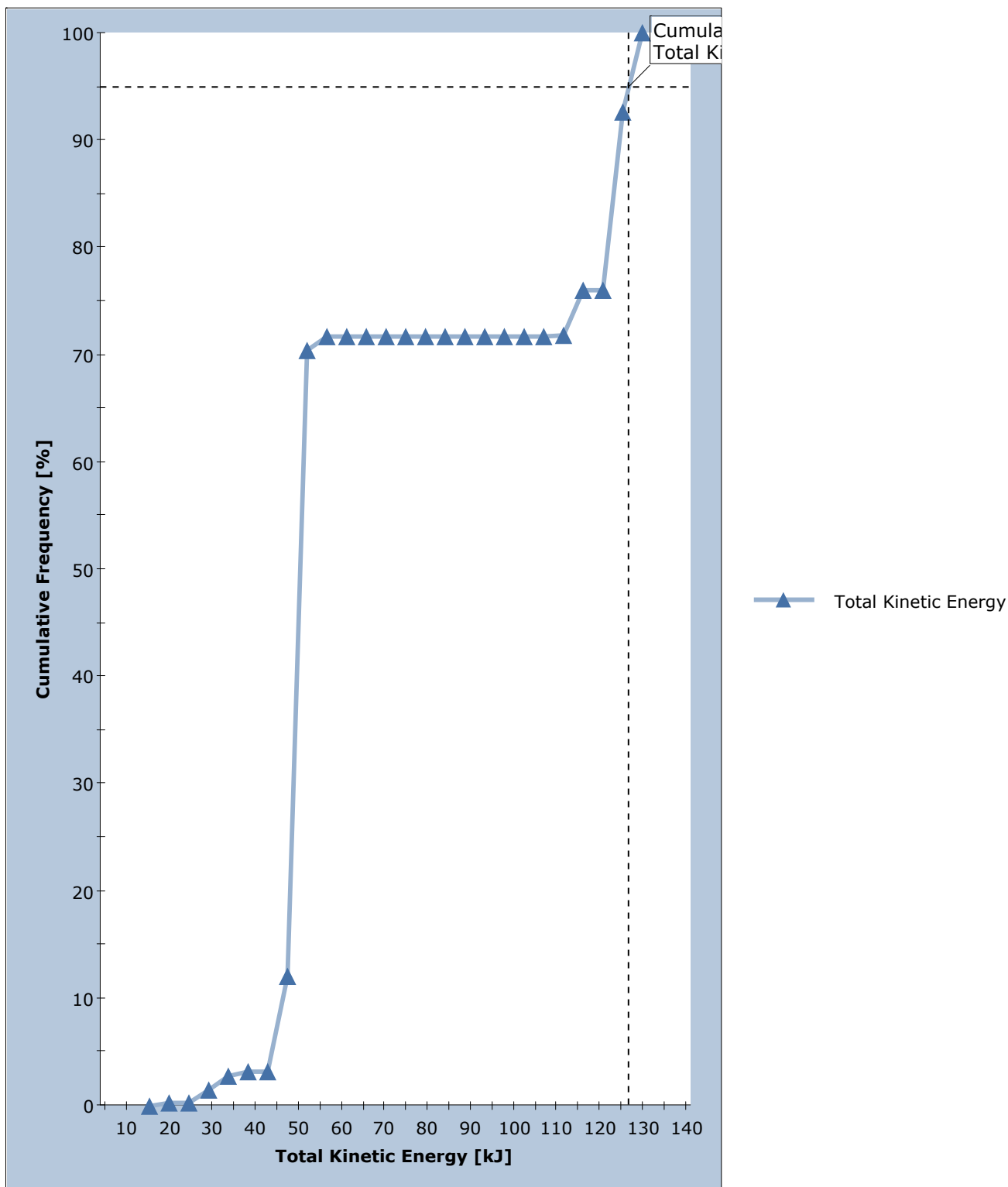
2.2



ROCFALL 5.017

<i>Projekt</i>	Ersatzneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung				
<i>Inhalt</i>	QP 3 - Steinschlagsimulation				
<i>Aufsteller</i>	DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH	<i>Bearbeiter</i>	Werner	<i>AZ</i>	16-022
<i>Datum</i>	04.06.2018, 12:30:21	<i>Datei</i>	A2.2 - QP 3 Simulation.fal5	<i>Anlage</i>	2.2

### Total Kinetic Energy on Barrier 1

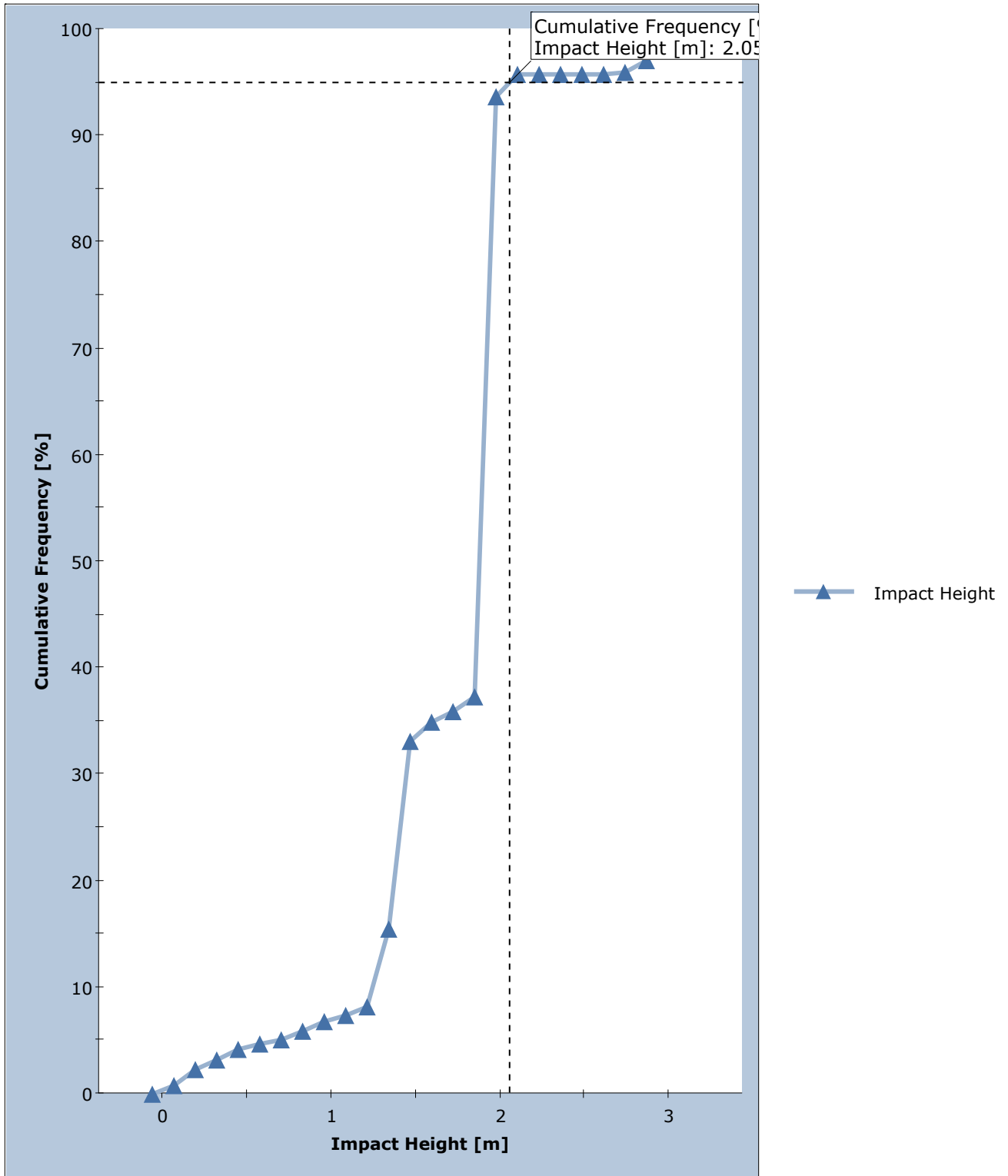


**Total number of rocks on Barrier 1: 1000**  
**Total Kinetic Energy: min = 17.6621, max = 127.445**



<i>Projekt</i>	Ersatzneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung		
<i>Inhalt</i>	QP 3 - Steinschlagsimulation		
<i>Aufsteller</i>	DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH	<i>Bearbeiter</i>	Werner
<i>Datum</i>	04.06.2018, 12:30:21	<i>Datei</i>	A2.2 - QP 3 Simulation.fal5
		<i>AZ</i>	16-022
		<i>Anlage</i>	2.2

### Impact Height on Barrier 1



**Total number of rocks on Barrier 1: 1000**  
**Impact Height: min = 0.00822544, max = 3.0535**



<i>Projekt</i>	Ersatzneubau Straße Am Buchenberg - Hangsicherung		
<i>Inhalt</i>	QP 3 - Steinschlagsimulation		
<i>Aufsteller</i>	DR. KÖHLER GEOPLAN GMBH	<i>Bearbeiter</i>	Werner
<i>Datum</i>	04.06.2018, 12:30:21	<i>Datei</i>	A2.2 - QP 3 Simulation.fal5
		<i>AZ</i>	16-022
		<i>Anlage</i>	2.2

**Ersatzneubau Straße Am Buchenberg, Mittweida OT Ringethal**  
**Hangsicherung**  
**Dimensionierung der Felsnägel**

**Position: Fangzaun 1**

**1. Eingabewerte**

1.1.charakteristische Bodenkennwerte

charakteristische Grenzmantelreibung  $\tau_{\text{grenz,k}}$  [ kN/m<sup>2</sup> ] 350

1.2 Geometrie Felsnägel

Position im Zaun	Seitenabspannungen				bergseitige Abspannung		Stützengründung	
	oberes Tragseil	oberes Mittelseil	unteres Mittelseil	unteres Tragseil	äußere	innere	Zuganker	Druckanker
gewählter Nageltyp [-]	GEWI 32	GEWI 32	GEWI 28	GEWI 32	GEWI 28	GEWI 28	GEWI 28	GEWI 28
Ausbildung [-]	verzinkt	verzinkt	verzinkt	verzinkt	verzinkt	verzinkt	verzinkt	verzinkt
nominaler Durchmesser Zugglies $D_{\text{Zug}}$ [ mm ]	32	32	28	32	28	28	28	28
Berücksichtigung Dauerhaftigkeit [-]	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
charakteristische Zugfestigkeit $f_{y,k}$ [ N/mm <sup>2</sup> ]	500	500	500	500	500	500	500	500
berücksichtigter Durchmesser Zuggliedes $D_{\text{Zug}}$ [ mm ]	32	32	28	32	28	28	28	28
charakteristischer Widerstand Zugglied $R_k$ [ kN ]	402,1	402,1	307,9	402,1	307,9	307,9	307,9	307,9
gewählter Bohrdurchmesser $D_{\text{Bohr}}$ [ mm ]	92	92	92	92	92	92	75	75
gewählte Bohrlänge $l_{\text{Bohr}}$ [ m ]	3	3	3	3	3	3	2,5	2,5
charakteristische äußere Tragfähigkeit $R_{a,k}$ [ kN ]	303,5	303,5	303,5	303,5	303,5	303,5	206,2	206,2

1.3 charakteristische Einwirkungen

*Seitliche Abspannungen:*

Seitenabspannung oberes Tragseil  $E_{\text{OTS,k}}$  [ kN ] 230  
 Seitenabspannung oberes Mittelseil  $E_{\text{OMS,k}}$  [ kN ]  
 Seitenabspannung unteres Mittelseil  $E_{\text{UMS,k}}$  [ kN ]  
 Seitenabspannung unteres Tragseil  $E_{\text{UTS,k}}$  [ kN ]

Anmerkung: - die seitliche Abspannung von oberem und unterem Tragseil erfolgt über einen Felsnagel

*Bergseitige Abspannungen:*

äußere Abspannpunkte  $E_{\text{BA,a,k}}$  [ kN ] 74  
 innere Abspannpunkte  $E_{\text{BA,i,k}}$  [ kN ] 74

*Stützengründung:*

Hangparallele Horizontalkraft  $E_{\text{St,H,k}}$  [ kN ] 97  
 Biegemoment  $M_{\text{St,k}}$  [ kNm ] -  
 resultierende Kraft im Zuganker  $E_{\text{H,Z,k}}$  [ kN ] 137  
 resultierende Kraft im Druckanker  $E_{\text{H,D,k}}$  [ kN ] 97

**Ersatzneubau Straße Am Buchenberg, Mittweida OT Ringethal**  
**Hangsicherung**  
**Dimensionierung der Felsnägel**

**Position: Fangzaun 1**

1.4 Bemessungssituation und Teilsicherheitsbeiwerte

Bemessungssituation nach DIN EN 1997-1:		BS-A
Teilsicherheitsbeiwerte Einwirkungen:		
ständige Einwirkungen $\gamma_G$	[-]	1,00
veränderliche Einwirkungen $\gamma_Q$	[-]	1,00
Teilsicherheitsbeiwerte Widerstände:		
Herauszieh-Widerstand Felsnagel $\gamma_a$	[-]	1,20
Zugglied auf Druck $\gamma_{M0}$	[-]	1,00
Zugglied auf Zug $\gamma_{M2}$	[-]	1,25

**2. Nachweis der inneren und äußeren Tragfähigkeit der Kleinverpresspfähle**

2.1 Nachweis der äußeren Tragfähigkeit

Position im Zaun	Seitenabspannungen				bergseitige Abspannung		Stützengründung	
	oberes Tragseil	oberes Mittelseil	unteres Mittelseil	unteres Tragseil	äußere	innere	Zuganker	Druckanker
charakteristische äußere Tragfähigkeit $R_{a,k}$ [kN]	303,5	303,5	303,5	303,5	303,5	303,5	206,2	206,2
Bemessungswiderstand äußere Tragfähigkeit $R_{a,d}$ [kN]	252,9	252,9	252,9	252,9	252,9	252,9	171,8	171,8
charakteristische Einwirkung $E_k$ [kN]	230	0	0	0	74	74	137	97
Einwirkung auf Bemessungsniveau $E_d$ [kN]	230	0	0	0	74	74	137	97
Nachweis der äußeren Tragfähigkeit $\mu = E_d / R_{a,d}$ [-]	0,91	0,00	0,00	0,00	0,29	0,29	0,80	0,56
Bemerkung [-]	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt

2.2 Nachweis der inneren Tragfähigkeit

Position im Zaun	Seitenabspannungen				bergseitige Abspannung		Stützengründung	
	oberes Tragseil	oberes Mittelseil	unteres Mittelseil	unteres Tragseil	äußere	innere	Zuganker	Druckanker
charakteristischer Widerstand Zugglied $R_k$ [kN]	402,1	402,1	307,9	402,1	307,9	307,9	307,9	307,9
Bemessungswiderstand innere Tragfähigkeit $R_{i,d}$ [kN]	321,7	321,7	246,3	321,7	246,3	246,3	246,3	307,9
charakteristische Einwirkung $E_k$ [kN]	230	0	0	0	74	74	137	97
Einwirkung auf Bemessungsniveau $E_d$ [kN]	230	0	0	0	74	74	137	97
Nachweis der inneren Tragfähigkeit $\mu = E_d / R_{i,d}$ [-]	0,71	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,56	0,32
Bemerkung [-]	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt

**Anmerkungen:**

     Eingabewerte

Einwirkungen in den einzelnen Verankerungspunkten gemäß den Angaben des Zaunherstellers, siehe schematische Darstellung zur statischen Berechnung



**Ersatzneubau Straße Am Buchenberg, Mittweida OT Ringethal**  
**Hangsicherung**  
**Dimensionierung der Felsnägel**

**Position: Fangzaun 1 (Alternative Gründung)**

**1. Eingabewerte**

1.1.charakteristische Bodenkennwerte

charakteristische Grenzmantelreibung  $\tau_{\text{grenz,k}}$  [ kN/m<sup>2</sup> ] 350

1.2 Geometrie Felsnägel

Position im Zaun	Seitenabspannungen				bergseitige Abspannung		Stützengründung	
	oberes Tragseil	oberes Mittelseil	unteres Mittelseil	unteres Tragseil	äußere	innere	Zuganker	Druckanker
gewählter Nageltyp [-]	TITAN 30/11	TITAN 30/11	TITAN 30/11	TITAN 30/11	TITAN 30/11	TITAN 30/11	TITAN 30/11	TITAN 30/11
Ausbildung [-]	verzinkt	verzinkt	verzinkt	verzinkt	verzinkt	verzinkt	verzinkt	verzinkt
nominaler Durchmesser Zugglied $D_{\text{Zug}}$ [ mm ]	30	30	30	30	30	30	30	30
Berücksichtigung Dauerhaftigkeit [-]	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
charakteristische Zugfestigkeit $f_{y,k}$ [ N/mm <sup>2</sup> ]	555	555	555	555	555	555	555	555
berücksichtigter Durchmesser Zugglied $D_{\text{Zug}}$ [ mm ]	30	30	30	30	30	30	30	30
charakteristischer Widerstand Zugglied $R_k$ [ kN ]	392,3	392,3	392,3	392,3	392,3	392,3	392,3	392,3
gewählter Bohrdurchmesser $D_{\text{Bohr}}$ [ mm ]	92	92	92	92	92	92	75	75
gewählte Bohrlänge $l_{\text{Bohr}}$ [ m ]	3	3	3	3	3	3	2,5	2,5
charakteristische äußere Tragfähigkeit $R_{a,k}$ [ kN ]	303,5	303,5	303,5	303,5	303,5	303,5	206,2	206,2

1.3 charakteristische Einwirkungen

*Seitliche Abspannungen:*

Seitenabspannung oberes Tragseil  $E_{\text{OTS,k}}$  [ kN ] 230  
 Seitenabspannung oberes Mittelseil  $E_{\text{OMS,k}}$  [ kN ]  
 Seitenabspannung unteres Mittelseil  $E_{\text{UMS,k}}$  [ kN ]  
 Seitenabspannung unteres Tragseil  $E_{\text{UTS,k}}$  [ kN ]

Anmerkung: - die seitliche Abspannung von oberem und unterem Tragseil erfolgt über einen Felsnagel

*Bergseitige Abspannungen:*

äußere Abspannpunkte  $E_{\text{BA,a,k}}$  [ kN ] 74  
 innere Abspannpunkte  $E_{\text{BA,i,k}}$  [ kN ] 74

*Stützengründung:*

Hangparallele Horizontalkraft  $E_{\text{St,H,k}}$  [ kN ] 97  
 Biegemoment  $M_{\text{St,k}}$  [ kNm ] -  
 resultierende Kraft im Zuganker  $E_{\text{H,Z,k}}$  [ kN ] 137  
 resultierende Kraft im Druckanker  $E_{\text{H,D,k}}$  [ kN ] 97

**Ersatzneubau Straße Am Buchenberg, Mittweida OT Ringethal**  
**Hangsicherung**  
**Dimensionierung der Felsnägel**

**Position: Fangzaun 1 (Alternative Gründung)**

1.4 Bemessungssituation und Teilsicherheitsbeiwerte

Bemessungssituation nach DIN EN 1997-1:		BS-A
Teilsicherheitsbeiwerte Einwirkungen:		
ständige Einwirkungen $\gamma_G$	[-]	1,00
veränderliche Einwirkungen $\gamma_Q$	[-]	1,00
Teilsicherheitsbeiwerte Widerstände:		
Herauszieh-Widerstand Felsnagel $\gamma_a$	[-]	1,20
Zugglied auf Druck $\gamma_{M0}$	[-]	1,00
Zugglied auf Zug $\gamma_{M2}$	[-]	1,25

2. Nachweis der inneren und äußeren Tragfähigkeit der Kleinverpresspfähle

2.1 Nachweis der äußeren Tragfähigkeit

Position im Zaun	Seitenabspannungen				bergseitige Abspannung		Stützensgründung	
	oberes Tragseil	oberes Mittelseil	unteres Mittelseil	unteres Tragseil	äußere	innere	Zuganker	Druckanker
charakteristische äußere Tragfähigkeit $R_{a,k}$ [kN]	303,5	303,5	303,5	303,5	303,5	303,5	206,2	206,2
Bemessungswiderstand äußere Tragfähigkeit $R_{a,d}$ [kN]	252,9	252,9	252,9	252,9	252,9	252,9	171,8	171,8
charakteristische Einwirkung $E_k$ [kN]	230	0	0	0	74	74	137	97
Einwirkung auf Bemessungsniveau $E_d$ [kN]	230	0	0	0	74	74	137	97
Nachweis der äußeren Tragfähigkeit $\mu = E_d / R_{a,d}$ [-]	0,91	0,00	0,00	0,00	0,29	0,29	0,80	0,56
Bemerkung [-]	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt

2.2 Nachweis der inneren Tragfähigkeit

Position im Zaun	Seitenabspannungen				bergseitige Abspannung		Stützensgründung	
	oberes Tragseil	oberes Mittelseil	unteres Mittelseil	unteres Tragseil	äußere	innere	Zuganker	Druckanker
charakteristischer Widerstand Zugglied $R_k$ [kN]	392,3	392,3	392,3	392,3	392,3	392,3	392,3	392,3
Bemessungswiderstand innere Tragfähigkeit $R_{i,d}$ [kN]	313,8	313,8	313,8	313,8	313,8	313,8	313,8	392,3
charakteristische Einwirkung $E_k$ [kN]	230	0	0	0	74	74	137	97
Einwirkung auf Bemessungsniveau $E_d$ [kN]	230	0	0	0	74	74	137	97
Nachweis der inneren Tragfähigkeit $\mu = E_d / R_{i,d}$ [-]	0,73	0,00	0,00	0,00	0,24	0,24	0,44	0,25
Bemerkung [-]	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt	Nachweis erfüllt

Anmerkungen:

Eingabewerte

Einwirkungen in den einzelnen Verankerungspunkten gemäß den Angaben des Zaunherstellers, siehe schematische Darstellung zur statischen Berechnung