

Risikobetrachtung Sofortsicherung



I N G E N I E U R E
Dr. Köhler & Kirschstein GmbH

vgs INGENIEURE · Amstädter Straße 28 · 99096 Erfurt

DB ProjektBau GmbH
Niederlassung Mitte I.BV-MI-P(7)
Herr Waldecker
Frankenstraße 1 - 3
56068 Koblenz

Baugrundinstitut
Baugrundlabor
Erd- und Grundbau
Ingenieurgeologie
Felsbau
Ingenieurbau
Wasserbau
Spezialtiefbau
Umwelttechnik
Landschaftsbau

Anerkannt nach RAP Stra für
Eignungsprüfungen und
Kontrollprüfungen an Böden,
Bodenverbesserungen, Mineral-
und Recyclingbaustoffen

Erfurt · Leipzig · Magdeburg

Hauptsitz Erfurt
Amstädter Straße 28
99096 Erfurt
Tel. +49 (0) 361 789 34 - 0
Fax. +49 (0) 361 789 34 56
e-Mail: vgs@vgs-ing.de
www:\vgs-ing.de

↳ Ihr Schreiben

↳ Ihr Zeichen

↳ Bearbeiter/unser Zeichen

↳ Datum

K0 4235_Schlossberg-Sofortsicherung-Risikobetrachtung.doc

10.3.2009

Fels- und Hangsicherungsmaßnahmen „Mittelrheintal“ TO 31 – Schlossberg Kilometer 103,55 bis 103,64

Akute Gefährdung der Gleisanlage durch Rutschungen und Steinschlag

RISIKOBETRACHTUNG

Sehr geehrter Herr Waldecker,

auf der Grundlage der geotechnischen Bewertung einer aktiven /akuten Schuttrinne bei Streckenkilometer 103,55, rechts der Bahn, wurde eine entsprechende Risikoeinschätzung erstellt, die nach Abwägung der geotechnischen Verhältnisse ein akute Gefährdung der Betriebssicherheit begründet und deshalb die Durchführung einer Sofortsicherung des oben benannten Bereiches rechtfertigt. Der entsprechende erste Bericht von vgs Ingenieure vom 18.2.2009 muß hier hinsichtlich der Ausdehnung des sofort zu sichernden Hanges fortgeschrieben werden, da nach der Baufeldfreimachung die nördliche Hälfte der Hangschuttablagerung und die im Felshang darüber liegenden mobilen Felsblöcke ebenfalls als akut gefährdet eingeschätzt werden müssen.

1 Streckendaten/ Örtliche Gegebenheiten:

Strecke: 3507 Niederlahnstein - Wiesbaden
Lage: rechts
Kilometer: 103,55 bis 103,64
Höhe Gleis: ~ 74müNN
Höhe Rinne: ~ 160müNN
Höhe aktive Rinne: ~ 85m
Breite im Hang: zwischen 5m und 10m
Breite am Hangfuß: 60 bis 70m 8oberhalb vorhanden Stützwände)

von grund auf sicher

Geschäftsführer	HRB 107260	Bankverbindungen		
Dr.-Ing. Ulf Köhler	Ust-ID: DE222687280	Commerzbank Weimar	BLZ: 82040000	Konto: 4591004
Dipl.-Ing. Mario Kirschstein	St-Nr.: 151/166/41604	Sparkasse Mittelthüringen	BLZ: 82051000	Konto: 130119830

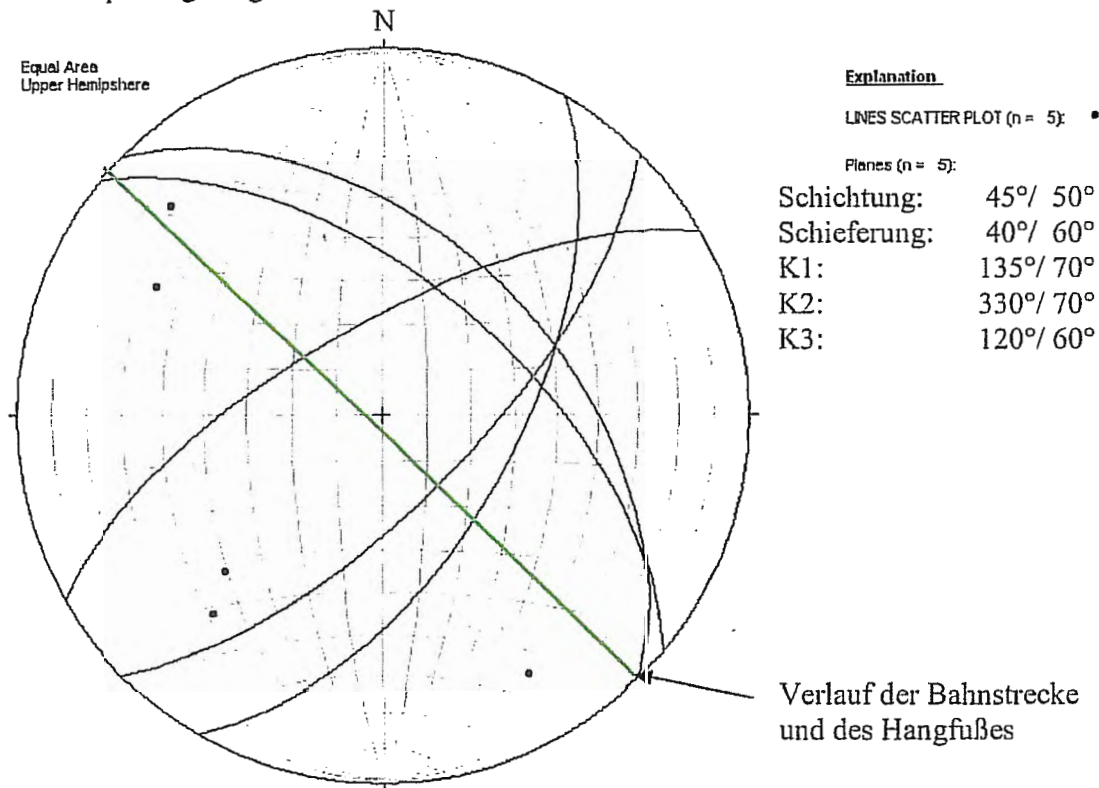
Dr.-Ing. Ulf Köhler ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Gründungsschäden, Baugrunderkundung, Bodenmechanik und Geokunststoffe
Anerkannt als Gutachter des EISENBAHN-BUNDESAMTES für Erd- und Grundbau, Felsbau und Geokunststoffe

2 Geologische Situation:

In diesem Abschnitt treten Tonschiefer mit dünnen, bis 10 cm mächtigen, quarzitischen Sandsteinlagen zutage. Die Schichten werden der Hunsrückschiefer, insbesondere der Siegen – Fazies zugeordnet. Diese sind auf Schichten des Unterems aufgeschoben. Die in sich stark gefalteten Tonschiefer sind an listrischen Aufschiebungen steil aufgestellt. Die anstehenden Schichten werden in die Bodenklasse 5 und Bodenklasse 6 klassifiziert.

Im Hang haben sich Rippen und Rinnen ausgebildet. Aus den Felsrippen kommt es zum Abgleiten von Blöcken nach SW, ausbrechende Blöcke nach NW rotieren. Die Blöcke können Größen bis mehrere Kubikmeter erreichen. Die Rinnen sind mit Rutschmassen gefüllt, für die eine Mächtigkeit zwischen 3 m und 6 m angenommen wird. Lokal können insbesondere im unteren Hangbereich höhere Mächtigkeiten auftreten. Einzelne Blöcke überschreiten kaum $0,25 \text{ m}^3$. Im oberen Hangbereich steigt der Anteil an Feinmaterial im Schuttmaterial.

Entwurzelte Bäume und Schäden in Form von Rissen in den Stützmauern zeugen von der hohen Aktivität der Rutschungen. Der Fangraum im unteren Bereich ist bereits komplett mit Schuttmaterial ausgefüllt. Aus den Felsriegeln können Blöcke ausbrechen, die ungehindert das Gleis erreichen. Es besteht erhöhte Gefahr eines Murenabgangs, der aufgrund des fehlenden Fangraums bis in das Lichtraumprofil gelangen kann.



Anhand der Darstellung im Stereonetz ist zu erkennen, dass die Schichtung bzw. Schieferung nahezu senkrecht, 80° bis 90° , auf den Kluftrichtungen K1 und K3 stehen. Die Gesteinsschichten zeigen ein Einfallen parallel zum Streichen des Hanges. Die Flächen K1 und K3 dienen als Gleitflächen und begünstigen das Abgleiten von Blöcken nach SW. Blöcke die sich auf der Gleitfläche K2 lösen rotieren.

3 Gefährdungssituation im gesamten Bauabschnitt

Die Gefährdungssituation im gesamten Bauabschnitt ist nach den geotechnischen Aufnahmen im Gelände in der Abbildung 1 dargestellt und nach den Kategorien mittlere, hohe und akute Gefährdung eingeteilt. Im baulichen Sinne, sind die „Lieferanten“ von Gefahren, die technisch zu bewerten sind in 2 Hauptgruppen zu teilen:

Hauptgruppe 1

sind die potentiellen Rutschungen und Murgänge. Es sind 4 größere Rutschflächen unterteilt. Im mittleren Baufeld „hockt“ in einer sehr langen, gekrümmten Erosionsrinne eine akute Rutschung mit Murganggefahr. Die größere Gefahr der Murgänge ist die kinetische Energie. I.d.R. ausgelöst durch Wasser werden die Schuttmassen mobil und können sich den Hang abwärts wie eine Flüssigkeit bewegen. Im besonderen Falle des akuten Bereiches kann ein Murgang auch eine rezente Rutschmasse überströmen.

In allen Rutschflächen sind die typischen Abflachungen der Böschungen als Resultat der Massenanhäufung vor Stützwänden und/oder Fangraumwänden festgestellt worden. Sie sind Zeugen einer über viel Jahrzehnte hinweg angehäuften Verschärfung der Gefahr. Grundsätzlich muß – trotz der bekanntermaßen extrem hohen Aufwendungen- die Entnahme von Schuttmassen gegen konstruktive Sicherungen der vorhandenen Massen abgewogen werden. Dieser Gestaltungsgrundsatz gilt auch für Sofortmaßnahmen.

Außerdem muß bei den bevorstehenden Planungen berücksichtigt werden, welche Auswirkung die Baumaßnahmen auf das Gesamtsystem „Hang-Stützwand-Bahn-Stützwand-Straße“ bis zum Rhein hinab haben können. Die Rutschung 2 hat bereits die untere Begrenzung (Stützwand) so stark belastet, dass sie in Längsrichtung mehrfach gerissen ist. Wird in diesem System eine weitere Lasterhöhung oberhalb der bestehenden Stützwand etabliert (z.B. durch den Bau einer Murgangssperre), muß auch das gesamte Böschungssystem samt Stützwänden unterhalb betrachtet werden, weil hauptsächlich im Abschnitt der „Rutschung 2“ die Gefahr einer unter der Bahn durchgreifenden Rutschung potentiell in Betracht gezogen werden muß.

Hauptgruppe 2

sind die potentiellen Gefahren, die von herab fallenden Steinen ausgehen können. Hier sind die wichtigsten „Liefergebiete“ in Abbildung 1 dargestellt. Es sind meist steile Felsklippen, mit bis zu 150 m³ großen Felsmassen. Steinschlag kann sich auf geradem Wege oder über Bermen und Rinnen ausbreiten. Die Falllinien und die auftretenden Energien sind im Rahmen der weiteren Planungen zu definieren. Für geradlinige Fallstrecken kommen meist nur Steinschlagschutzzäune in Frage. Da wo Bermen zur Verfügung stehen, tendieren wir dazu, Zäune so anzuordnen, dass der Steintransport entlang der Bermen und in Richtung von möglichst großen Fangraumreserven gerichtet wird.

Im Weiteren ist der akute Bereich (rote Signaturen in Abbildung 1) zu betrachten. Dabei sind die Sicherungsmaßnahmen so auszuwählen, dass ein möglichst störungsfreier Bahnbetrieb möglich ist und dass in die spätere Gesamtplanung der Sicherungsmaßnahmen einbezogen werden können.

4 RISIKOEINSCHÄTZUNG

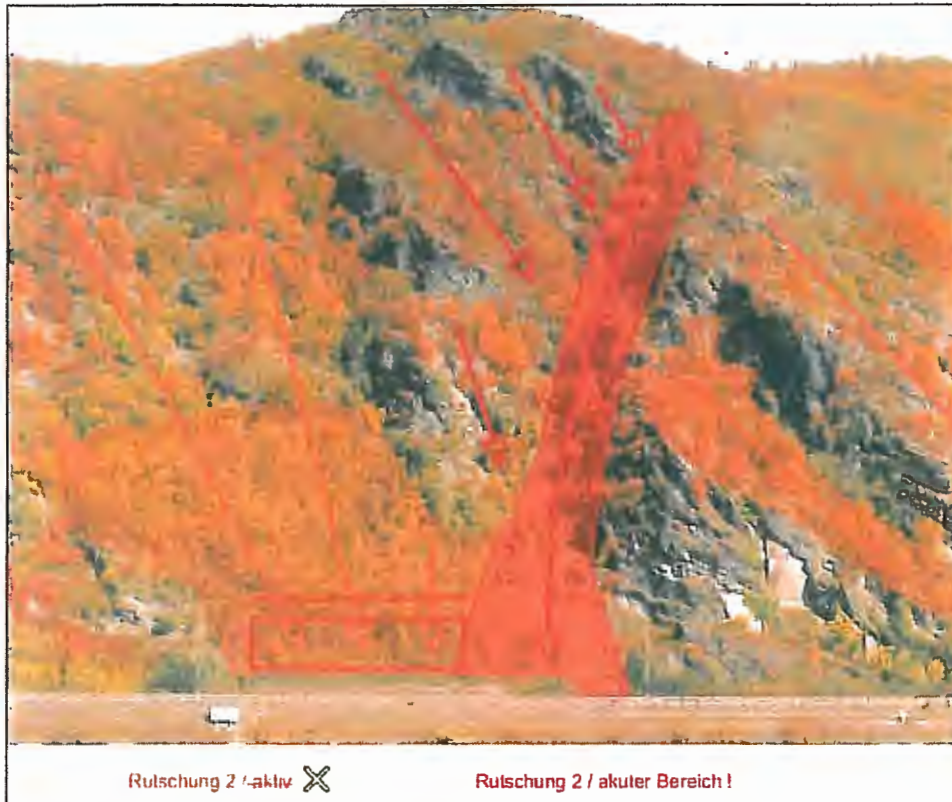


Abbildung 1: Bereich der Schuttrinne mit akuter Gefahr; der anfänglich als „aktiver“ Bereich eingeschätzte Abschnitt ist auch akut gefährdet und muß ebenso mit Fangzaun (Linie) und Steinschlagschutzzaun (Rechteck) gesichert werden

Die als akut einzuschätzende Rinne erstreckt sich annähernd rechtwinklig zum Gleis; *rot schraffiert*. Der Kegelfuß wird derzeit noch auf ca. 20 m Länge von einer ca. 0,7...0,8 m hohen Mauer und auf etwa 10 m Länge von einer 2 ...3 m hohen überfüllten Stützmauer vor dem Abrutschen in Richtung Gleis gehalten.

Bei der Bauaufreimung wurde eindeutig festgestellt, dass sich die nördlich anschließende Schuttablagerung der benachbarten Felsböschungen vor der höheren Stützmauer zu einer zusammenhängenden murenartigen Schuttzunge vereinigt.

Im mittleren und oberen Rinnenbereich liegende Fangmauern sind entweder nicht mehr vorhanden oder aber reichen nicht mehr in das Rinnenprofil hinein. Erschwerend kommt die direkte Gleisnähe hinzu. Schuttmassen im unteren m³-Bereich wurden in den letzten Jahren durch die DBAG an dieser Stelle aus dem Gleis geräumt.

Aus der südlich gelegenen Nordflanke des Felsriegels 02 ausbrechende Steine und weit oberhalb liegende mobile Felsen erreichen ungehindert die Schuttrinne und das „Rollfeld“ der breiten Schuttablagerung und können auf Grund der hohen Anfangsenergie über diese bis direkt zum Gleis abrollen. Dies belegen die Funde einzelner Steine auf der hangabgewandten Seite der DB-Strecke.

Ursache für die jetzt bedrohliche Situation ist die Tatsache, dass die ursprünglich offensichtlich nur als Fangraumbegrenzung errichtete Mauer inzwischen die Funktion einer stark belasteten und in Bereichen bereits überlasteten (vertikale Risse in der Mauer deuten schon auf Zugbruch hin) Stützmauer ausüben muß. Ein symptomatischer Fall.

Rutschmassen aus den nördlichen gelegenen Südflanken des Felsriegels 03 erreichen die Rinne und füllen diese auf. Dabei handelt es sich überwiegend um vergleichsweise langsame Rutschbewegungen. Diese Rutschmassen füllen die oben beschriebene Rinne auf, dürften aber die Gleisanlagen nicht direkt erreichen.

Die Neigung von Rinne und „Rollfeld“ schwankt zwischen 38° am Hangfuß (flach!!) und steigt im mittleren und oberen Hangbereich auf bis zu 55° an. Diese Hangneigungen wurden mit dem Klinometer des Geologenkompass aufgenommen. Anhand der Höhenlinien in den Lageplänen ergeben sich im Schnitt Neigungen zwischen 40° und 44°. Entscheidend sind auch die Beobachtungen ingenieurbio-logischer Merkmale. In den Rutschungen 1 und 2 sind im frühen Herbstaspekt zeitlich zu früh liegende Entlaubungen und vielfach Säbelwuchs zu beobachten. Das sind eindeutige Hinweise auf laufende Rutschvorgänge, die immer wieder die Wurzeln abscheren und damit die frühere Entlaubung und vielfach auch Baumsterben auslösen.

Auf Grund der beobachteten Ereignisse der letzten Jahre, der Hanggeometrie, der interpolierten Trennflächenverläufe, der Kornverteilung des angesammelten Schuttmateriales sowie auf Grund des nicht mehr vorhandenen Fangraumes am Hangfuß (kleine Fangmauer und die Stützmauer über-voll) ist die beschriebene Rutschung als akut einzustufen. Beide Mauern werden inzwischen schlicht von jeder Art abgehendem Material überströmt.

Als auslösender Faktor für das Abrutschen großer Schuttmassen müssen nach den Erfahrungen angrenzender Rutschhänge und auf Grund der örtlichen Gegebenheiten das Entfernen von Restbewuchs sowie extreme Starkregen angesehen werden. Insbesondere Niederschläge können das System jederzeit zum Kippen bringen.

Jede Art einer hydromechanischen Mobilisierung von Geröllern muß zum Überströmen der Gleisanlagen mit soliflukktivem Material führen. Dabei kann jede noch so geringe Materialumlagerung im Hang mit Wasserbewegung als Initial für einen Strömungsvorgang wirken, es kommt zu einem lokalen Totalverlust der Standsicherheit, der sich dann hangaufwärts fortsetzen muß, denn die Schutt-ablagerung in der Rinne weist mindestens bis 110...120 m NN Höhe mehrere Meter Mächtigkeit auf. Kommt nur eine 1m dicker „Schwarte“ in Gang, so muß mit einer Geröllmasse von 500 bis > 1000 m³ gerechnet werden, die dann definitiv beide Gleise überströmt und auch die Straße erreicht.

Wir halten aus diesem Grunde die Durchführung einer Sofortsicherung für zwingend notwendig.

5 Sicherungsmaßnahmen im akuten Abschnitt

Die technischen Lösungen für die Sicherungsmaßnahmen gehen auf unterschiedliche Weise auf die potentiellen Gefährdungen ein.

Weit oberhalb liegende Felshänge auf beiden Seiten der Rinne, die mit vertretbarem Aufwand nicht mehr direkt gesichert werden können, sind Lieferanten von Steinen. Entsprechend der Steinschlagsimulation sind Schutzzäune auf ein Einschlagereignis bis etwa 1500...2000 KJ und 4m Höhe (nördlich ca. 30 m) sowie 5 m Höhe (südlich ca. 40 m) auszulegen.

Die Sicherung der Schuttbedeckung in der Rinne hat hinsichtlich der zu wählenden Sicherungsmaßnahmen eine komplexe Dimension. Die vor Ort sichtbaren Defraktionierungen von feineren Körnungen im unteren Schichtenaufbau und gröberen im oberen sind typisch für derartige Ablagerungen von Verwitterungsschutt direkt am Hangfuß. Sie sind im wörtlichen Sinne rollig und mobil. Die Mischung aus Schwerkrafttransport und solifluidaler Ablagerung kann praktisch nur zu labilen Systemen führen. Tritt über längere Zeiträume Wasser in die Böschung ein und füllt den Schuttkörper auf, kommt es zwangsläufig zum „Kippen“ des Systems. Im vorliegenden Falle ist das Auftreten einer Mure mit Ausbrechen der verflüssigten Schuttmassen und Überströmen der Gleisanlage die Hauptgefahr. Hinweise auf dieses Szenario sind die Zugrisse in der Stützwand am Gleis.

Ein schlaffes System der Verankerung kann hier nicht ausreichend Sicherheit bieten. Schlaffe Systeme, wie z.B. Vernagelung oder Verdübelung erreichen ihre Wirkung erst durch Reibungsarbeit in dem zu sichernden Bodenkörper. Das ist hier nicht ausreichend, da weitere Bewegungen den Totalverlust der Stützwand (zumindest partiell) zur Folge haben werden.

Es wird deshalb ein vorgespanntes System aus einer weitständigen, hoch belasteten Vernagelung mit schwerem Netz und Vorspannung in den Ankerpunkten gewählt. Die Vorspannung führt Kräfte ins System ein, die von der Stützwand am Fuß des Hanges wegführen. Das schafft eine technische und zeitliche Reserve für die Sicherung der unteren (hier nicht relevanten) Stützwand.

Für diesen Zweck sind ausschließlich Ringnetze zu bevorzugen, da sie bei der Verteilung der großen Kräfte in der Böschungsoberfläche die größte Robustheit und Flexibilität aufweisen. Auf keinen Fall sind für diese Art der Sicherung Rechteckgeflechte geeignet, da sie zum Reißverschlussfekt neigen, wenn lokale Drahtrisse auftreten. Ringnetze sind bereits als Komponenten in Steinschlagschutzzäunen im Felsbau etabliert.

Mobile Felsblöcke in der südlichen Felswand können partiell am Steinschlagschutzzaun vorbeifliegen. Eine Sicherung an der Felswand ist riskant und aus naturschutzfachlicher Sicht immer zu vermeiden. Im südlichen ca. 22 m langen Abschnitt mit bisher nur niedriger Stützwand soll daher die Kombination der ohnehin erforderlichen Steinschlagschutzverbauung mit der Erhöhung der Fangraumwand neben dem Gleis in Form einer Gabionenwand mit Trockenmauerschale vorgesehen werden.


Dr.-Ing. Ulf Köhler
Geschäftsführer

Dr.-Ing. U. Köhler
Gutachter für Geotechnik
im Eisenbahnbau
Tätigkeitsbereiche:
Erd- und Grundbau,
Felsbau, Gesteinskunststoffe
Nr.: 21/02/0282
anerkannt durch das
Eisenbahn-Bundesamt