



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

Eisenbahn-Bundesamt  
Heinemannstraße 6  
53175 Bonn

Betreff: Verlängerung der Zulassung der Geobrugg Spiralseil-Anker

# Geotechnische Dokumentation der Geobrugg Spiralseil-Anker

Fels- und Hangsicherungsmaßnahmen von sieben Beispielprojekten



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

**Zentrale Witten:** Rosi-Wolfstein-Straße 6, D-58453 Witten, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, [zentrale@dr-spang.de](mailto:zentrale@dr-spang.de)  
<http://www.dr-spang.de>

**Niederlassungen:** 73734 Esslingen/Neckar, Weilstr. 29, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, [esslingen@dr-spang.de](mailto:esslingen@dr-spang.de)  
60528 Frankfurt/Main, Rennbahnstraße 72 – 74, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, [frankfurt@dr-spang.de](mailto:frankfurt@dr-spang.de)  
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Str. 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, [freiberg@dr-spang.de](mailto:freiberg@dr-spang.de)  
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, [hamburg@dr-spang.de](mailto:hamburg@dr-spang.de)  
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, [naumburg@dr-spang.de](mailto:naumburg@dr-spang.de)  
90491 Nürnberg, Erlenstegenstr. 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, [nuernberg@dr-spang.de](mailto:nuernberg@dr-spang.de)

**Banken:** Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDEDDB430  
Stadtsparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN



---

INHALT	SEITE
<b>1. UHU TUNNEL</b>	<b>3</b>
1.1 Projekt	3
1.2 Sicherungsmaßnahmen	3
<b>2. KAAN MARIENBORN</b>	<b>5</b>
2.1 Projekt	5
2.2 Sicherungsmaßnahmen	5
<b>3. FELLERDILLN</b>	<b>7</b>
3.1 Projekt	7
3.2 Sicherungsmaßnahmen	7
<b>4. WINKHAUSER TUNNEL</b>	<b>9</b>
4.1 Projekt	9
4.2 Sicherungsmaßnahmen	9
<b>5. ZACHENBERG</b>	<b>11</b>
5.1 Projekt	11
5.2 Sicherungsmaßnahmen	11
<b>6. MATTINGER HÄNGE</b>	<b>13</b>
6.1 Projekt	13
6.2 Sicherungsmaßnahmen	13
<b>7. HAGEN-OBERHAGEN (DIERINGHAUSEN)</b>	<b>15</b>
7.1 Projekt	15
7.2 Sicherungsmaßnahmen	15
<b>8. FAZIT</b>	<b>17</b>
<b>9. ANLAGEN</b>	
<b>Anlage 1:</b>	Übersicht über Beispielprojekte mit verbauten Spiralseil-Ankern
	(1)



## 1. UHU TUNNEL

### 1.1 Projekt

Nördlich des ehemaligen Haltepunktes Klusenstein durchfährt die eingleisige, nicht elektrifizierte DB-Strecke 2853 Menden – Neuenrade auf einer Länge von 117 m mit dem Uhu-Tunnel einen Bergsporn. Vor und hinter dem Tunnel quert die Strecke mit Brückenbauwerken die Hönne sowie die Kreisstraße 515. Das Tunnelportal am Tunnelende bei Bahn-km 6,998 besitzt kein eigenständiges Portalbauwerk. Der bestehende Portalkranz geht unmittelbar in den senkrecht anstehenden Fels über.

Die 2011 durchgeführte geotechnische Begutachtung der südlichen Portalwand des Uhu-Tunnels an der DB-Strecke 2853 bei km 6,998 hat bestätigt, dass Stein- und Blockschlagrisiken bestehen, die zu einer Gefährdung des Schienenverkehrs führen.

### 1.2 Sicherungsmaßnahmen

Im Rahmen der Maßnahme wurden zur dauerhaften Sicherung der DB-Strecke 2853 Menden – Neuenrade die bestehenden tlw. nicht mehr intakten und dem Stand der Technik entsprechenden Sicherungen (Fangzaun und Übernetzung) rückgebaut. Zur dauerhaften Sicherung der Felsböschung wurde ein Steinschlagschutzzaun sowie eine Übernetzung einer sich talseitig des Schutzaunes anschließenden Teilfläche ausgeführt [Bild 1]. Zur Sicherung von Einzelrisiken wurden rückverankerte Spritzbetonplomben hergestellt.

Insgesamt wurden zur Sicherung der Felsböschung ca. 25 m Fangzaun (Energieaufnahmevermögen  $\geq 750$  kJ; Höhe ca. 3,5 m), ca. 450 m<sup>2</sup> Übernetzung und ca. 3 Spritzbetonplomben ausgeführt. Des Weiteren wurden im Rahmen der herzustellenden Sicherungssysteme ca. 6 m Fangzaun und ca. 100 m<sup>2</sup> Übernetzung rückgebaut.

Zur dauerhaften Verankerung der Seilabspannungen des Fangzauns sowie der Randseile der Übernetzung wurden Spiralseil-Anker mit Durchmessern von 10,5; 14,5 sowie 18,5 mm verwendet [Bild 2; Anlage 1].



DR. SPANG

Erfahrungsbericht Spiralseilanker

Seite 4

28.02.2018



**Bild 1:** Fangzaun und Übernetzung am Uhu-Tunnel (2013/2014)



**Bild 2:** Seilabspannungen vom Fangzaun (2013/2014)



## 2. KAAN MARIENBORN

### 2.1 Projekt

Die zu sichernde Felsböschung befindet sich an der zweigleisigen, elektrifizierten, HAS Hagen Hbf – Haiger von km 108,600 bis km 108,810, rechts der Bahn, im Bereich der Gemeinde Siegen, Gemarkung Kaan-Marienborn. Im Rahmen eines Ortstermins im März 2014 wurden neben dem Gleisbereich Stein- und Blockschläge festgestellt. Bedingt durch die zunehmende Verwitterung und den daraus folgenden Stein- und Blockschlägen durch Abgänge von Blöcken und Gesteinstrümmern bis in den Gleisbereich war die Betriebssicherheit der DB-Strecke gefährdet.

### 2.2 Sicherungsmaßnahmen

Zur dauerhaften Sicherung der DB-Strecke wurden in diesem Streckenabschnitt die Felsausbisse mit über Felsnägel rückverankerten und vorgespannten Übernetzungen gesichert [Bild 3]. Hierzu wurden vorwiegend Übernetzungen mit dem System TECCO G65/3 von Geobrugg hergestellt.

Die zur Ausführung kommenden Übernetzungen bestehen aus einem über Felsnägel und Randseile befestigten, hochfesten Stahldrahtgeflecht, das mit Felsnägeln auf die zu sichernden Böschungsberiche befestigt wird. Zur dauerhaften Verankerung der Randseile der Übernetzung wurden Spiralseil-Anker mit Durchmessern von 10,5 und 14,5 mm verwendet [Bild 4; Anlage 1].



DR. SPANG



**Bild 3:** Übernetzung in Kaan-Marienborn (2014)



**Bild 4:** Verankerung der Randseile über Spiralseil-Anker (2014)



### 3. FELLERDILLN

#### 3.1 Projekt

Die zu sichernde Felsböschung befindet sich an der zweigleisigen, elektrifizierten Strecke HAS Hagen Hbf – Haiger von km 122,950 bis km 123,830, links der Bahn, im Bereich der Gemeinde, Haiger Stadt, Gemarkung Fellerdilln. Im Rahmen eines Ortstermins im März 2014 wurden neben dem Gleisbereich Stein- und Blockschlüsse festgestellt. Bedingt durch die zunehmende Verwitterung und den daraus folgenden Stein- und Blockschlüsse durch Abgänge von Blöcken und Gesteinstrümmern bis in den Gleisbereich war die Betriebssicherheit der DB-Strecke gefährdet.

#### 3.2 Sicherungsmaßnahmen

Zur dauerhaften Sicherung der DB-Strecke wurden in diesem Streckenabschnitt die Felsausbisse mit über Felsnägel rückverankerten und vorgespannten Übernetzungen und bergseitig daran anschließenden Auffangschürzen gesichert [Bild 5]. Hierzu wurden vorwiegend Übernetzungen mit dem System TECCO G65/3 von Geobrugg hergestellt. Die Bespannung der bergseitig daran anschließenden Auffangschürzen wurden entsprechend der talseitigen Übernetzung hergestellt.

Die zur Ausführung kommenden Übernetzungen bestehen aus einem über Felsnägel und Randseile befestigten, hochfesten Stahldrahtgeflecht, das mit Felsnägeln auf die zu sichernden Böschungsberiche befestigt wird. Zur dauerhaften Verankerung der Randseile der Übernetzung wurden Spiralseil-Anker mit Durchmessern von 10,5 und 14,5 mm verwendet [Bild 6; Anlage 1].



**Bild 5:** Übernetzung und Auffangschürze in Fellerdilln (2014)



**Bild 6:** Verwendete Spiralseil-Anker (2014)



## 4. WINKHAUSER TUNNEL

### 4.1 Projekt

Direkt am Winkhauser Tunnel ereignete sich im April 2011 ein lokales Versagen eines Felskörpers mit ca. 5 m<sup>3</sup>. Es handelt sich um den Bereich bei km 21,880 rechts und oberhalb der Bahnstrecke Hagen - Oberhagen - Dieringhausen, DB Strecke 2810. Die Strecke 2810 Hagen - Oberhagen - Dieringhausen ist eine eingleisige, nicht-elektrifizierte Bahnstrecke.

Die Strecke verläuft im betrachteten Abschnitt in NNW-SSO Richtung im Tal der Volme. Der Bereich mit einer Länge von rd. 140 m liegt in einem einseitigen Einschnitt. Rechts der Bahn befindet sich die o.a. Festgesteinböschung mit einer Gesamthöhe von etwa 15 m, die auf den streckenparallel geführten Flügel des Portals des Winkhauser Tunnels zuläuft. Der Einschnitt hat eine Neigung von ca. 55°, lokal auch bis zu 80°.

### 4.2 Sicherungsmaßnahmen

Zur Vermeidung von weiteren Ausbrüchen wurde eine Übernetzung zwischen ca. km 21,760 und km 21,900 ausgeführt. Insgesamt wurde eine Fläche von ca. 2.500 m<sup>2</sup> übernetzt. Die Übernetzung erfolgte mit dem System SPIDER® von Geobrugg mit Maschendrahthinterlegung. Bergseitig wurde eine Auffangschürze (Länge ca. 140 m) angebracht [Bild 7].

Zur dauerhaften Verankerung der Seilabspannungen der Auffangschürze sowie der Randseile der Übernetzung wurden Spiralseil-Anker mit Durchmessern von 14,5 mm verwendet [Bild 8; Anlage 1].



DR. SPANG



**Bild 7:** Übernetzung und Auffangschürze am Winkhauser Tunnel (2014/2015)



**Bild 8:** Spiralseil-Anker zur Abspaltung der Übernetzung (2014/2015)



## 5. ZACHENBERG

### 5.1 Projekt

Die eingleisige, nicht elektrifizierte DB-Strecke 5634, Landshut – Bayerisch Eisenstein, verläuft im betrachteten Abschnitt in ostwestliche Richtung. Der Bereich der DB-Strecke 5634 zwischen Bahn km 99,380 und 99,530 befindet sich in einem ca. 25 m tiefen Felseinschnitt mit einer Böschungsneigung beidseitig der Bahn, zwischen ca. 60° und 90°. Die Höhe der freien Felsböschung steigt von 0 m auf maximal ca. 20 m südlich, rechts der Bahn (r.d.B.) bzw. 16 m links der Bahn (l.d.B.) in der Mitte an, um am Ende wieder auf 0 m zurückzugehen.

Eine geotechnische Untersuchung im Jahr 2008 hat ergeben, dass flächige Steinschlag- und Blockschlagrisiken sowie Felssturzrisiken bestehen, die erhebliche Risiken für die bahnbetrieblichen Einrichtungen darstellen. Eine Gefährdung für Personen ist somit nicht auszuschließen.

### 5.2 Sicherungsmaßnahmen

Zur dauerhaften Sicherung wurden die Felsböschungen links und rechts der Bahn mit einem Spiralseilnetz (System SPIDER® von Geobrugg) mit Maschendrahtunterlegung (max. 50 x 50 mm) übernetzt [Bild 9]. Insgesamt wurden zur Sicherung ca. 5.200 m² Übernetzung mit Spiralseilnetz mit einer r.d.B. als oberer Abschluss anschließenden Auffangschürze (Länge ca. 180 m) ausgeführt.

Zur dauerhaften Verankerung der Seilabspannungen der Auffangschürze sowie der Randseile der Übernetzung wurden Spiralseil-Anker mit Durchmessern von 14,5 mm verwendet [Bild 10; Anlage 1].



DR. SPANG



**Bild 9:** Übernetzung und Auffangschürze in Zachenberg (2013/2014)



**Bild 10:** Rückgespannte Auffangschürze System Tecco (2013/2014)



## 6. MATTINGER HÄNGE

### 6.1 Projekt

Die DB-Strecke 5851, Regensburg Hbf. StW 6 - Ingolstadt Hbf. führt zwischen km 10,200 und 13,250 über weite Abschnitte unmittelbar am Fuß bis zu 60 m hoher, überwiegend vertikaler und teilweise auch überhängender Felswände entlang. Der Bahnkörper der elektrifizierten Hauptbahn verläuft auf ganzer Länge auf einem unterschiedlich hohen Damm in der, unmittelbar an die Felswände rechts der Bahn angrenzenden Talaue der Donau [Bild 11].

Im Bereich der Felswände kommt es auf diesem Streckenabschnitt zu wiederkehrenden Beeinträchtigungen durch Stein- und Blockschläge, welche eine anhaltende Gefährdung für den Bahnverkehr darstellen.

### 6.2 Sicherungsmaßnahmen

Insgesamt wurden zur Sicherung der verschiedenen Abschnitte ca. 7.550 m<sup>2</sup> Übernetzung mit Spiralseilnetz, ca. 65 m Fangzaun mit einem Energieaufnahmevermögen von 250 kJ, ca. 450 m Fangzaun (Energieaufnahmevermögen von 500 kJ) sowie ca. 545 m Fangzaun (Energieaufnahmevermögen von 1.000 kJ) sowie ca. 215 m Auffangschürze ausgeführt. Zur Sicherung von Großrisiken wurden zusätzlich Einzelvernagelungen sowie Spannseilumgurtungen ausgeführt. Des Weiteren wurde ein Netzvorhang hergestellt.

Zur Befestigung der Randseile der Übernetzungen, zur bergseitigen Abspaltung der Fangzäune sowie zur Abspaltung der Auffangschürze wurden Spiralseil-Anker mit Durchmessern von 14,5 sowie 18,5 mm verwendet [Bild 12; Anlage 1].



DR. SPANG



**Bild 11:** Fangzäune, Übernetzungen und Auffangschürzen an den Mattinger Hängen (2012/2013)



**Bild 12:** Seilabspannungen vom Fangzaun (2012/2013)



## 7. HAGEN-OBERHAGEN (DIERINGHAUSEN)

### 7.1 Projekt

Die ehemals zweigleisige, nicht elektrifizierte DB-Strecke 2810, Hagen-Oberhagen – Dieringhausen durchfährt im Streckenabschnitt zwischen Rummenohl und Brügge (Westf.) im Anschluss an die Überquerung der Bundesstraße B 54 und der Volme mehrere Bergsporne. Bei sieben Felsböschungen zwischen Bahn-km 14,970 und Bahn-km 21,000 r.d.B und l.d.B an der Strecke 2810 wurden bei Regelbegutachtungen bei 1 Böschung l.d.B. und 6 Böschungen r.d.B. Bereiche lokalisiert, die zu einer Einschränkung der Betriebssicherheit der Strecke führen können.

### 7.2 Sicherungsmaßnahmen

Als Sicherungsmaßnahme wurde eine Kombination aus Steinschlagschutzzäunen und Übernetzungen sowie Spritzbeton- und Einzelsicherungen ausgeführt [Bild 13]. Insgesamt wurden zur Sicherung der sieben Felsböschungen ca. 320 m Fangzaun und ca. 11.690 m<sup>2</sup> Übernetzung ausgeführt. Nach örtlicher Festlegung wurden Einzelsicherungen und Spritzbetonunterfangungen hergestellt. Des Weiteren wurden im Rahmen der Maßnahme jeweils auf der Länge der einzelnen Sicherungsbereiche die bergseitigen Bahngräben geleert und nach Festlegung der Bereiche durch die BÜ die Randwege modelliert.

Zur Befestigung der Randseile der Übernetzungen sowie zur bergseitigen Abspannung der Fangzäune wurden Spiralseil-Anker mit Durchmessern von 10,5 und 14,5 mm verwendet [Bild 14; Anlage 1].



**Bild 13:** Übernetzungen und Fangzäune in Hagen-Oberhagen (Dieringhausen) (2016/2017)



**Bild 14:** Spiralseil-Anker zur Abspaltung der Übernetzung (2016/2017)



DR. SPANG

## 8. Fazit

Die Spiralseil-Anker von Geobrugg wurden zur dauerhaften Verankerung von Trag- und Rückhalteseilen von Fangzäunen, zur Befestigung von Randseilen von Böschungsstabilisierungssystemen sowie zur Abspannung von Tragseilen von Auffangschürzen bei einer Vielzahl von Projekten eingesetzt. Eine Übersicht über die Beispielprojekte und die bei den Sicherungsmaßnahmen verwendeten Spiralseil-Anker findet sich in [Anlage 1]. Der Einbau erfolgte gemäß den Vorgaben von Geobrugg. Die Verwendung der Geobrugg Spiralseil-Anker erfüllt nachhaltig die gestellten Anforderungen zur Stabilisierung der vorhandenen Felsböschungen.

Aufgestellt: Witten, 12.03.2018.

ppa.



Dipl.-Ing. Lutz Diener  
(vom EBA anerkannter Sachverständiger  
für Geotechnik im Eisenbahnbau)

i. A. (gezeichnet)

M. Sc. Kristina Klein  
(Projektgeologin)