



## **Ausführung eines Drahtzaunes als Abrollschutz („Ösenankerzaun“)**

Die Zentralstelle Ingenieurbauwerke und Georisiken (ZIG) der Bayerischen Staatsbauverwaltung hat in den Jahren 2019, 2022 und 2023 umfangreiche Versuche zur Rückhaltefähigkeit von Drahtzäunen als Abrollschutz mit Bauhöhen von 1,50 m (vgl. Abschnitt 1) bzw. 2,30 m (vgl. Abschnitt 2) durchgeführt. Diese wurden zwischenzeitlich auch in diversen wissenschaftlichen Publikationen veröffentlicht.

Aus den Versuchen ergeben sich untenstehende Ausführungsempfehlungen für eine Bauweise mit hochfesten Geflechtes, welche ein sicheres Zurückhalten von naturnahen Sturzblöcken mit einer Energie von 60 kJ gewährleistet. Bei allen Versuchen war der verwendete Drahtzaun darüber hinaus in der Lage – allerdings bei einer deutlich reduzierten Restnutzhöhe – einen weiteren Sturzblock mit einer Energie von 80 kJ zurückzuhalten.

Ist eine Rückhaltefähigkeit von 10 kJ hinreichend, können Änderungen in der Bauweise gemäß Abschnitt 3 unter Anwendung eines „einfachen“ Geflechtes vorgenommen werden.

Grundsätzlich wurden die Versuche in Anlehnung an EAD 340059-00-0106 (Titel „Falling Rock Protection Kits“) durchgeführt.

## 1) Konfiguration für eine Rückhaltefähigkeit von bis zu 60 kJ, Bauhöhe 1,50 m

*Richtzeichnungen befinden sich in Anhang 1A und 1B.*

- Zaunhöhe (Lage des oberen Tragseils): 1,50 m.
- Stütze („Steher“): Vollstabtragglied DU 28 (Stahlgüte B500B) oder Hohlstabtragglied mit vergleichbarer Streckgrenze<sup>1</sup>, Einbindetiefe in den Untergrund: 1,0 m. Im unmittelbaren Bereich einer Böschungskrone oder bei außergewöhnlich ungünstigen geotechnischen Verhältnissen kann eine größere Einbindetiefe notwendig werden.
- Neigung des Zaunes: ca. 15-30° bergseits bezogen auf den Sturzvektor; ca. 60-75° ausgehend von der Hangneigung.
- Feldbreite: 2,50 m
- Abspannung jeder Stütze (an Bügelmutter) bergseits: V-förmig auf feldmittig angeordneten Nagel (Winkel zwischen Stütze und Abspannnagel: 45°) mit Bügelmutter oder Ausbildung als Ösenanker, Seil DU 12 mm (Mindestbruchkraft: 90,7 kN, Nennfestigkeit min. 1770 N/mm<sup>2</sup>) mit zwei getrennten Seilen pro Stütze, Einbau von drei Seilklemmen je Seilende (am Abspannnagel sowie an der Bügelmutter der Stütze) in Anlehnung an DIN EN 13411-5.
- Drei Seile mit DU 12 mm (oberes/unteres Tragseil & Zwischenseil; Mindestbruchkraft: 90,7 kN, Nennfestigkeit: min. 1770 N/mm<sup>2</sup>), seitlich auf einen gemeinsamen Abspannnagel (leicht talseits gegenüber der Zaunachse versetzt), Winkel des oberen Tragseils auf seitlichen Abspannnagel: 45°.
- Seilführung: oberes/unteres Tragseil und Zwischenseil mittels hinreichend stabiler, aufgeschraubter oder geschmiedeter/angeschweißter Ösen bzw. Bügelmuttern, Seil freilaufend (an den Stützen nicht verklemmen).
- Seiltrennung nach 25-30 m; max. 50 m Zaunlänge, dann Werktrennung ggf. mit Überlappung.
- Getestete Geflechte:

Sigma 50/50/3,2 (Trumer Schutzbauten GmbH)

Slope Stabilization Mesh 120/65/3 (Trumer Schutzbauten GmbH)

Tecco G65/3 (Geobrugg AG)

Alle genannten Geflechte erfüllen laut den jeweiligen Datenblättern folgende Anforderungen: Zugfestigkeit Draht 1770 N/mm<sup>2</sup>, Durchmesser Draht: ≥ 3 mm, Durchstanzwiderstand Geflecht ≥ 100 kN.

- Geflecht bergseits anbringen
- Geflecht oben nach talseits umschlagen (min. 1,5 Maschen) und mittels (System-) Clips jede Masche verbinden (eine Verbindung mittels Pressklauen ist unzulässig)
- **Ausführungsvariante „Geflechtumschlag“** (vgl. Anlage 1; Abb. 3): Geflecht unten nach talseits umschlagen (min. 1,5 Maschen) und mittels (System-) Clips jede Masche verbinden, Geflecht als Einfallschürze unterhalb des unteren Tragseils nach bergseits führen (min. 50 cm; eine Verbindung mittels Pressklauen ist unzulässig)
- **Ausführungsvariante „Nähseil“** (vgl. Anlage 1; Abb. 4): Geflecht mittels Nähseil (Stahlseil, DU 4 mm) an unterem Tragseil in jeder Masche vernähen, Geflecht als Einfallschürze nach bergseits führen (min. 50 cm; eine Verbindung mittels Pressklauen ist unzulässig)

<sup>1</sup>Hohlstabtragglieder mit vergleichbarer Streckgrenze wurden bei einem Drahtzaun mit einer Bauhöhe von 1,50 m bis 50 kJ erfolgreich getestet und sollten daher bis zum Vorliegen ergänzender Versuche nicht in Anwendungsfällen eingesetzt werden, die eine höhere Rückhaltefähigkeit erfordern.

## 2) Konfiguration für eine Rückhaltefähigkeit von bis zu 60 kJ, Bauhöhe 2,30 m

***Richtzeichnungen befinden sich in Anhang 2A und 2B.***

- Zaunhöhe (Lage des oberen Tragseils): 2,30 m.
- Stütze („Steher“): Vollstabtragglied DU 32 (Stahlgüte B500B) oder Hohlstabtragglied mit vergleichbarer Streckgrenze, Einbindetiefe in den Untergrund: 1,0 m. Im unmittelbaren Bereich einer Böschungskrone oder bei außergewöhnlich ungünstigen geotechnischen Verhältnissen kann eine größere Einbindetiefe notwendig werden.
- Neigung des Zaunes: ca. 15-30° bergseits bezogen auf den Sturzvektor ca. 60-75° ausgehend von der Hangneigung.
- Feldbreite: 2,50 m
- Abspannung jeder Stütze (an Bügelmutter) bergseits: V-förmig auf feldmässig angeordneten Nagel (Winkel zwischen Stütze und Abspannnagel: 45°) mit Bügelmutter oder Ausbildung als Ösenanker, Seil DU 12 mm (Mindestbruchkraft: 90,7 kN, Nennfestigkeit: min. 1770 N/mm<sup>2</sup>) mit zwei getrennten Seilen pro Stütze, Einbau von drei Seilklemmen je Seilende (am Abspannnagel sowie an der Bügelmutter der Stütze) in Anlehnung an DIN EN 13411-5.
- Vier Seile mit DU 12 mm (oberes/unteres Tragseil & zwei Zwischenseile; Mindestbruchkraft: 90,7 kN, Nennfestigkeit: min. 1770 N/mm<sup>2</sup>), seitlich auf einen gemeinsamen Abspannnagel (leicht talseits gegenüber der Zaunachse versetzt), Winkel des oberen Tragseils auf seitlichen Abspannnagel: 45°.
- Seilführung: oberes/unteres Tragseil und Zwischenseile mittels hinreichend stabiler, aufgeschraubter oder geschmiedeter/angeschweißter Ösen bzw. Bügelmutter, Seile freilaufend (an den Stützen nicht verklemmen).
- Seiltrennung nach 25-30 m; max. 50 m Zaunlänge, dann Werktrennung ggf. mit Überlappung.
- Getestete Geflechte:

Sigma 50/50/3,2 (Trumer Schutzbauten GmbH)

Slope Stabilization Mesh 120/65/3 (Trumer Schutzbauten GmbH)

Tecco G65/3 (Geobrugg AG)

Alle genannten Geflechte erfüllen laut den jeweiligen Datenblättern folgende Anforderungen: Zugfestigkeit Draht  $\geq 1770 \text{ N/mm}^2$ , Durchmesser Draht:  $\geq 3 \text{ mm}$ , Längszugfestigkeit Geflecht  $\geq 150 \text{ kN/m}$ .

- Geflecht bergseits anbringen
- Geflecht oben nach talseits umschlagen (min. 1,5 Maschen) und mittels (System-) Clips jede Masche verbinden (eine Verbindung mittels Pressklauen ist unzulässig).
- **Ausführungsvariante „Geflechtumschlag“:** Geflecht unten nach talseits umschlagen (min. 1,5 Maschen) und mittels (System-) Clips jede Masche verbinden, Geflecht als Einfallschürze unterhalb des unteren Trageisls nach bergseits führen (min. 50 cm; eine Verbindung mittels Pressklauen ist unzulässig)
- **Ausführungsvariante „Nähseil“:** Geflecht mittels Nähseil (Stahlseil, DU min. 4 mm) an unterem Trageisil in jeder Masche vernähen, Geflecht als Einfallschürze nach bergseits führen (min. 50 cm; eine Verbindung mittels Pressklauen ist unzulässig)

### 3) Konfiguration für eine Rückhaltefähigkeit von bis zu 10 kJ, Bauhöhe 1,50 m

Ist eine Rückhaltefähigkeit von 10 kJ hinreichend, können folgende **Änderung an der Konfiguration für eine Rückhaltefähigkeit von bis zu 60 kJ, Bauhöhe 1,50 m** vorgenommen werden:

- Verringerung der Abspannungsanzahl bzw. der Anschlag von mehr als zwei Abspannungen an einen Abspannnagel
- Feldbreite bis 3,0 m
- Getestetes Geflecht:

60/60/3,1 (Trumer Schutzbauten GmbH)

Ebenso denkbar ist der Einsatz des Tecco G45/2 (Geobrugg AG).

Alle genannten Geflechte erfüllen laut den jeweiligen Datenblättern folgende Anforderungen: Zugfestigkeit Draht  $\geq 400 \text{ N/mm}^2$ , Durchmesser Draht  $\geq 2 \text{ mm}$ , Durchstanzwiderstand Geflecht  $\geq 24 \text{ kN}$ .

### 4) Hinweise:

- Es ist zu beachten, dass eine Befestigung/Fixierung des unteren Tragseiles mittels Kreuznägeln oder T-Profilen bei einer zu erwartenden Rückhaltefähigkeit von bis zu 60 kJ nicht zulässig ist. Es besteht die Gefahr, dass diese bei einem Treffer ruckartig gezogen und in den Verkehrsraum geschleudert werden.
- Ein Aufmuffen auf einen Felsnagel (bspw. an der oberen Nagelreihe einer Vernetzung) ist in der Regel nicht zulässig. Da diese Bauweise nicht getestet wurde, gilt sie als Sonderbauwerk, dessen Rückhaltefähigkeit ggf. deutlich von den Empfehlungen in Abschnitt 1 und 2 abweichen könnte.
- Bei der Festlegung der Trasse ist zu beachten, dass als Auslenkungsbereich mindestens eine Distanz zum Schutzgut freizuhalten ist, die der Bauhöhe des Drahtzaunes entspricht.
- Für den Drahtzaun ergeben sich aus den 2023 durchgeführten Versuchen (Bauhöhe 2,30 m) folgende maximale Belastungen für Einwirkungsenergien bis  $E_{\text{kin}} = 60 \text{ kJ}$ :

Tabelle 1: maximale durchschnittliche Seilkraft bezogen auf die Verankerungspunkte

<b>Verankerungspunkt</b>	<b>Maximale Kraft</b> kN	<b>Anzahl Seile</b> Stk	<b>Kraft je Seil</b> kN
$\Sigma$ Rückabspannung belastetes Feld	55,3	2	27,5
$\Sigma$ seitliche Abspannung horizontale Seile	132,3	4	33,0

Bei der Versuchsreihe an Drahtzäunen mit einer Bauhöhe von 1,50 m im Jahr 2019 traten vergleichbare Kräfte auf.

München, 21. Februar 2024

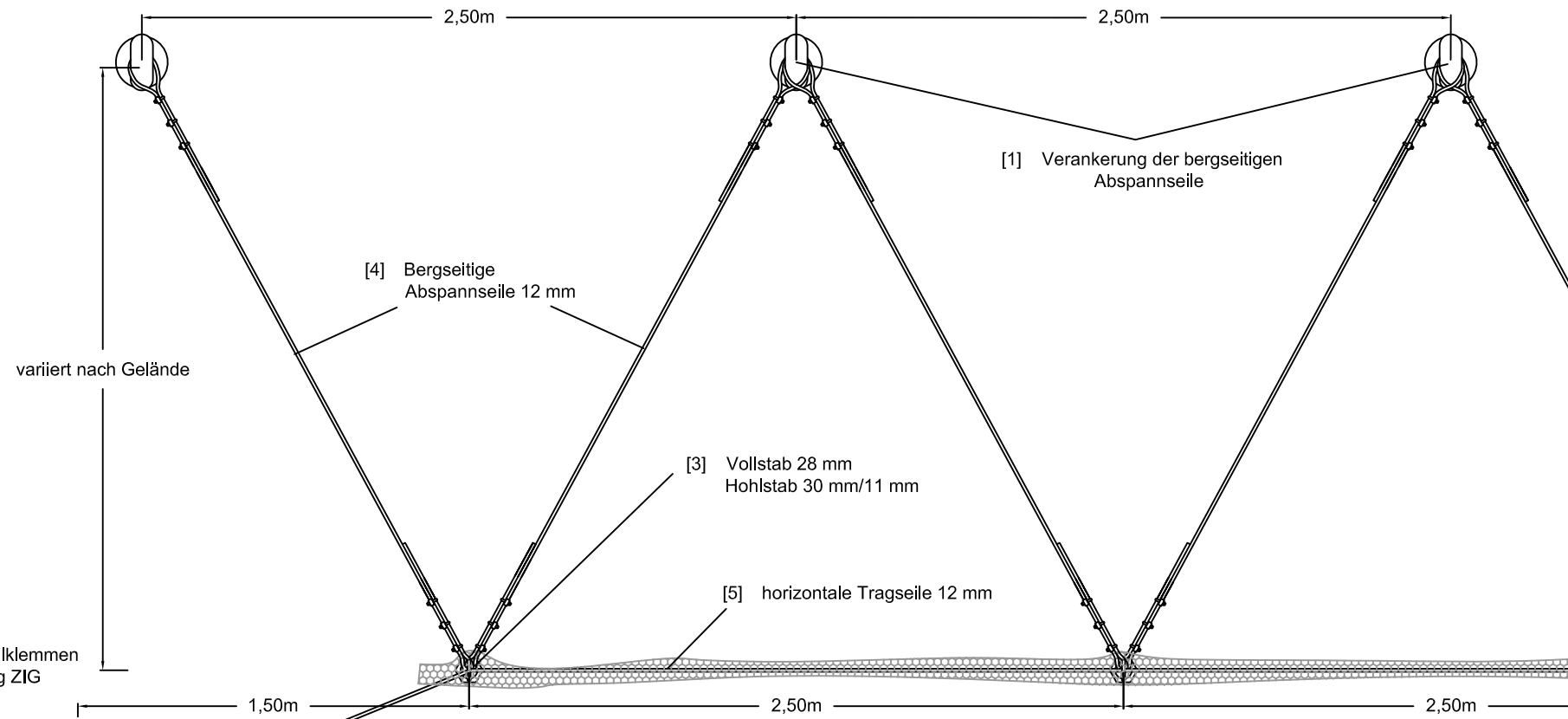
Zentralstelle Ingenieurbauwerke und Georisiken (ZIG)

der Bayerischen Staatsbauverwaltung

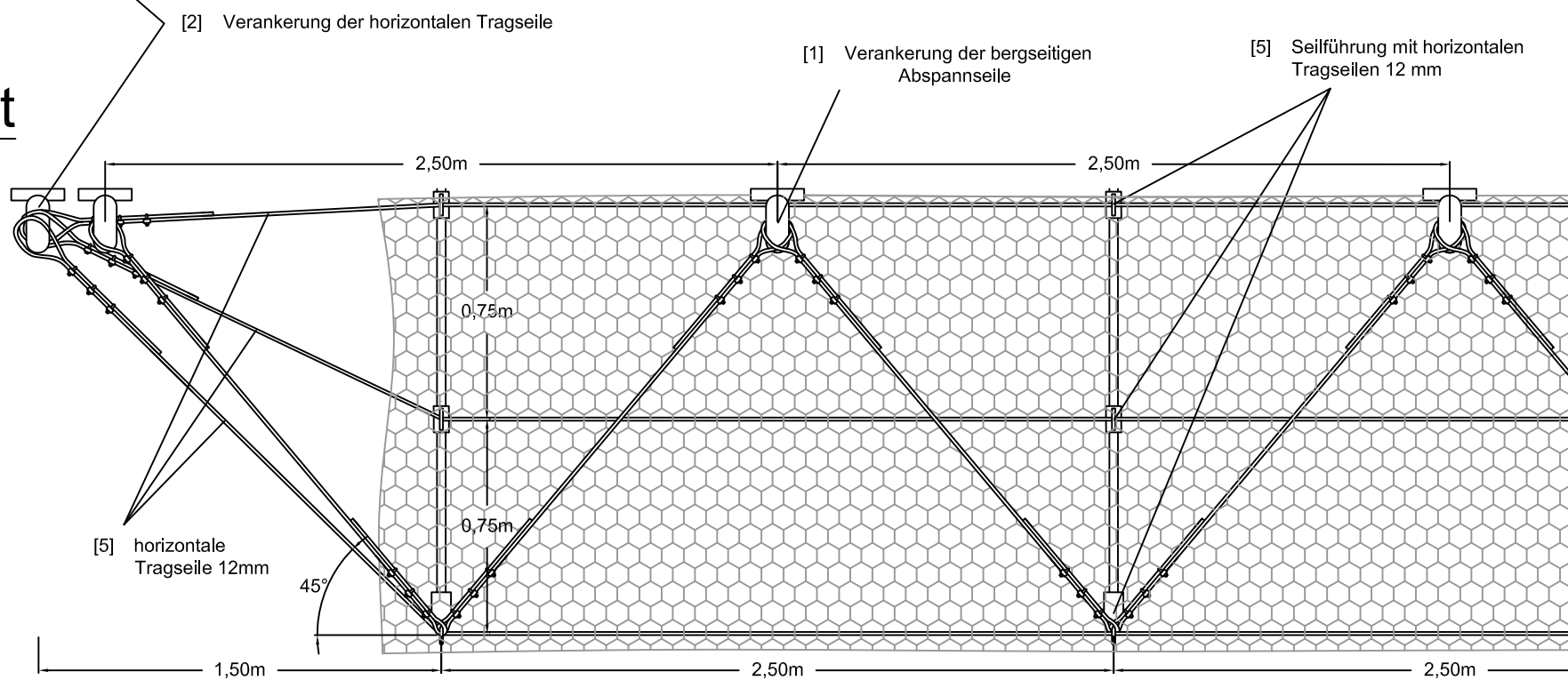
[georisiken@lbd.bayern.de](mailto:georisiken@lbd.bayern.de)

Tel.: 089-558918-555

# Ansicht



# Draufsicht



## Anhang 1A

Planersteller



Auftraggeber

Landesbaudirektion Bayern  
Zentralstelle Ingenieurbauwerke und Georisiken



Richtzeichnung zum Aufbau von  
Ösenankerzäunen orientiert an den  
Versuchen von Juli 2022.

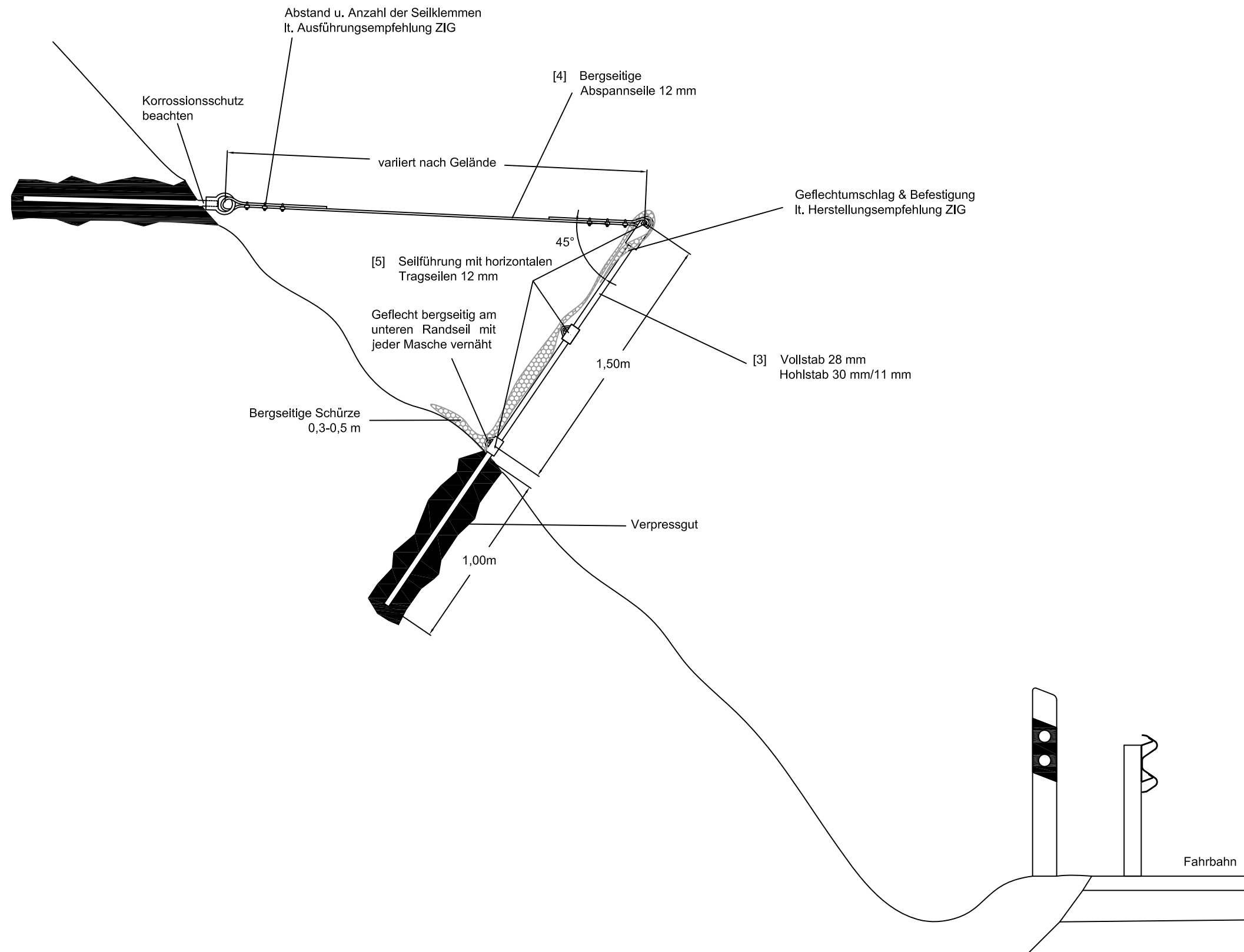
Ansicht, Draufsicht

M 1:25

14.02.2024



# Seitenansicht



## Anhang 1B

Planersteller



Auftraggeber

Landesbaudirektion Bayern  
Zentralstelle Ingenieurbauwerke und Georisiken



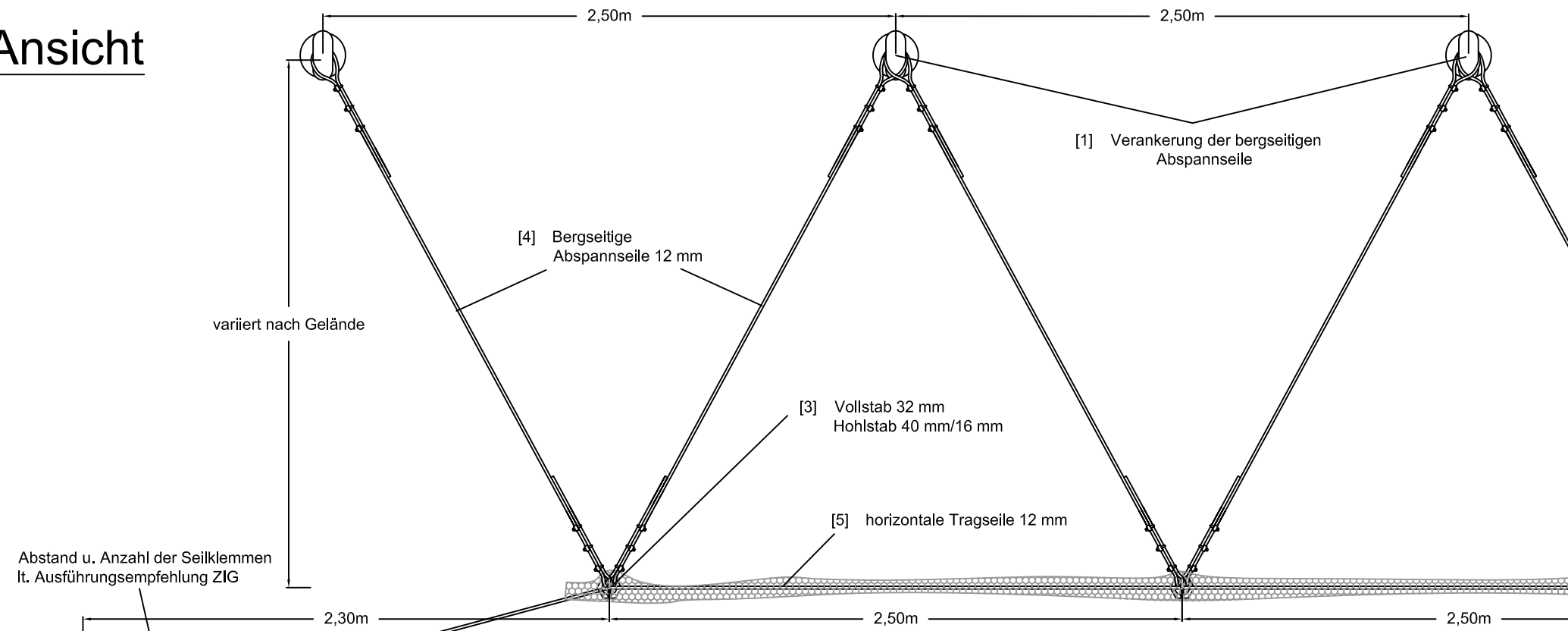
Richtzeichnung zum Aufbau von  
Ösenankerzäunen orientiert an den  
Versuchen von Juli 2022.

Seitenansicht

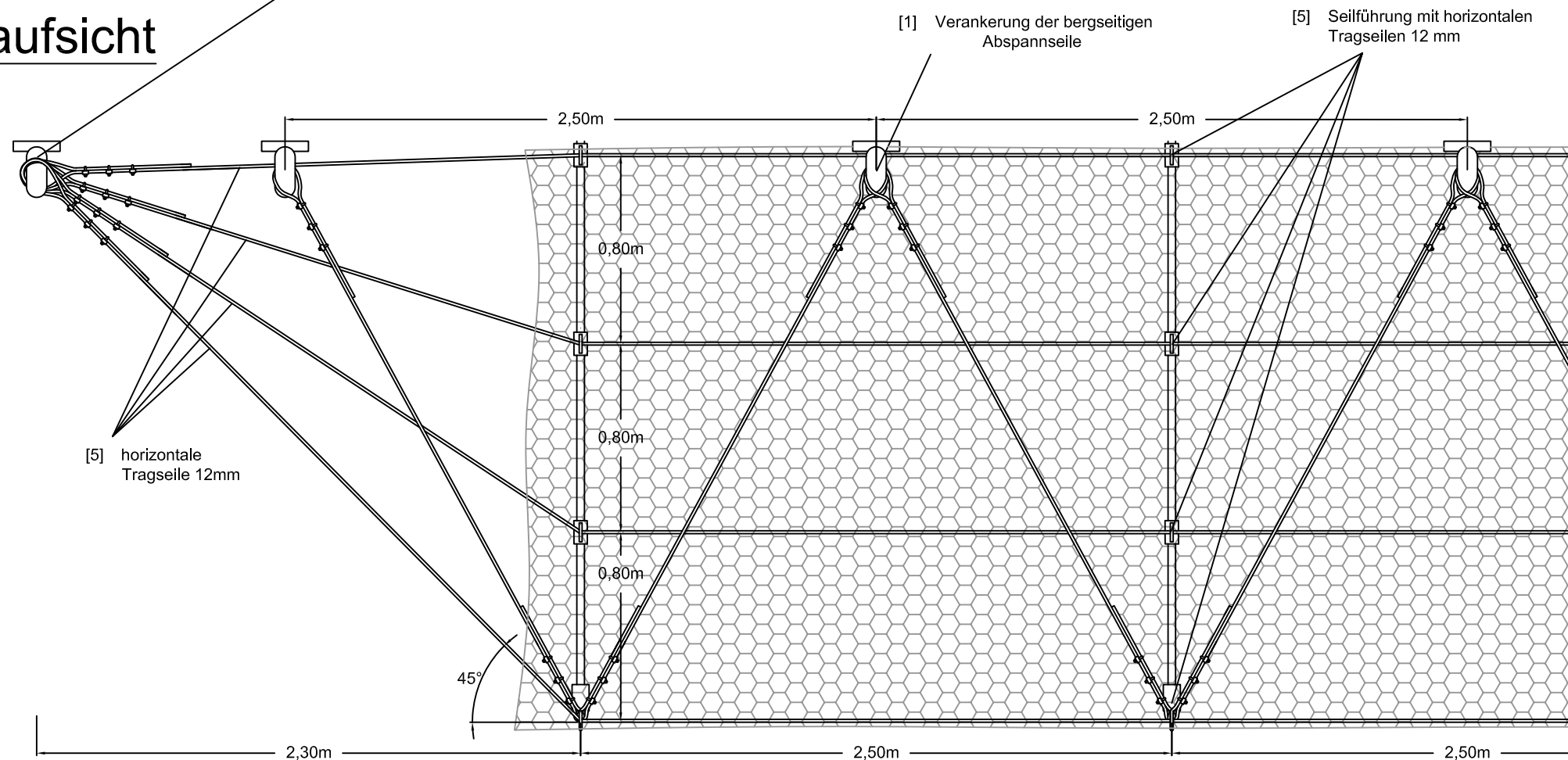
M 1:25

14.02.2024

# Ansicht



# Draufsicht



## Anhang 2A

Planersteller



Auftraggeber

Landesbaudirektion Bayern  
Zentralstelle Ingenieurbauwerke und Georisiken



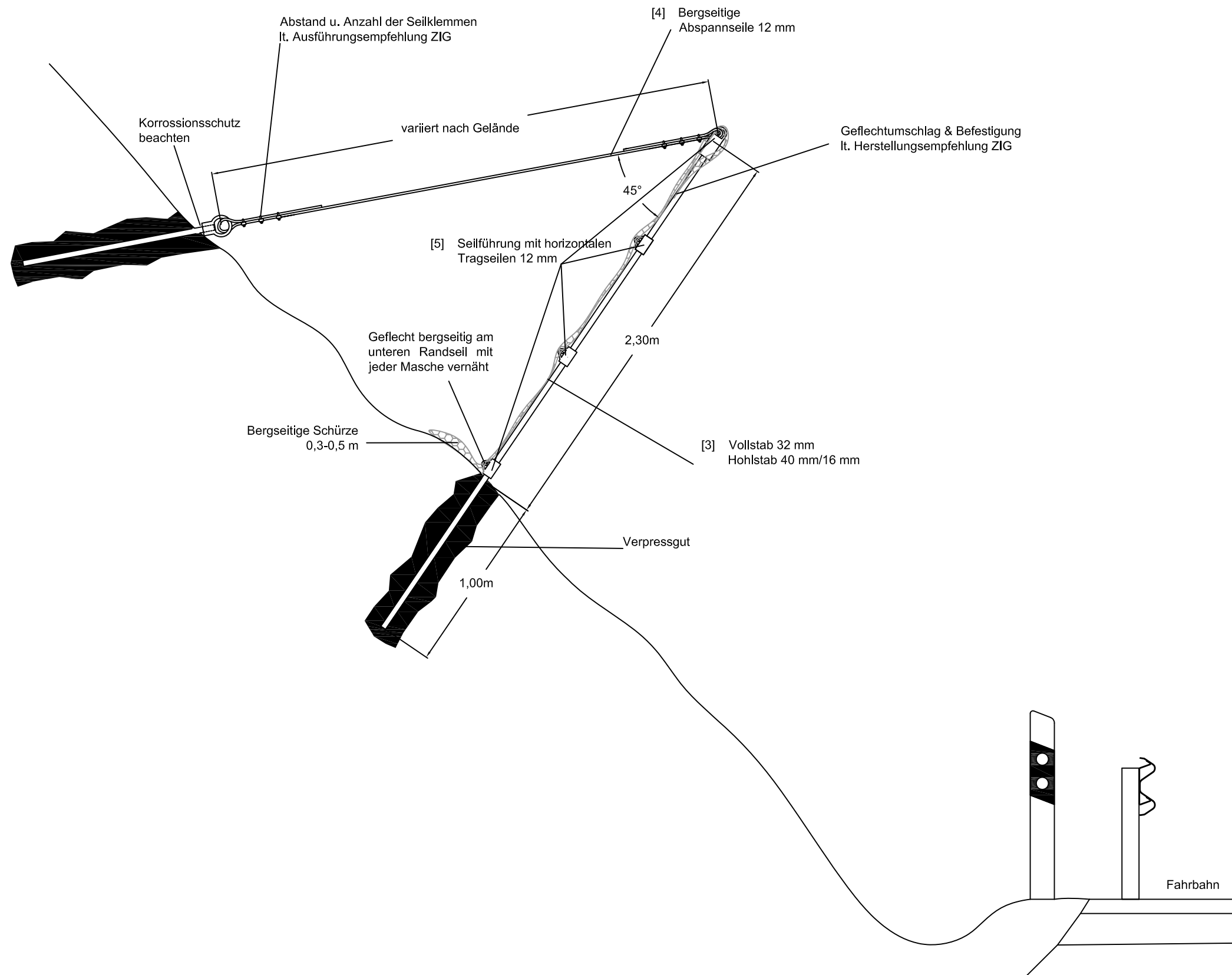
Richtzeichnung zum Aufbau von  
Ösenankerzäunen orientiert an den  
Versuchen von Juli 2023.

Ansicht, Draufsicht

M 1:25

14.02.2024

# Seitenansicht



## Anhang 2B

Planersteller



Auftraggeber

Landesbaudirektion Bayern  
Zentralstelle Ingenieurbauwerke und Georisiken



Richtzeichnung zum Aufbau von  
Ösenankerzäunen orientiert an den  
Versuchen von Juli 2023.

Seitenansicht

M 1:25

14.02.2024