

Kurzfassung

Geogitterbewehrte Steilböschungen unter Eisenbahnlasten – Langzeiterfahrungen nach 14 Nutzungsjahren

Dipl.-Ing. (FH) Anne Schultheiß,
Tensar International GmbH, Bonn

Dipl.-Ing. (FH) Clemens Haase
GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, Dresden

1 Einleitung

Auf der S-Bahn-Strecke 6183 Berlin-Schönholz – Hennigsdorf wurde im Jahr 1998 im Rahmen einer Ertüchtigungsmaßnahme eine Steilböschung mit geokunststoffbewehrter Erde zur Teilerneuerung eines vorhandenen Dammes errichtet (siehe Bild 1a und 1b). Mit der Dokumentation der Bauausführung und der Langzeitüberwachung bis 2002 war die GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH betraut.



Bild 1a und 1b: Einbau der einaxialen Geogitter Tensar SR 80 Juli 1998

Nach einer Expositionszeit von 14 Jahren wurden im November 2012 am Fuße des Stützbauwerkes an verschiedenen Stellen Materialproben des Geogitters entnommen. Diese Proben wurden anschließend nach DIN EN ISO 10319 (Zugversuch am breiten Streifen) auf deren Höchstzugfestigkeit getestet, um Aussagen über deren Langzeitbeständigkeit zu erhalten. Sonstige bauliche Maßnahmen oder Veränderungen am Stützbauwerk wurden bis zur Entnahme der Materialproben nicht vorgenommen.

Zum weiteren Umfang der Untersuchungen gehörten eine Zustandserfassung des Stützbauwerkes, die Bewertung der Gleislageentwicklung sowie eine Einschätzung des Instandhaltungsaufwandes.

2 Charakterisierung des Expositionszeitraums

Das S-Bahngleis oberhalb des Stützbauwerkes wurde im Dezember 1998 in Betrieb genommen. Über den gesamten Zeitraum bis zur Aufgrabung im November 2012 wurde das Bauwerk durch regelmäßigen S-Bahnverkehr beansprucht. Die eingebauten Geogitter befinden sich sowohl im äußeren als auch inneren Druckbereich gemäß Richtlinie 836 und waren bzw. sind damit den dynamisch wirkenden Eisenbahnlasten ausgesetzt. Der eingleisige Abschnitt wird von durchschnittlich 120 Zügen/Tag befahren. Dabei handelt es sich um Dreiviertelzüge mit einer Masse von etwa 180 t und 24 Achsen, die mit einer Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h fahren. Daraus ergeben sich ca. 21.600 Lasttonnen/Tag bei ca. 2.900 Achsübergängen/Tag. Aufgerechnet auf die Expositionszeit von 14 Jahren ergeben sich in Summe ca. 110 Mio. Lasttonnen bei ca. 14,8 Mio. Achsübergängen (= Lastwechsel).

Die Konstruktion war den jahreszeitlichen Witterungen mehrfach ausgesetzt. Gemäß Ril 836 befindet sich das Bauwerk im Frosteinwirkungsgebiet II.

Im Bereich der Stützkonstruktion stehen enggestufte Sande (SE) an. Diese wurden auch als Füllboden für den Aufbau des geogitterbewehrten Stützbauwerkes verwendet.



Bild 2: Zustand der Stützkonstruktion im September 2012

3 Entwicklung der Gleislage

Zur Bewertung der Gleislage und Gleislageentwicklung wurde ein aktueller Messschrieb mit den Ergebnissen der letzten beiden Messfahrten vom 29.05.2012 und 07.11.2012 ausgewertet (siehe Tab. 1). Die Auswertung erfolgte anhand der Längshöhe der linken und rechten Schiene, da diese Werte Rückschlüsse auf den Zustand des Tragsystems ermöglichen.

Tabelle 1: Auswertung des Gleismessschriebs

Station	Messung GMTZ 29.05.2012		Messung GMTZ 07.11.2012		
	LH links	LH rechts	LH links	LH rechts	
km 18,710	0	0	0	0	
km 18,720	0	0	0	0	
km 18,730	0	0	0	0	Anfang des Stützbauwerkes
km 18,740	0	0	0	0	
km 18,750	0	0	0	0	
km 18,760	0	0	0	0	
km 18,770	0	0	0	0	
km 18,780	1	1	0	1	
km 18,790	0	0	1	0	
km 18,800	0	0	0	0	
km 18,810	0	0	0	0	
km 18,820	0	0	0	0	
km 18,830	0	0	0	0	
km 18,840	0	0	0	0	
km 18,850	0	0	0	0	Ende des Stützbauwerkes
km 18,860	0	0	0	0	
km 18,870	0	0	0	0	

Legende:		
6	> SR _{lim} (17 mm)	
5	> SR ₁₀₀ (13 mm)	
4	> SR _A (10 mm)	
3	> 75 % SR _A (7,5 mm)	
2	> 50 % SR _A (5 mm)	
1	> 25 % SR _A (2,5 mm)	
0	≤ 25 % SR _A (2,5 mm)	

Die Auswertung des Messschriebs ergab, dass die Gleislagequalität im Bereich des Stützbauwerkes sehr gut ist. Es bestehen weder Einschränkungen der Gebrauchstauglichkeit, noch sind in naher Zukunft Maßnahmen zur Instandsetzung zu erwarten.

Die sehr gute Gleislagequalität wurde auch vom zuständigen Bezirksleiter Oberbau bestätigt, nach dessen Auskunft seit Inbetriebnahme keine Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich waren.

4 Ausbau und Bepflanzen der Geokunststoffe

4.1 Ausbau der Materialproben

Am 28.11.2012 wurden am Fuß des Stützbauwerkes fünf Handschürfe vorgenommen, um Geogitter ohne Beschädigung freizulegen (siehe Bild 3). Aus drei Schürfen wurde jeweils eine Probe entnommen. Bei einer der drei handelt es sich um einen Materialvorrat, der bereits beim Einbau zur späteren Beprobung vorgesehen wurde.



Bild 3: Suchschürfe im Juli 2012

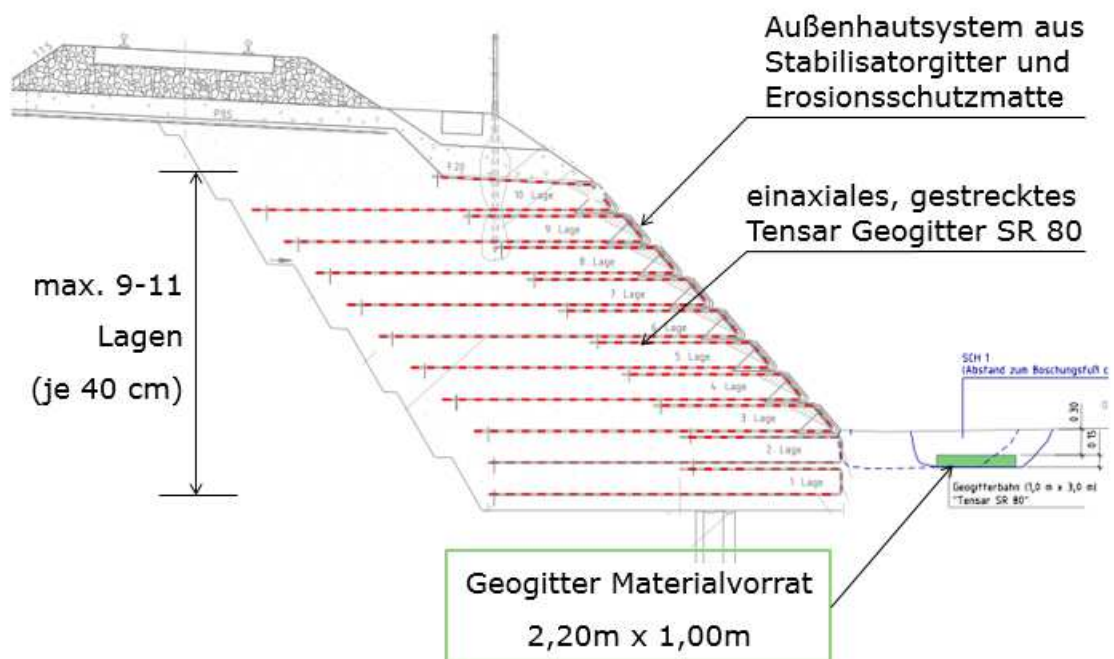


Bild 4: Regelquerschnitt der Stützkonstruktion

Während der Arbeiten wurden keine Beschädigungen der Außenhaut festgestellt, insofern eine Begutachtung durch die dichte Begrünung überhaupt möglich war.

4.2 Prüfung der entnommenen Geogitterproben

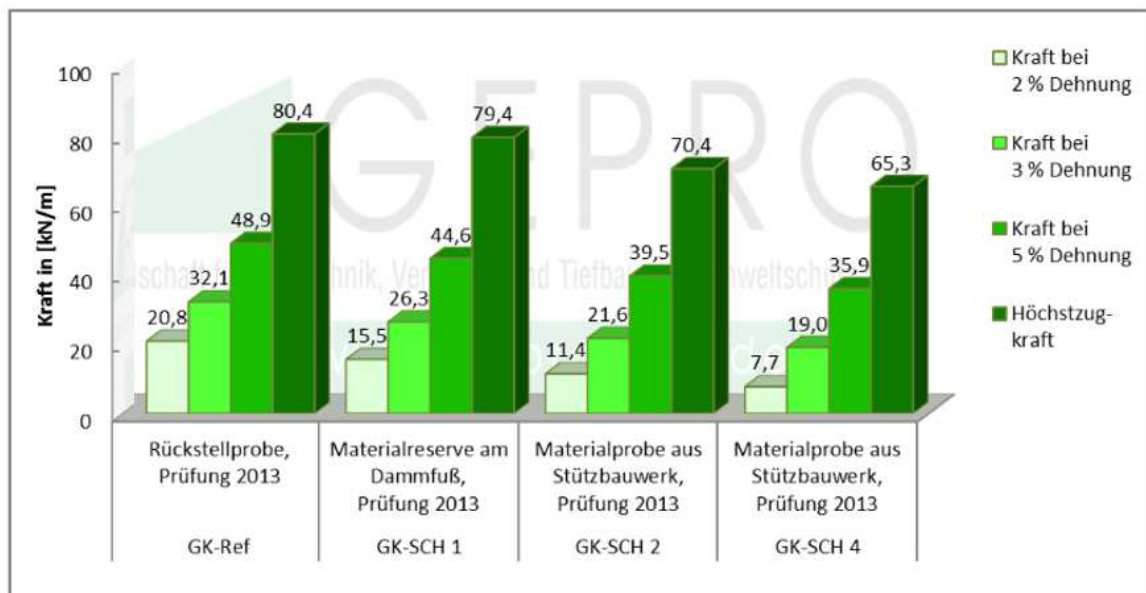
Bei den Geogitterproben handelt es sich um das einaxiale Tensor SR 80 aus Polyethylen mit einer Nennzugfestigkeit von $F_k = 80 \text{ kN/m}$ in Längsrichtung.

Um Aussagen zur Langzeitbeständigkeit und damit zur Dauerhaftigkeit der Geogitter treffen zu können, wurden Höchstzugkräfte und Höchstzugkraftdehnungen der ausgebauten Proben nach DIN EN ISO 10319: 2008-10 bestimmt. Für Vergleichszwecke wurden auch an einer über 14 Jahre hinweg gelagerten neuwertigen Geogitterrolle (Rückstellprobe) Materialproben entnommen und aktuelle Laborprüfungen ausgeführt.

Tabelle 2: Gemessene Höchstzugkräfte an den einzelnen Geogitterproben

Angaben zur Probe		Kraft bei 2 % Dehnung	Kraft bei 3 % Dehnung	Kraft bei 5 % Dehnung	Höchstzugkraft	Höchstzugkraftdehnung
Bezeichnung	Beschreibung	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[%]
GK-Ref	Rückstellprobe, Prüfung 2013	20,8	32,1	48,9	80,4	10,0
GK-SCH 1	Materialreserve am Dammfuß, Prüfung 2013	15,5	26,3	44,6	79,4	10,8
GK-SCH 2	Materialprobe aus Stützbauwerk, Prüfung 2013	11,4	21,6	39,5	70,4	10,5
GK-SCH 4	Materialprobe aus Stützbauwerk, Prüfung 2013	7,7	19,0	35,9	65,3	9,9

Diagramm 1: Grafische Darstellung zu Tabelle 2



Aus den Werten von Tabelle 2 bzw. Diagramm 1 ist erkennbar, dass die ermittelten Höchstzugkraftverluste bezogen auf die Expositionszeit von 14 Jahren als gering zu bewerten sind.

In der statischen Berechnung wurden unter Ansatz der Abminderungsbeiwerte gemäß EBGEO charakteristische Werte für die der Langzeitzugfestigkeit von $B_{i,k0} = 17,32 \text{ kN/m}$ bis $B_{i,k0} = 11,54 \text{ kN/m}$ angegeben.

Fazit:

Der Vergleich der Langzeitzugfestigkeit mit den tatsächlichen Höchstzugkräften der am Stützbauwerk entnommenen Geogitterproben von mindestens $F = 65,3 \text{ kN/m}$ zeigt deutlich, dass die eingetretenen Höchstzugkraftverringernungen sehr klein sind und um ein Vielfaches geringer ausfallen als nach dem Ansatz der Abminderungsbeiwerte der EBGEO.

Nach 14 Jahren Nutzungsdauer ist die vorhandene Festigkeitsreserve der Geogitter und damit der Abnutzungsvorrat sehr hoch und deutlich über den Bemessungswerten der EBGEO.

Bei dieser Baumaßnahme befinden sich die Geogitter im inneren und äußeren Druckbereich von Eisenbahnverkehrslasten und gewährleisten eine uneingeschränkte Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit. Darüber hinaus stellt das Bauwerk eine sichere, instandhaltungsarme und ästhetische Bauweise dar (siehe Bild 5).



Bild 5: Zustand der Stützkonstruktion August 2013