GEORESOURCES
Zeitschrift

Fachzeitschrift für Ressourcen, Bergbau, Geotechnik, Tunnelbau und Equipment

SONDERDRUCK

Ösengabionensystem mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

GeoResources Verlag ISSN | Online 2364-8430 • Print 2364-8422 www.georesources.net

Ösengabionensystem mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

Prof. Dr.-Ing. Matthias Nimmesgern, FH Würzburg-Schweinfurt, Deutschland
Wolfgang Schmauser, Hoy Geokunststoffe GmbH, Kesselsdorf, Deutschland

Gabionenkonstruktionen kommen zunehmend in der Praxis als Stützbauwerke zur Anwendung. Die Hoy Geokunststoffe GmbH entwickelte ihr Gabionensystem Quicky Forte 2000 weiter und erhielt dafür eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt). Dieser Artikel erläutert die geleistete Entwicklungsarbeit und im Zulassungsverfahren erbrachte Prüfungen und Nachweise.

Geotechnik • Stützbauwerke • Gabionen • F&E • Regelwerke • Zulassung

Bild 1: Trockenmauer eines Weinbergs
Foto: Wikipedia

Bild 2: Gabionenkonstruktion mit zersetzten Drahtkörben
Foto: Nimmesgern

Zur Entstehung der Gabionenbauweise

Mit Verwandlung der Naturlandschaft zur Kulturlandschaft hat der Mensch gelernt, die zur Verfügung stehenden Ressourcen zu nutzen. Um steile Hanggrundstücke für eine landwirtschaftliche Produktion optimal zu erschließen, wurden sie mithilfe von Trockenmauern terrassiert (**Bild 1**). Schon bald wurde festgestellt, dass damit nicht nur die Erosion und die Bearbeitung des Geländes beherrschbarer wurden, sondern dass die Mauern zusätzlich als Wärmespeicher zur Verfügung standen und das Mikroklima verbessert wurde. Auch konnten in den Hohlräumen der Mauern nützliche Kleinlebewesen einen Lebensraum finden, wodurch ein funktionierendes Ökosystem entstand. In unserer inzwischen hochtechnisierten Welt bezeichnet man heute derartige Situationen als „Win-win-Situation" und muss diese mit großem Aufwand künstlich herstellen. Im Laufe der Jahre wurde die Technologie zur Herstellung von Trockenmauern perfektioniert. Die Steine müssen witterungsbeständig sein, um dauerhaft Frost-Tauwechseln widerstehen zu können. Zusätzlich muss eine funktionierende Dränage eingebracht werden, sodass kein Wasserdruck auf die Mauerrückseite einwirkt. Im alpinen Bereich hat man damit bei Erosionsschutzmaßnahmen erste Erfahrungen gesammelt. Die vorhandenen Steine konnten ohne aufwendige Bearbeitung in eine Drahtkorbstruktur verbaut werden. Der Zusammenhalt der Gesteinsmasse ist aber nur solange gewährleistet, wie die Drahtstruktur der Korrosion widersteht. Die Zeitdauer dieses Zersetzungsprozesses ist von den Umgebungsbedingungen und vor allem von den Drahtmaterialeigenschaften abhängig (**Bild 2**).

In den 1970er-Jahren wurden in der Schweiz geschweißte Drahtgittermatten mit einem wirksameren Korrosionsschutzüberzug aus Galfan – einer Legierung aus 95 % Zink und 5 % Aluminium – entwickelt. Angeformte verschweißte Ösen erlaubten ein Fügen der Gittermatten zu kubischen, geschlossenen Quadern, die ästhetisch ansprechende Konstruktionen ermöglichten. Mit steigendem Umweltbewusstsein ersetzten derartige Gabionenstützmauern zunehmend traditionelle Betonstützkonstruktionen und erwiesen sich zudem als wirtschaftlichere Alternative (**Bild 3**).

Notwendigkeit von Regelwerken

Mit zunehmender Anzahl der Gabionenbauwerke zeigten sich große Unterschiede in der Qualität. Manche

sogar relativ niedrige Konstruktionen wiesen während der Erstellung bereits große Eigenverformungen auf (**Bild 4**). Einige dieser Konstruktionen mussten deshalb sofort nach der Erstellung rückgebaut werden. Andere erfreuten den Bauherrn und die Betrachter durch ihre ästhetische Anpassung an die vorhandene Landschaftsstruktur. Also folgten Diskussionen, wie langfristig zufriedenstellende Bauwerke sichergestellt werden können. Von den öffentlichen Auftraggebern wurde die Notwendigkeit von Regelwerken erkannt. Aus diesem Grund wurde ein Merkblatt mit grundlegenden Anforderungen erarbeitet und nach einigen Jahren überarbeitet [1, 2]. Ausgehend vom Bundesland Bayern wurden zusätzliche Spezifikationen für die Gesteinsbefüllung und die Drahtmaterialien erarbeitet [3 bis 5].

Weiterentwicklung des Gabionensystems

Zu Beginn des neuen Jahrtausends dachte die Hoy Geokunststoffe GmbH, Kesselsdorf, über mögliche Qualitätsverbesserungen bei Material und Bauweise ihres Gabionensystems nach. Dabei sollte zunächst der Korrosionsschutzüberzug derart verbessert werden, dass konkrete Aussagen über die Dauerhaftigkeit auch nach eventueller Einbaubeschädigung des Überzugs durch die Befüllung mit teilweise harten Gesteinen ermöglicht werden. Zudem sollten sämtliche Einzelschritte zur Erstellung der Konstruktion so beschrieben werden, dass diese als sogenannte „geregelte Bauweise“ mit einer Betonkonstruktion vergleichbar ist.

Zur Verbesserung der Eigenschaften des Drahtüberzugs wurden Versuchsreihen gestartet, um zu überprüfen, ob mit anderen metallischen Zuschlägen im Überzug ein besserer Schutz gegen Beschädigungen beim Einbau der Steine und eine höhere Beständigkeit im Bereich des Eintrags von Streusalz sichergestellt werden können. Der bis dahin üblicherweise verwendete Überzug mit 95 % Zink- und 5 % Aluminiumanteil befindet sich exakt am sogenannten Eutektikum. Das ist das Mischungsverhältnis der Legierung, bei dem diese mit der niedrigsten Temperatur und dem niedrigsten Energiebedarf zu schmelzen beginnt. Mit umfangreichen Testreihen konnte ein Überzugsverhältnis mit höherem Aluminiumanteil und besserem duktilen Verhalten bei der Verarbeitung der Drähte gefunden werden. Dadurch wird die Nutzungsdauer der Konstruktionen gegenüber einem konventionellen Überzug mit gleicher Dicke deutlich erhöht. Außerdem konnte gezeigt werden, dass die mechanische Festigkeit der Schweißverbindung dem konventionellen Überzug ebenbürtig ist. Da mit dem erhöhten Aluminiumanteil an der Legierung das Eutektikum verlassen wurde, ist eine höhere Temperatur zum Aufschmelzen erforderlich, was zu einem homogeneren Überzug führt. Erstaunlicherweise zeigte sich, dass dieser Überzug ein deutlich besseres Verhalten gegenüber Einbaubeanspruchungen und Salzangriff aufwies. Deshalb wurde dieser vielversprechende Überzug patentiert und wird derzeit unter der Bezeichnung „Bezinal 2000“ vermarktet [6].

Bild 3: Stützmauer mit Gabionen in Monschau, Deutschland
Foto: Hoy Geokunststoffe GmbH

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Mit diesen Erkenntnissen wurden im Jahr 2006 Gespräche mit der Zulassungsbehörde, dem Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin, über die Beantragung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geführt. Diese Vorgehensweise zur Etablierung neuer Bauverfahren hat sich in der Vergangenheit bereits bewährt, beispielsweise für die Bodenvernagelung. In den Gesprächen ergaben sich zahlreiche Fragen, die teilweise nur mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, und anderen Prüfeinrichtungen als lösbar erachtet wurden. Ende des Jahres 2008 reichte die Hoy Geokunststoffe GmbH einen offiziellen Antrag auf Zulassung ein. Dazu wurde ein Fragenkatalog bzw. Lastenheft erarbeitet:

- Grundsätzlich muss die Konstruktion wie jedes Tragwerk im Bauwesen „berechenbar“ sein, d. h. dass die Gebrauchstauglichkeit und die Tragfähigkeit im Sinne des Eurocodes 7 [7 bis 9] dauerhaft gewährleistet werden müssen.
- Wie groß ist die Beanspruchung der Drahtstruktur und wie muss die Drahtstruktur ausgebildet sein (Drahtstärke, Eigenschaften der Drähte, Rastermaß, Anordnung der Drähte)?

Bild 4: Verformte Gabionenkonstruktion
Foto: Nimmesgern

Bild 5: Ausgewählte Hartgesteine für die Versuchswand
Foto: Nimmesgern

Bild 6: Erstellung der Versuchswand
Foto: Nimmesgern

- Wie kann die Dauerhaftigkeit des Korrosionsschutzüberzugs auch nach eventueller Einbaubeschädigung und im jeweiligen Einbaumilieu sichergestellt werden?
- Welche Anforderungen sind an die Gesteine zu stellen?
- Von welchen Parametern ist die Wechselwirkung zwischen Steinen und Drahtstruktur abhängig? Härtere Gesteine lassen beispielsweise eine stabilere Konstruktion erwarten und sind dauerhafter, beanspruchen aber den Korrosionsschutzüberzug mehr als weichere.

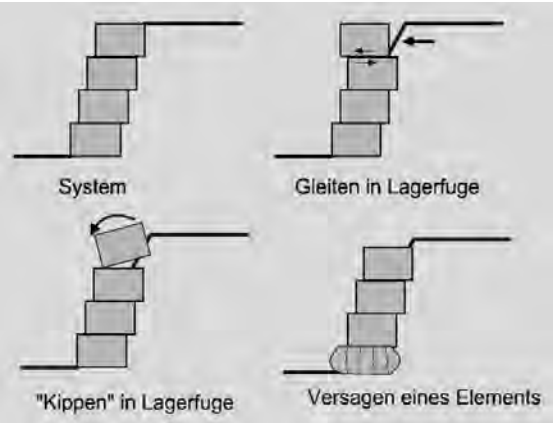

Bild 7: Nachweise für Gabionenkonstruktionen [2]

- Aus Gründen der Begrenzung der Verformungen ist eine dichtere Gesteinspackung zu bevorzugen. Deshalb wird eine sogenannte „hohlraumarme" Befüllung gefordert. Es sind Kriterien zu erarbeiten, wann eine Befüllung hohlraumarm ist.
- Wie kann die Hohlraumarmut auf der Baustelle sichergestellt werden ?
- Wie wirken sich einzelne befüllte Körbe auf das Verhalten der gesamten Konstruktion aus?
- Müssen die Körbe mechanisch verbunden werden, oder reichen eine Stapelung und der Reibungskontakt aus?

Zusätzlich ist, wie bei Bausystemen üblich, nachzuweisen, dass die untersuchten und bewerteten Systembestandteile auch bei der Anwendung in übereinstimmender Qualität mit der Erstprüfung eingesetzt werden. Dies ist mit Hinterlegung der genauen chemischen und physikalischen Grundwerkstoffe (Rezeptur) und mit kontinuierlicher Güteüberwachung zu gewährleisten.

Bei der Diskussion der teilweise sehr komplexen Fragestellungen wurde schnell klar, dass eine stufenweise Bearbeitung zielführend ist, um in vertretbarer Zeit die Erteilung einer Zulassung zu erreichen. Deshalb wurde die Antragstellung auf bis zu 6 m hohe Schwergewichtsmauern aus monolithisch verbundenen Ösengabionen begrenzt.

Versuche zur Erlangung der Zulassung

Im ersten Schritt wurden im Jahr 2010 6 m hohe Versuchsmauern mit verschiedenen Hartgesteinen unter fachkundiger Begleitung durch die BAM erstellt und danach wieder zurückgebaut (**Bilder 5 und 6**). Um eine hohlraumarme Befüllung zu gewährleisten, wurden die Schichten der Einzelkörbe in drei Lagen verdichtet. An besonders beanspruchten Stellen wurden nach dem Rückbau Drahtproben entnommen und untersucht. Dabei widerstand der neu entwickelte Überzug sehr duktil ohne nachteilige Einbaubeschädigungen der Verdichtung der einzelnen Einbaulagen. Basierend auf weiteren Untersuchungen und Forschungsergebnissen wurde von der BAM ein Dauerhaftigkeitskonzept erarbeitet, mit dem mindestens 50 Jahre Haltbarkeit des Drahtüberzugs sichergestellt werden kann [10, 11]. Da bekannt ist, dass nach Aufbrauchen des Überzugs die weitere Korrosion des Grundwerkstoffs sehr langsam fortschreitet, kann von einer Dauerhaftigkeit von mindestens 100 Jahren ausgegangen werden. Voraussetzung für diese Abschätzung ist, dass sämtliche Drahtgitter in einem Milieu eingebaut sind, in dem keine permanente Bodenfeuchtigkeit vorliegt. Daher ist die Konstruktionsrückseite generell mit einer funktionierenden Dränage zu versehen.

Gemäß Merkblatt [2] ist unter anderem ein Nachweis gegen Versagen eines Einzelelements (innere Standsicherheit) zu führen (**Bild 7**). Da die derzeitigen Kenntnisse für einen rechnerischen Nachweis nicht ausreichen, kann dieser nur mit großmaßstäblichen

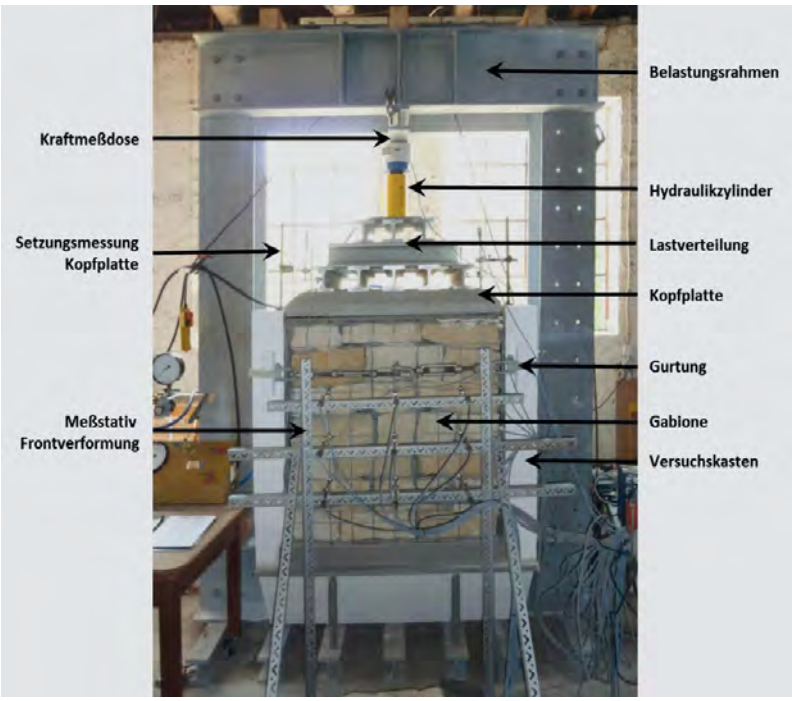

Bild 8: Versuchsstand für großmaßstäbliche Versuche [14]

Bild 9: Vorderansicht Versuchsrahmen mit Wegaufnehmern
Foto: Nimmesgern

Belastungsversuchen geführt werden. Hierzu wurden zunächst drei Grundsatzversuche unter fachtechnischer Begleitung durch die TU München durchgeführt [12 bis 14]. In einen Versuchsrahmen wurde ein kubischer Einzelkorb mit 1 m Kantenlänge eingebaut und kontrolliert befüllt (**Bilder 8 und 9**). Die Gabione wurde in einen starren nur nach vorne offenen Betonkasten eingebaut, sodass analog einer realen Konstruktion nur eine ebene Verformung zur Luftseite hin möglich ist. Ein in der Realität durch die Hinterfüllung auf die Gabionenrückseite wirkender Erddruck wurde durch den Einbau eines quadratischen Luftkissens mit 1 m Seitenlänge hinter der Versuchsgabione simuliert. Im Gabionenbauwerk wird die unterste Gabionenlage durch die darüber gestapelten Körbe immer mit der größten Druckspannung beansprucht. Diese Situation sollte mit den Versuchen abgebildet werden. Deshalb wurde zunächst ausgehend von einer Wichte eines gefüllten Korbs von 19 kN/m³ bei den Versuchen die Druckbelastung schrittweise um jeweils 19 kN bis zu einer Last von 171 kN erhöht. Diese maximale Belastung entspricht einer Konstruktionshöhe von insgesamt 10 m. Während der Versuchsdurchführung wurden die äußeren Verformungen mit zahlreichen Wegaufnehmern und im Inneren die Drahtkräfte mit Dehnungsmesstreifen dokumentiert. Die Versuche ergaben, dass bei kontrolliert hohlraumarmer Befüllung durch Verdichtung der einzelnen Lagen bei Höchstlast vertikale Setzungen von 7 bis 8 mm und horizontale Verformungen von 13 bis 14 mm nicht überschritten wurden.

Um diese positiven Ergebnisse statistisch abzusichern, wurden weitere Großversuche an der Fachhochschule in Münster (**Bild 10**) durchgeführt [15]. Es wur-

Bild 10: Vorderansicht Versuchsrahmen FH Münster
Foto: Thünemann

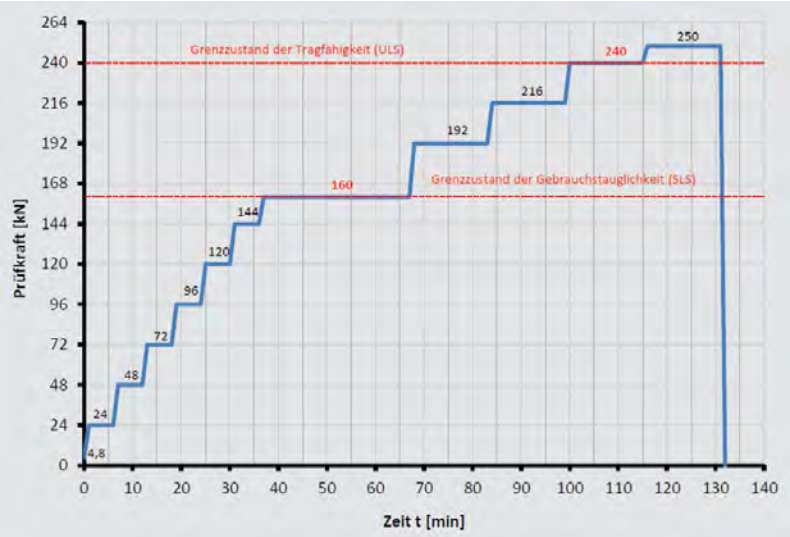

Bild 11: Prüfzyklus mit den Grenzzuständen SLS und ULS (EC 7) [15]

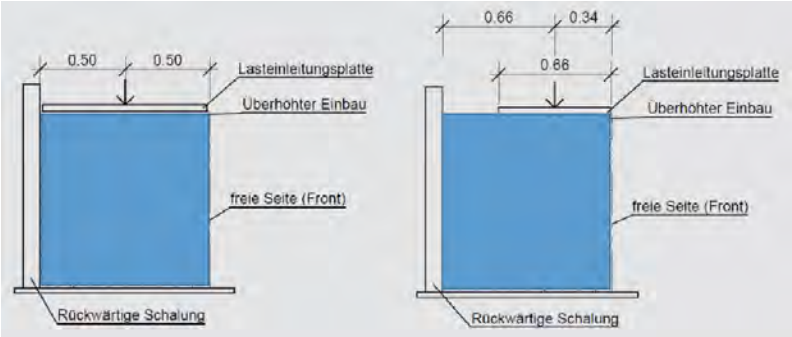

Bild 12: Laststellung zentrisch (links) und Erste Kernweite (rechts) [15]

Tabelle 1: Ermittelte maximale Verformungen V in vertikaler Richtung und H in horizontaler Richtung bei zentrischer und ausmittiger Laststellung für unterschiedliche Last- bzw. Wandhöhen [15]

Versuch	Laststellung	Füllung	Maximale Verformungen V / H [mm]		
			Last 96 kN / 7 m Höhe	Last 160 kN / 11 m Höhe	Last 250 kN / 16,6 m Höhe
G1	zentrisch	Schüttverfahren	**8,5** / 2,5	**15,0** / 6,0	**23,0** / 12,0
G2			5,0 / **3,0**	9,5 / 5,5	17,0 / 9,5
G3		Handversatz	7,0 / **3,0**	11,5 / **7,0**	18,0 / **13,0**
G4			7,8 / 2,8	12,8 / 5,0	18,5 / 8,0
G5	ausmittig	Schüttverfahren	10,7 / 8,0	**19,5** / 15,0	**32,0** / 22,0
G6		Handversatz	**11,6** / 7,0	18,0 / **16,2**	25,8 / **24,0**
G7		Schüttverfahren	11,0 / 8,1	18,7 / 15,6	29,1 / 22,2
G8		Handversatz	9,0 / **9,2**	15,1 / 15,2	23,5 / 21,4

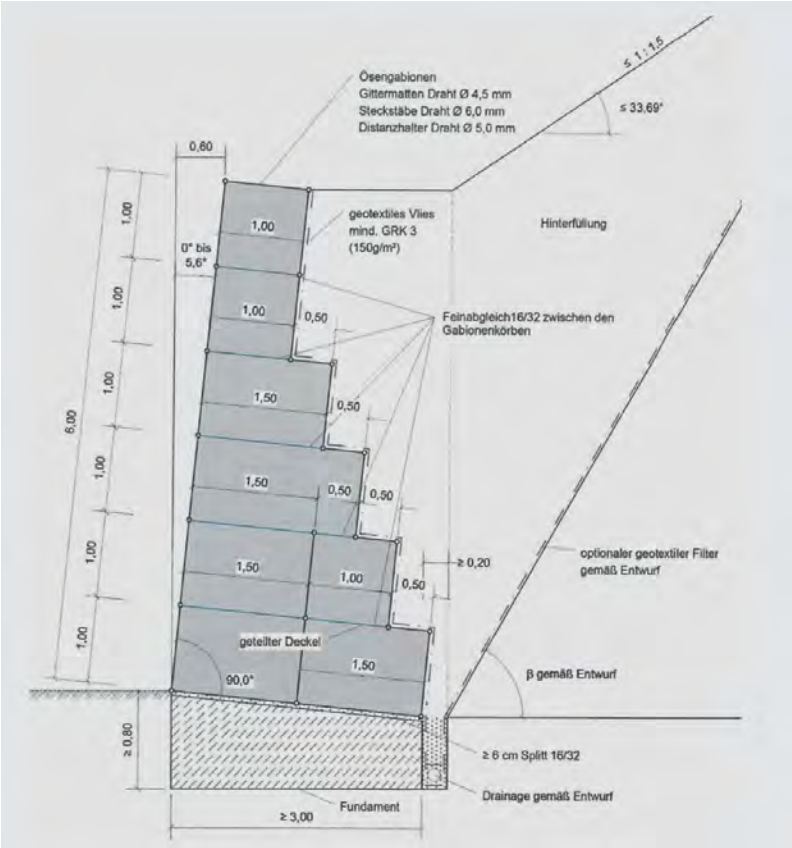

Bild 13: Regelquerschnitt [17]

de ein Prüfzyklus auf der Basis des Nachweiskonzepts des Eurocode 7 (Geotechnik) vereinbart [7], und zwar für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (SLS) eine Druckspannung von mindestens 160 kN und für den Nachweis der Tragfähigkeit (Ultimate Limit State ULS) eine Druckspannung von mindestens 240 kN (**Bild 11**). Als Abbruchkriterium sollte für die Gebrauchstauglichkeit (Service Limit State SLS) eine horizontale Verformung von 2 % bezogen auf die Nominalhöhe der Versuchsgabione von 1 m und für die Tragfähigkeit der Bruch eines Gabionenelements Anwendung finden. Es wurden jeweils vier Versuche mit zentrischer Belastung und mit ausmittiger Belastung (Resultierende 1. Kernweite) durchgeführt (**Bild 12** links und rechts). Sämtliche Versuche konnten wie geplant bis zur Maximallast des verwendeten Hydraulikzylinders von 250 kN durchgeführt werden. Diese Druckkraft entspricht bei einer Gabionenwichte von 16 kN/m³ einer Auflast von 15,6 m Höhe, also damit einer gesamten Wandhöhe von 16,6 m. Insgesamt ergaben sich bei diesen hohen Beanspruchungen nur unerwartet geringe Verformungen (**Tabelle 1**). Die Maximalwerte der Setzung der Kopfplatte und der horizontalen Verschiebung der Gabionenvorderseite sind in **Tabelle 1** für die Laststufen 7 m Höhe, 11 m Höhe (Nachweis der Gebrauchstauglichkeit SLS) und die Maximallaststufe 16,6 m Höhe (Nachweis der Tragfähigkeit ULS) zusammengestellt. Sämtliche Ergebnisse zeigen, dass die Drahtstruktur optimal auf die Gesteinsbefüllung und deren Einbauprozedere abgestimmt werden konnte.

Fazit

Sämtliche Untersuchungen wurden vom Deutschen Institut für Bautechnik geprüft und als Verwendbarkeitsnachweis nach § 17 der Musterbauordnung [16] anerkannt und im Dezember 2017 eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung und Bauartgenehmigung erteilt [17, 18]. Damit können Schwergewichtsmauern mit Ösengabionen „Quicky Forte 2000“ bis 6 m Höhe als „geregelte Bauweise“ angesehen werden. In der Zulassung werden die Eigenschaften und Zusammensetzung der Gabionenkörbe, das Gestein zur Verfüllung, die Bestimmung des Referenzwerts der Wichte, die Herstellung einschließlich der Dränage und der Hinterfüllung, der Transport, die Lagerung und Kennzeichnung sowie die Bestandteile der Übereinstimmungsbestätigung und die Planung, Bemessung, Ausführung der Konstruktion und deren Kontrolle beschrieben. Ein Regelquerschnitt ist im **Bild 13** dargestellt. Wichtiges Konstruktionsdetail ist die Anordnung einer Dränage direkt an der Konstruktionsrückseite. Durch Verhinderung von Dauerfeuchte können eine annähernd atmosphärische Situation und die Dauerhaftigkeit des Korrosionsschutzüberzugs gewährleistet werden. Die Abmessungen der einzelnen Körbe und die Nachweise der Gründung erfolgen für jede lokale Baumaßnahme mit einer statischen Berechnung [7]. Die Basis dieser Berechnung liefern ein Baugrundgutachten und die

Bestimmung der Referenzwichte mit dem für die Befüllung vorgesehenen Gestein und der Verdichtungsarbeit (**Bild 14**). Analog der üblichen Vorgehensweise bei anderen Baustoffen wird durch eine Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Gabionenkörbe sichergestellt, dass die bei der lokalen Baustelle zum Einsatz kommenden Konstruktionsbestandteile den in der Zulassung beschriebenen Eigenschaften entsprechen. Die Zertifizierungsstelle überwacht die regelmäßige Eigenüberwachung des Herstellers und führt die Fremdüberwachung durch. Die Umsetzung der Zulassung [17] auf der Baustelle wird durch Kontrollmaßnahmen der Bauüberwachung sichergestellt (Kapitel 3.2.5 der Zulassung), sodass der Bauherr neben einem mängelfreien Bauwerk mit der Übereinstimmungsbestätigung eine Dokumentation der Bauqualität erhält.

Das in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) umfassend beschriebene Bausystem beinhaltet ein Baukastensystem, mit welchem ein Geländesprung bis 6 m Höhe mit monolithisch verbundenen Ösengabionen dauerhaft gesichert werden kann (**Bild 15**). Damit kann die bisher noch nicht umfassend geregelte Bauweise mit Gabionen für das Gabionensystem der Hoy Geokunststoffe GmbH mit seinen spezifischen in der Zulassung dokumentierten Randbedingungen als geregelte Bauweise angesehen werden.

Literatur

[1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV: Merkblatt über Stützkonstruktionen aus Blockelementen, Blockschichtungen und Gabionen. Köln, 2003

[2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV: Merkblatt über Stütz- und Lärmschutzkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen und Gabionen M Gab. Köln, 2014

[3] Technische Lieferbedingungen für Gabionen im Straßenbau – Teil 1: Befüllmaterialien TL Gab-StB By11 – Teil 1, Ausgabe 2011

[4] Technische Lieferbedingungen für Gabionen im Straßenbau – Teil 1: Befüllmaterialien TL Gab-StB By11 – Teil 1, Ausgabe 2012

[5] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV: Technische Lieferbedingungen für Gabionen im Straßenbau TL Gab-StB 16. Köln, 2016, ARS 12/2017

[6] NV Bekaert SA: Datenblatt Bezinal® 2000. 2008. Online: https://www.hoy-geokunststoffe.de/

[7] DIN EN 1997-1 (03/2014): Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC: 2009 + A1: 2013

[8] DIN EN 1997-1/NA (12/2010): Eurocode 7: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln

[9] DIN 1054 (12/2010): Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Änderung A1: (08/12), Änderung A2: (11/15)

[10] Bewertung des Korrosionsschutzes einer Versuchsgabionenwand, Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin, Az. IV.1/14700, 20 Seiten, 1 Anlage, 26.04.2011, unveröffentlicht

[11] Lebensdauervorhersagen für Gabionenwände auf der Grundlage von Laboruntersuchungen und Referenzobjekten, Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin, Az. VH 6613, 14 Seiten, 1 Anlage, 28.01.2011, unveröffentlicht

[12] Antrag Fa. Hoy auf allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Ösengabionenwand bis 6,0 m Höhe beim DIBt,

Bild 14: Mustergabione zur Bestimmung der Referenzwichte

Bild 15: Ausgeführte Konstruktion

Geokunststoffe GmbH

Gabionensystem für Schwergewichtsmauern

mit erster DIBt-Zulassung

Gabionen ▪ Bewehrte Erde ▪ Vliesstoffe
Geogitter ▪ Erosionsschutz
ADFORS GlasGrid® Asphaltbewehrung

www.hoy-geokunststoffe.de

Zum Wiesengrund 1-5
01723 Kesselsdorf

info@hoy-geokunststoffe.de
+49 35204 701 - 10

Rechnerische Nachweise, Zentrum Geotechnik, TU München, 11691/9, 12 Seiten, 30.10.2013, unveröffentlicht

[13] Antrag Fa. Hoy auf allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Ösengabionenwand bis 6,0 m Höhe beim DIBt, Geotechnische Stellungnahme, Prof. Dr.-Ing. N. Vogt, Zentrum Geotechnik, TU München, 11691/10, 12 Seiten, 30.10.2013, unveröffentlicht

[14] Großmaßstäbliche Belastungsversuche an Gabionen, M. Nimmesgern, H. Hansel, Ochsenfurt, 28 Seiten, Anlagenband mit 3 Anlagen, 09.01.2013, unveröffentlicht

[15] FH Münster, Bautechnisches Zentrallabor: Prüfbericht zum Zulassungsantrag für Schwergewichtsmauern aus Ösengabionen Typ „Quicky Forte“ bis zu einer Höhe von sechs Metern. Bericht BZL-G-01-2016, 100 Seiten, 02.05.2016, unveröffentlicht

[16] Musterbauordnung MBO, Fassung vom 1.11.2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.5.2016

[17] Deutsches Institut für Bautechnik: Ösengabionen „Quicky Forte 2000“ für Schwergewichtsmauern bis 6 m Höhe. Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-20.12-201 und Bauartgenehmigung, Berlin, 2017

[18] Hoy Geokunststoffe GmbH: Produktinformationen „Quicky Forte 2000“. 2019. Online: https://www.hoy-geokunststoffe.de/

Prof. Dr.-Ing. Matthias Nimmesgern

ist Gesellschafter der HOY Geokunststoffe GmbH, Kesselsdorf, Deutschland, und als Professor i. R. noch Lehrbeauftragter an der FH Würzburg-Schweinfurt, Deutschland, tätig.

Kontakt:
matthias.nimmesgern@fhws.de

Wolfgang Schmauser

ist Geschäftsführer der HOY Geokunststoffe GmbH, Kesselsdorf, Deutschland.

Kontakt:
wolfgang.schmauser@hoy-geokunststoffe.de

Quellenangabe:

Nimmesgern, M.; Schmauser, W. (2019): Ösengabionensystem mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung. GeoResources Zeitschrift (2-2019), S. 21-27. Online: https://www.georesources.net/download/GeoResources-Zeitschrift-2-2019.pdf