# ERDBEWEHRTE BLOCKWÄNDE - SYSTEM TERRAE<sup>®</sup> - AN WIDERLAGERN EINER BRÜCKE AUF DER "VIA BALTICA" BEI RIGA

J. Sobolewski
D. Alexiew
HUESKER Synthetic GmbH, Gescher

KURZFASSUNG: Im Zuge des Baus der Schnellstraße "Via Baltica", die über mehrere Baltische Länder bis nach Finnland verläuft, wurde im September 2004 eine Brücke bei Riga fertiggestellt. In die beiden Brückenwiderlager wurden hier erdbewehrte Blockwände des Systems Terrae<sup>®</sup> integriert. Das System Terrae<sup>®</sup> wurde in Brasilien entwickelt und wird immer mehr für den Bau von Stützkonstruktionen genutzt. Die Blockwände des Systems Terrae<sup>®</sup> können sehr effizient mit den Rechenprogrammen: Terrae, For-Terrae, MSEW oder Huesker-Stability bemessen werden. Als Projekthilfe stehen Bauanleitung mit Montagetechniken, fotografische Dokumentation und Videofilme von den Bauausführungen zur Verfügung.

Der Vortrag stellt das System Terrae<sup>®</sup> basierend auf dem o. g. Beispiel einer Brücke vor. Hierbei wird außer Baustatik und Aufbauplänen die Bauausführung anhand von zahlreichen Fotos präsentiert.

## 1 EINLEITUNG

Unter Blockwänden versteht man geokunststoffbewehrte Stützbauwerke, deren Fassade aus Blöcken aufgebaut ist, die auf unterschiedliche Arten mit der Bewehrung verbunden werden können. Die Verbindungen werden vorwiegend durch Reibung (Verkeilung), spornartige oder zahnartige Gestaltung der Kontaktflächen, Steckverbindungen oder auch einfaches Einbetonieren der geosyntetischen Bewehrung in Blöcken realisiert. Wegen des Gewichts bzw. der einfachen Bauweise (ohne Kräne) werden Blöcke mit kleinen Abmessungen verwendet. Als Standardwerte der Abmessungen sind folgende Größen am häufigsten angegeben:

- -Höhe 150 mm 250 mm
- -Breite in Frontansicht: 400 mm 500 mm
- -Tiefe bzw. Breite in der Verlegebene der Bewehrung: 400 mm 500 mm.

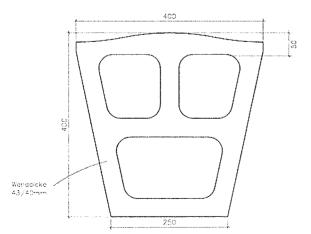


Abbildung 1-1 Geometrie des Terrae®-Blocks

Weltweit gibt es mehrere Systeme: Allan Block®, Vertica®, Pisa II®, Geoblock®, Landmark®, Keystone®, Rockwood<sup>®</sup>, MacWall<sup>®</sup>, GreenBanks<sup>®</sup>, Leromur<sup>®</sup>, Macono<sup>®</sup>, Terrae<sup>®</sup> und viele andere, Bathurst R. J., Simac M. R., (1997) und Martin J. .S., (1997). Am häufigsten werden die Blockwände in den USA gebaut, wo schon in den 90-er Jahren Bemessungsgrundlagen für derartige Konstruktionen herausgegeben wurden, Simac M.R et al, (1993) und Bathurst R.J., (1998). In Europa gelten Großbritannien, Spanien, Frankreich und die Niederlande als führend. In Deutschland wurden sehr wenige Bauwerke als Blockwände errichtet. Die Ursache dafür liegt unter anderem in den sehr aufwendigen und zeitraubenden Zulassungsverfahren für Straßen- und Schienenbauwerke. Es ist bedauerlich, dass bisher diese Systeme kein größeres Interesse bei Bauträgern und Bauunternehmungen in Deutschland hervorgerufen haben, obwohl sie deutlich billiger sind (ca. 30 %) und sich schneller herstellen lassen (um ca. 50 % schneller) als die konventionellen Winkelstützwände oder Massivbauwerke. In diesem Beitrag stellen wir das in Brasilien entwickelte System Terrae<sup>®</sup> anhand von zwei fertiggestellten Brückenwiderlagern bei Riga vor. Dieses Beispiel zeigt, dass sich sogar dort, wo die Geokunstoff-Bewehrte-Erde-Konstruktionen keine längere Tradition haben, diese kosten- und zeitsparend an Brückenwiderlagern realisieren lassen. Vielleicht kann dieser Beitrag das Interesse an derartigen Bauweisen auch in Deutschland wecken.

# 2 BLOCKWÄNDE SYSTEM TERRAE®

Das System Terrae® wurde für Blockwände mit folgender Geometrie entwickelt:

- -Terrae® W: Höhe bis zu 20 m, Wandneigung:85°
- -Terrae® LW: Höhe bis zu 3,4 m, Wandneigung:85°
- -Terrae® W + LW: Höhe bis zu 20 m, Wandneigung:85°

-Terrae® - F: Höhe bis zu 5,4, Wandneigung 76°

-Terrae® - LF: Höhe bis zu 3,4 m, Wandneigung 76°

-Terrae® - F+LF: Höhe bis zu 5,4 m, Wandneigung 76°.

Im Grundriss können die Wände sowohl kantig (Abb. 2-1) als auch gekrümmt ausgeführt werden (min. Radius im System Terrae® – W: 9,7 m), (Abb. 2-2).

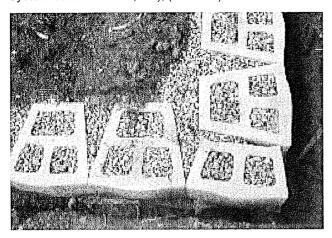


Abbildung 2-1 Anordnung der Blocks an einer Ecke, Foto Terrae®

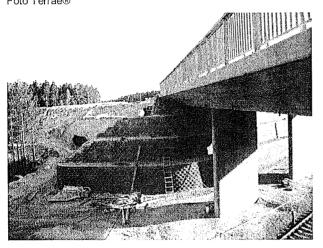


Abbildung 2-2 "Via Baltica", Brückenwiderlager 1, rund ausgebildete Randbereiche der Blockwand

Die Wände lassen sichsowohl längs als auch seitlich abgestuft aufbauen, (Abb. 2-3).

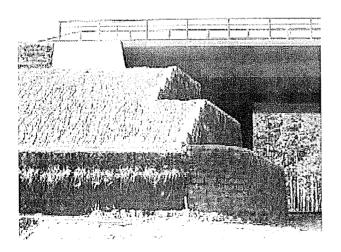


Abbildung 2-3 "Via Baltica", Brückenwiderlager 1, terrassenartige Ausbildung der Wand mit Ausrundungen an den Flanken

Somit lässt sich eine anspruchvolle Gestaltung der Wände bzw. ihre harmonische Anpassung an die Bauwerke oder die Umgebung realisieren. Bei terrassenartiger Gestaltung kann ergänzend eine Begrünung oder eine Bepflanzung erfolgen. Durch die Möglichkeit der Herstellung eines farbigen Betons, kann die Monotonie einer Hochwand bewältigt werden.

### 3 KONSTRUKTION DER BRÜCKENWIDERLAGER

Die Brücke an der A1 "Via Baltica" wurde über einer zweigleisigen Bahnstrecke errichtetet, Abb. 3-1.

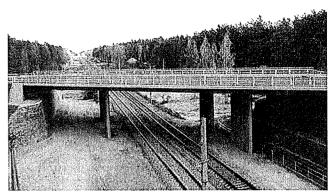


Abbildung 3-1 Brücke mit den Widerlagern 1 und 4, Stand Oktober 2004

Die Tragelemente der beiden Brückenwiderlager (Stützpunkte 1 und 4 der Brücke) stellen jeweils einen auf 6 Bohrpfählen monolithisch gebundenen Balken mit zwei seitlich herausragenden Flügeln dar. Am Brückenwiderlager 4 wurde eine Wand mit einer Neigung von 85° und einer Höhe von bis zu 10,7 m errichtet. Für das Brückenwiderlager 1 wurde eine terrassenartige Gestaltung der Wand gewählt (Abb. 3-1). Hier wurden drei Terrassen jeweils mit einer Höhe von ca. 2,7 m und einer Berme von 2,2 m Breite errichtet. Seitlich der Flügel wurden die Wände im Grundriss ausgerundet, so dass sie sich in die Böschungen des Straßendammes sehr sanft eingliedern.

### 3.1 Brückenwiderlager 1

Der Aufbau der Wand ist in zwei typischen Querschnitten dargestellt: Flügelbereich, Schnitt 1-1, (Abb. 3.1-1) und zentraler Bereich des Widerlagers (Abb. 3.1-2).

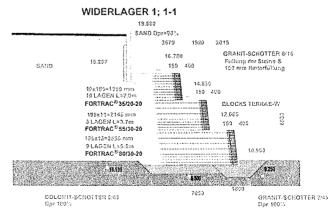


Abbildung. 3.1-1 Blockwand am Widerlager 1, Schnitt 1-1, Flügelbereich

In diesem Fall gab es keine Kollision mit den Bohrpfählen, so dass die Bewehrung im zentralen Bereich des Widerlagers eine einheitliche Ausbildung besaß (Abb. 3.1-2).

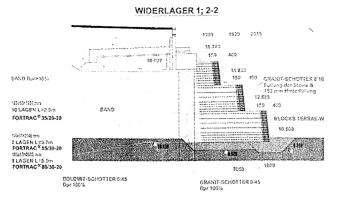


Abbildung 3.1-2 Blockwand am Widerlager 1, Schnitt 2-2, zentraler Bereich der Wand

Die Lage der beiden Schnitte ist in der Abb. 3.1-3 dargestellt.

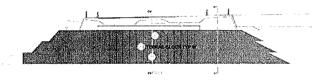


Abbildung 3-1-3 Widerlager 1, Frontansicht der Blockwand

### 3.2 Brückenwiderlager 4

Der Aufbau der Wand ist in drei typischen Querschnitten dargestellt: Flügelbereich, Schnitt 1-1, (Abb. 3.2-1) und zentraler Bereich des Widerlagers (Abb. 3.2-2 und 3.2-3). Die Lage der Schnitte ist der Abb. 3.2-4 zu entnehmen. Dieser Bereich ist in der Abb. 3.2-5 als Foto aus der Bauphase zu sehen. Aus dem Schnitt 3-3 ist sichtbar, dass es hier zu einer Kollision der Bewehrung mit den Bohrpfählen kam. Daher wurde hier die Bewehrung, wie in der Abb. 3.2-3 gezeigt, verlegt. Im Schnitt 2-2 d.h. zwischen den Pfählen wurde die Bewehrung gemäß der Abb. 3.2-2 verlegt.

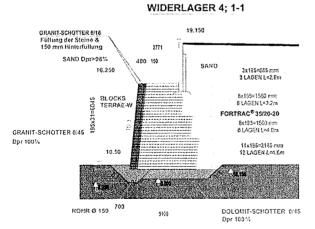


Abbildung 3.2-1 Blockwand am Widerlager 4, Flügelbereich, Schnitt 1-1

Alle Querschnitte zeigen, dass die Gründung auf einer Schottertragschicht erfolgte, die gleichzeitig als Entwässerungsschicht dient. Die Dicke der Tragschicht wurde ebenfalls für eine Frosteinwirkungstiefe von 1,5 m dimensioniert. Im Frontbereich wurde aus diesem Grund ein

Schotter aus Granit mit einer hohen Witterungsbeständigkeit eingebaut. In tieferen Bereichen konnte ein Schotter aus Dolomit verwendet werden.

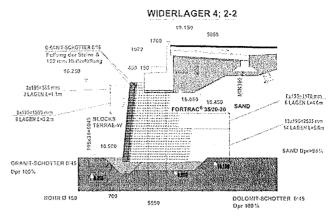


Abbildung 3.2-2 Blockwand am Widerlager 4, Bewehrung zwischen Bohrpfählen, Schnitt 2-2

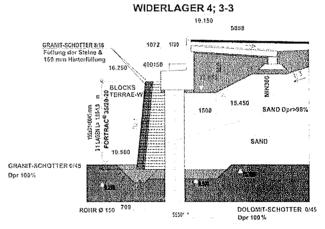


Abbildung 3.2-3 Blockwand am Widerlager 4, Bewehrung am Stoß mit Pfählen, Schnitt 3-3

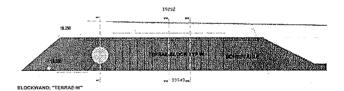


Abbildung 3.2-4 Widerlager 4, Frontahnschicht der Blockwand

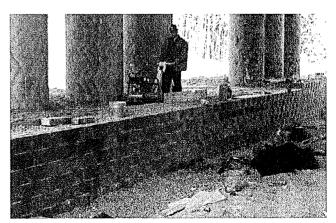


Abbildung 3.2-5-Widerlager 4, zentraler Bereich mit Bohrpfählen während der Errichtung der Blockwand

### 4. STATIK DER BLOCKWÄNDE

Bei der Statik von Blockwänden ist eine Besonderheit zu berücksichtigen: die Anschlussbemessungsfestigkeit der Geogitter an die Blöcke ("connection strength"). Dies war hier kein Problem, weil geprüfte und gesicherte Werte für eine breite Palette der hier verwendeten Geogitter Fortrac<sup>®</sup> und unterschiedliche Blocksysteme vorlag.

Die Statik der beiden Blockwände wurde in Bezug auf die DIN 4084 bzw. DIN 1054 erstellt. Hierbei wurde das Gleiten, Kippen und die Grundbruchsicherheiten gemäß DIN 1054 untersucht. Die innere Standsicherheit inkl. des Compound-Modus sowie ein tieferes Gleiten wurden gemäß DIN 4084 nachgewisen. Hierbei wurde im zentralen Bereich (Schnitte 2-2 in beiden Blockwänden) die Schleppplatte durch drei vertikale Kräfte ersetzt (Gewicht des Oberbaus, Gewicht der Platte, Verkehrslast). Diese Kräfte wurden auf dem Niveau des Gründungsbalkens der Schleppplatte angesetzt. Außerdem wurde eine stützende Wirkung des Pfahlrostes mit einer horizontalen Kraft von 40 kN/m berücksichtigt. Der Balken selbst wurde als gewichtloses Bauteil modelliert (Abb. 4-1 und 4.2).

Im Flügelbereich (keine Schleppplatte vorhanden) reicht die Hinterfüllung bis zur Fahrbahnoberkante. Der Flügel selbst wurde ebenfalls als gewichtloser Bauteil modelliert. Die stützende Wirkung der monolithisch mit dem Balken gebundenen Flügel wurde mit einer horizontalen Kraft von 40 kN/m angesetzt (Abb. 4-3, 4-4).

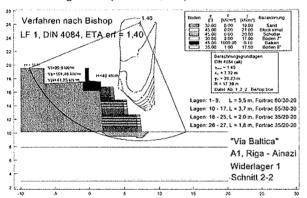


Abbildung 4-1 Blockwand am Widerlager 1, Schnitt 2-2, zentraler Bereich mit Balken und Pfählen, Verfahren nach Bishop

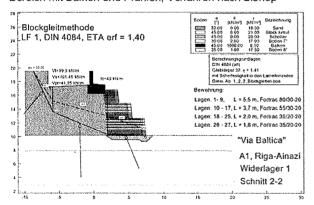


Abbildung 4-2 Blockwand am Widerlager 1, Schnitt 2-2, zentraler Bereich mit Balken und Pfählen, Blockgleiten

Im allgemeinen wurden zwei Berechnungsverfahren angewandt: für kreisförmige Gleitflächen: Verfahren nach Bishop, für polygonale Gleitflächen: Blockgleitmethode. Die Berechnungen wurden mit dem EDV-Programm GGU-STABILITY durchgeführt. Beispielhaft sind die Berechnungsergebnisse für beide Blockwände in den Abb. 4-1, 4-

2, 4-3 und 4-4 dargestellt. Die Bemessungsfestigkeit der Geogitter wurde in Anlehnung an das "Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus" der FGSV 1994 ermittelt.

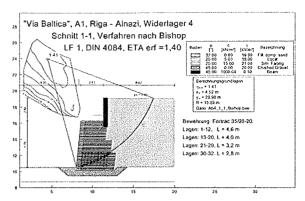


Abbildung 4-3 Blockwand am Widerlager 4, Schnitt 1-1, Flügelbereich, Verfahren nach Bishop

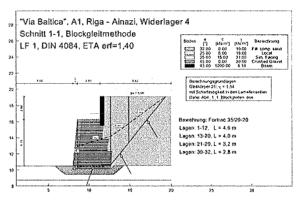


Abbildung 4-4 Blockwand am Widerlager 4, Schnitt 2-2, Flügelbereich, Blockgleiten

### 4 ZUSAMMENFASSUNG

Die Anwendung von Blockwänden stellt eine wirtschaftliche Alternative zu den klassischen Stützbauwerken dar und wird immer öfter, besonders im Ausland, in Anspruch genommen. Der Beitrag stellt diese Bauweise anhand von zwei Blockwänden an Brückenwiderlagern vor. Die Effizienz derartiger Konstruktionen ist seit langem in mehreren Ländern unumstritten und eine große Vielfalt der Wandtypen ist verbreitet. Vielleicht regt dieser Beitrag eine mutigere Anwendung dieser Bauweise auch in Deutschland an.

### 5 LITERATUR

Simac M.R et al (1993) Design Manual for Segmental Retaining Walls, First Edition, Herausgeber: National Concrete Masonery Association, Herdon, Virginia, USA

Bathurst R. J. Simac M. R. (1997) Design and performance of the facing column for geosynthetic reinforced walls, Proc. of the International Symposium on Mechanically Stabilized Backfill, Denver, Colorado, USA, 6-7 February, Herausgeber: A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 1997, S. 193-208

Martin J. .S. (1997) The use of geogrid reinforced MSE walls at the Carolina Pavilion project, Proc. of the International Symposium on Mechanically Stabilized Backfill, Denver, Colorado, USA, 6-7 February, Herausgeber: A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 1997, S. 209-216

Bathurst R.J. (1998) Segmental Retaining Walls-Seismic Design Manual, First Edition, Herausgeber: National Concrete Masonery Association, Herdon, Virginia, USA 9. Informations- und Vortragstagung über "Kunststoffe in der Geotechnik"

München Februar 2005

Organ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik

Sonderheft 2005 Special Issue 2005

Zeitschrift für

Bodenmechanik, Erd- und Grundbau Felsmechanik,

Geokunststoffe

Ingenieurgeologie

Deponien · Altlasten