

Tensar[®]

STÜTZKONSTRUKTIONEN

www.tensar.de

**Geogitterbewehrte Stützkonstruktionen –
wirtschaftliche und langlebige Lösungen**

Geogitterbewehrte Stützkonstruktionen – wirtschaftliche und langlebige Lösungen

Ing. (M.Eng.) Kalliopi Fotiadou und Dipl.-Ing. (FH) Daniel Cammarata, beide Tensar Deutschland GmbH, Bonn, Deutschland

Täglich müssen sich Planer und Bauunternehmer mit Herausforderungen unterschiedlichster Art auseinandersetzen. Zu diesen gehört u. a. der Bau im Einflussbereich bereits vorhandener Infrastruktureinrichtungen. Somit werden oft Anpassungsprozesse an bestehenden Bauwerken oder Straßen- und Verkehrsflächen erforderlich. Nicht selten sind Höhenversprünge zu sichern. Je steiler die Sicherungskonstruktion ist, desto mehr Nutzfläche wird dabei zur Verfügung gestellt – und hier liegt die große Herausforderung der Projektbeteiligten. Denn bei der Planung und späteren Ausführung solcher Bauwerke steht eine Frage besonders im Fokus: **Ist wirtschaftliches und gleichzeitig langlebiges Bauen heutzutage überhaupt noch möglich?** Der Bau übersteiler geokunststoffbewehrter Erdbauwerke gibt bereits seit mehreren Jahren die Antwort auf diese wichtige Frage. Solche Kon-

Ist wirtschaftliches und gleichzeitig langlebiges Bauen noch möglich? Am Beispiel einer geogitterbewehrten Stützkonstruktion in Remscheid, Deutschland, geht dieser Artikel dieser Frage nach. Dazu wird über die Planung, Bemessung und Ausführung in der Bauphase berichtet und der derzeitige Bauwerkszustand nach über zehnjähriger Nutzung bewertet.

Geotechnik • Geokunststoffe • Bewehrte Erde • Wirtschaftlichkeit • Nachhaltigkeit • Sicherheit

struktionen stellen eine Lösung dar, die Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Langlebigkeit verbindet.

In diesem Zusammenhang wird nachfolgend eine geogitterbewehrte Stützkonstruktion vorgestellt, die im Jahr 2007 fertiggestellt wurde (**Bild 1**) und nach nun mehr als zehn Jahren im Hinblick auf Funktionalität und Ästhetik nichts eingebüßt hat.

Die Herausforderung des Bauens im Bereich vorhandener Infrastruktureinrichtungen

Auf dem Gelände der ehemaligen Werkzeugfabrik Ibach in Remscheid, Deutschland, sollte im Jahr 2007 ein namhafter Discounter errichtet werden. Das ca. 6.700 m² große Grundstück grenzt an die Straßen „Schüttendelle“ und „Lange Straße“ und den südlich dazwischen liegenden Weg einer ehemaligen Bahntrasse. Neben der Errichtung des ca. 1.760 m² großen Gebäudes stand auch die Herstellung von Wegen, Parkflächen sowie Grünanlagen im Vordergrund.

Neben den örtlichen infrastrukturellen Zwangspunkten, die sich aus den angrenzenden Straßen und Wegen ergaben, wies das Bestandsgelände zudem eine ausgeprägte Hanglage auf. Um das Grundstück der neuen Nutzung anzupassen, waren in den westlichen und südlichen Bebauungsgrenzen großräumige Auffüllungen erforderlich, einhergehend mit der Herstellung einer ca. 137 m langen Stützkonstruktion (**Bild 2**).

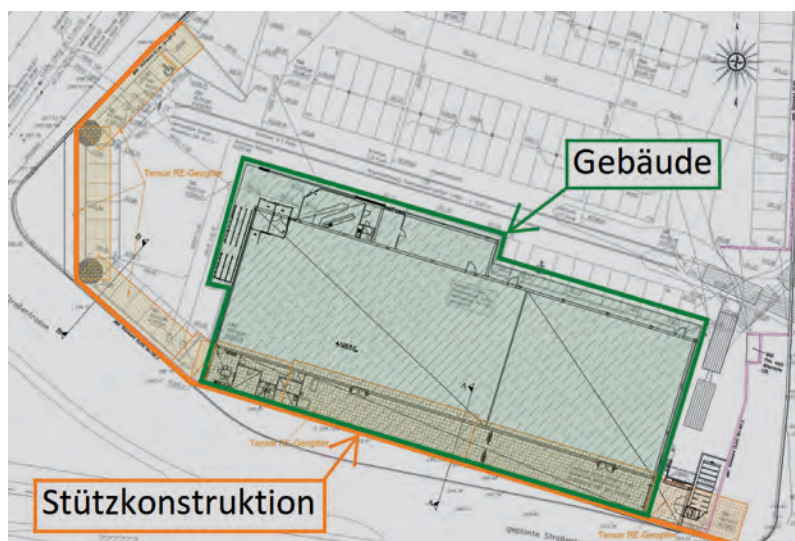
Zur Erkundung des Baugrunds wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Diese ergaben, dass der anstehende Boden nicht nur heterogen, sondern auch gering tragfähig ist. Im Gründungsbereich der beabsichtigten Stützkonstruktion sind die oberen Schichten aus breiigen bis halbfesten Tonen und Schluffen zusammengesetzt. Selbst bei einer Tiefe von 3,5 m weist der Boden eine sehr geringe Tragfähigkeit auf. Belastbare Bodenschichten stehen erst ab 5,0 m unterhalb der vorhandenen Geländeoberkante (GOK) an [1]. Diese Baugrundverhältnisse wären für eine oberflächennahe, konventionelle Flachgründung nicht geeignet.



Bild 1: Die Ansicht der geogitterbewehrten Stützkonstruktion nach der Bauphase

Quelle der Bilder: Tensar

Bild 2: Darstellung der geplanten Stützkonstruktion im Lageplan



Neben dem ungünstigen Verlauf des Bestandgeländes musste sich der Bauherr somit auch mit einem gering tragfähigen und inhomogenen Baugrund auseinandersetzen. Eine Auskofferung in großen Tiefen und die Wiederauffüllung mit geeignetem Material hätte zu erheblichen Mehrkosten geführt. Eine Tiefgründungsmaßnahme hätte ebenfalls den wirtschaftlichen Rahmen des Projekts gesprengt. Somit war ein Lösungskonzept erforderlich, welches zum einen auf dem schlechten Untergrund hergestellt werden konnte, und zum anderen in der Lage sein musste, nicht nur Verkehrsbeanspruchungen standzuhalten, sondern auch hohe statische Gebäudelasten aufzunehmen.

Eine wirtschaftliche und langlebige geogitterbewehrte Stützkonstruktion

Systemausbildung

Das System TensarTech® Wall ermöglichte eine wirtschaftliche und zugleich baugrund- und bauwerksverträgliche Lösung. Hierbei handelt es sich um eine geogitterbewehrte Stützkonstruktion mit einer Frontausbildung aus Betonstapelsteinen (Bild 3). Aufgrund der hohen Systemduktilität und der zugleich hohen inneren Systemtragfähigkeit konnten die planenden Ingenieure auf einen aufwendigen Bodenaustausch und sogar auf die kostenintensive Tiefgründung verzichten. Insgesamt sollte die Konstruktion eine Länge von ca. 137 m und eine maximale Höhe von über 7,0 m aufweisen.

Das System TensarTech Wall ist ein annähernd senkrecht stützbaues Werk. Die Frontneigung beträgt hierbei im Allgemeinen 86°. Die Betonsteine, die nach dem Nut-und-Feder-Prinzip aufeinandergestapelt werden, bilden die Ansichtsfläche des Systems. Diese werden formschlüssig mittels Verbindungselementen mit horizontal verlegten Geogittern verbunden. Der vertikale Lagenabstand der Bewehrungsgeogitter kann je nach Bedarf zwischen 30 und 60 cm variieren, ist jedoch immer statisch nachzuweisen. Das effiziente Interaktionsverhalten zwischen Geogitter und Verfüllmaterial resultiert in einer Verbundkonstruktion hoher Duktilität mit einer setzungsvergleichmäßigen Wirkung. Punktuelle Spannungen werden baugrund- und bauwerksverträglich in den Untergrund eingeleitet. Diese Stützkonstruktion verfügt zudem über eine Systemzulassung des British Board of Agrément (BBA), UK [2].

Bemessung

Die Bemessung der bewehrten Stützkonstruktion erfolgte computergestützt [3]. Die Grundlagen des Bemessungsansatzes entsprachen der damaligen Allgemeinen Bauaufsichtlichen Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) für Bewehrte Bodenkörper mit Tensar® SR-Geogitter [4]. Die Zulassung enthielt wichtige Hinweise für die Nachweisführung bewehrter Erdkörper unter Berücksichtigung insbesondere der DIN-Normen 1054 [5], 4017 [6], 4084 [7] und 4085 [8]. So wurden bei dem Nachweis der inneren Standsicherheit Versagensgeometrien auf Ba-

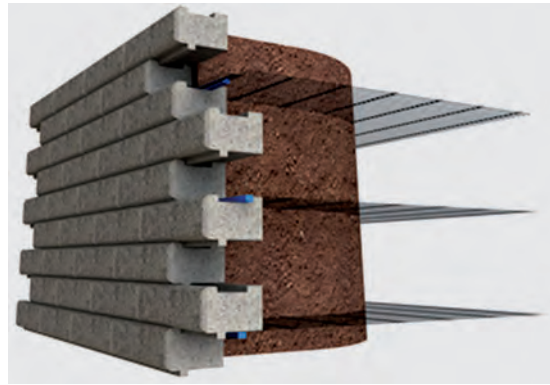


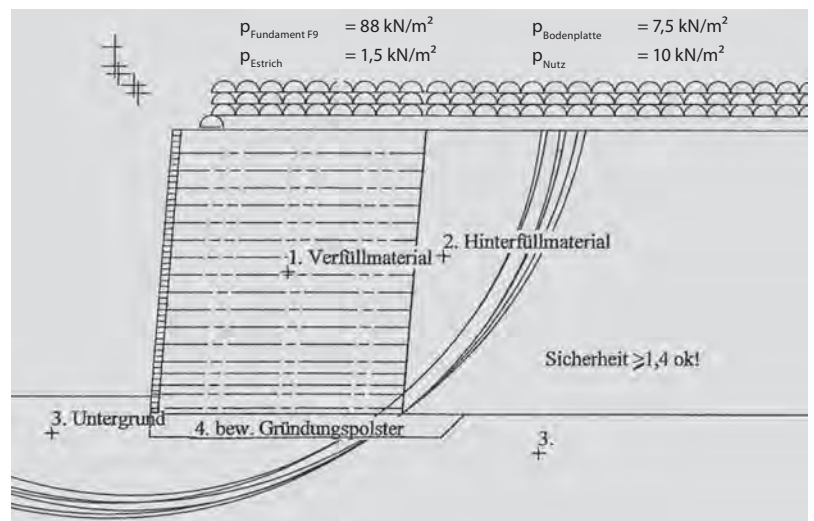
Bild 3: Darstellung der geogitterbewehrten Stützkonstruktion TensarTech® Wall

sis zusammengesetzter Bruchmechanismen mit ebenen Gleitflächen zugrunde gelegt, die den bewehrten Erdkörper durchdringen. Hiermit wurden die Vertikalabstände der Bewehrungslagen und deren erforderliche Bemessungsfestigkeit ermittelt. Die Bemessungsfestigkeit $F_{Bi,d}$ wurde gemäß Merkblatt M Geok E durch Abminderung der Kurzzeitfestigkeit $F_{Bi,k}$ mit produktbezogenen Abminderungsfaktoren A_1, A_2, A_3 und A_4 sowie einem Teilsicherheitsbeiwert γ ermittelt [9]:

$$F_{Bi,d} = \frac{F_{Bi,k}}{A_1 \times A_2 \times A_3 \times A_4 \times \gamma} \dots\dots\dots (1)$$

Die Geländebruchsicherheit der bewehrten Konstruktion wurde in Anlehnung an DIN 4084 nach der vereinfachten Methode von Bishop mit kreisförmigen Gleitlinien untersucht (Bild 4). Der bewehrte Erdkörper wird hierbei als Monolith betrachtet. Als Zwangspunkt wurde die hintere, erdseitige Kante des bewehrten Erdkörpers angenommen. Für die Bemessung wurden aus dem Bodengutachten Kohäsion, Reibungswinkel und Wichte der jeweiligen Baugrundsichten berücksichtigt. Als Verfüll- und Hinterfüllmaterial wurde ein gebrochenes Recyclingmaterial gewählt. Das grob- bis gemischtkörnige Recyclingmaterial wies eine hohe

Bild 4: Geländebruchuntersuchung, Bemessungsprofil Bereich H = 7,35 m [10]



Bremskräften ausgesetzt ist, konnte keine Beeinträchtigung des Straßenoberbaus resultierend aus einer unerwünschten Konstruktionsbewegung erkannt werden. Im südlichen Abschnitt werden in das Stützbauwerk erhebliche statische Lasten aus der Gebäudegründung direkt in die Frontausbildung eingeleitet. Auch hier sind keine erkennbaren Verformungen der Ansichtsfäche zu lokalisieren. Das System bietet nicht nur hinsichtlich der Standsicherheit, sondern vielmehr im Hinblick auf das Gebrauchstauglichkeitsverhalten enorme Reserven. Wenn man hierbei noch berücksichtigt, dass das gesamte Tragsystem auf einem nicht tragfähigen Baugrund hergestellt worden ist, dann wird das große Potenzial einer solchen Erdverbundkonstruktion ganz besonders deutlich. Zudem ist davon auszugehen, dass die Konsolidationssetzungen inzwischen abgeschlossen sein dürften und somit keine daraus resultierenden negativen Beeinträchtigungen der baulichen Anlagen mehr zu erwarten sind.

Diese Baumaßnahme zeigt wieder einmal eindrucksvoll, dass geogitterbewehrte Stützkonstruktionen heutzutage nicht mehr aus dem Ingenieursalltag wegzudenken sind. Neben der Einsparung von Mehrkosten hinsichtlich des gesamtheitlichen Gründungskonzepts bietet die geogitterbewehrte Konstruktion selbst gegenüber konventionellen Sicherungsmaßnahmen erhebliche wirtschaftliche, aber auch sicherheitsrelevante Vorteile. Insbesondere das duktile und somit gutmütige Tragverhalten unterscheidet die geogitterbewehrten Stützkonstruktionen von Stahlbetonbauwerken.

Dieser Beitrag verdeutlicht, dass geogitterbewehrte Stützkonstruktionen sowohl wirtschaftlich als auch langlebig sein können. Somit kann die einleitend gestellte Frage klar beantwortet werden: **Ja, wirtschaftliches und gleichzeitig langlebiges Bauen ist auch heute noch möglich.** Wirtschaftlichkeit bedeutet folglich nicht, auf Qualität verzichten zu müssen.

Literatur

- [1] Baugrunduntersuchung (Dezember 2005) Mull & Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Hagen
- [2] BRITISH Board of Agrément: Roads und Bridges Agrément Certificate No. 00/R122, „Tensor TW Wall System for reinforced soil retaining walls und bridge abutments“. Watford (UK) 2005
- [3] Tensor WinWall-Computerprogramm der Firma Tensor Group Ltd./Großbritannien
- [4] Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Institutes für Bautechnik Berlin
- [5] DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- [6] DIN 4017: Baugrund – Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründung
- [7] DIN 4084: Baugrund – Geländebruchberechnung
- [8] DIN 4085: Baugrund – Berechnung des Erddrucks
- [9] Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus M Geok E Ausgabe 2005. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV), Köln



Bild 8: TensorTech Wall 2007 (links) und 2017 (rechts)

[10] Standsicherheitsnachweise der Firma Tensor

[11] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau – ZTVE-StB 94, Fassung 1997. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV), Köln

Ing. (M.Eng.) Kalliopi Fotiadou

ist seit 2017 in der Anwendungstechnik der Firma Tensor International GmbH, Bonn, Ansprechpartnerin für technische Beratung und Bemessung von Baumaßnahmen.

Kontakt: fotiadou@tensor.de



Dipl.-Ing. (FH) Daniel Cammarata

ist Leiter der Anwendungstechnik bei der Tensor International GmbH, Bonn, und seit 2009 für die technische Beratung von Baumaßnahmen zuständig.

Kontakt: cammarata@tensor.de



Quelle des Artikels

Fotiadou, K.; Cammarata, D. (2018): Geogitterbewehrte Stützkonstruktionen – wirtschaftliche und langlebige Lösungen. GeoResources Zeitschrift (1-2018), S. 7-10. Online: <http://www.georesources.net/download/GeoResources-Zeitschrift-1-2018.pdf>

Tensar®

STÜTZKONSTRUKTIONEN



◆ TensarTech Wall ◆ TensarTech NEW ◆ TensarTech Gabionen ◆ TensarTech Grün SG

Einfache und schnelle Bauweise

Dauerhafte Standsicherheit

Flexibilität bei der Gestaltung

Ökonomische Bauweise

Aufnahme hoher Belastungen

Systemlösung aus einer Hand

Tensar International GmbH

Brühler Str. 7, 53119 Bonn
Tel: +49 (0)228 91392-0
Fax: +49 (0)228 91392-11
info@tensar.de | www.tensar.de

