

ENTWICKLUNG, WIRKUNGSWEISE UND INSTALLATION EINES AKTIVEN WANDSYSTEMS FÜR GEOGITTERBEWEHRTE WÄENDE

M.-T. van Keßel
Huesker Synthetic GmbH

P. G. van Duijnen
Geotec Solutions B.V.

H. van Eekeren
BAM civiel

O. Detert
Huesker Synthetic GmbH

KURZFASSUNG: Bei der vorzustellende Facingvariante werden großflächige Betonfertigteile und Geokunststoffe über ein Verbindungsglied miteinander verbunden. Die Betonfertigteile werden somit aktiv durch den Erddruck belastet und müssen diesen und die zusätzlichen Einwirkungen der Konstruktion und des Verkehrs abtragen. Ein Fokus bei der Entwicklung des neuen Facing-Systems lag auf dem Entwurf einer funktionalen und sicheren Verbindung der Betonfertigteile mit dem Geogitter, die eine schadfreie sowie sichere Übertragung der wirkenden Belastungen aus den Betonfertigteilen in die Geogitter ermöglicht. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Erarbeitung einer Nachweismethode für die Standsicherheit der gesamten kunststoffbewehrten Konstruktion und der Sicherheit der Verbindungselemente sowie der Betonfertigteile unter der gegebenen Belastung. Des Weiteren wird der Einbauprozess beschrieben, der durch Einbauhilfen und -sicherungen unterstützt wird.

1 EINLEITUNG

Als Ergänzung zu den verschiedenen Frontgestaltungssystemen einer Kunststoffbewehrten Erde wie Blöcke, Gabionen, gebogene Stahlgitter als verlorene Schalung u.v.m., die als passive Faceelemente den Lastabtrag des aus der Konstruktion resultierenden Eigengewichtes und der Verkehrslast nicht unterstützen, wird nun ein neu entwickeltes aktives Wandsystem vorgestellt. Die Entwicklung der neuen Bauweise der Kunststoffbewehrten Erde wurde von Seiten der ausführenden Bauunternehmen angestoßen, um ein geeignetes System für die Anwendung bei großflächigen Ansichtsflächen mit geringer Wartungsintensität zu realisieren. Zu den typischen Anwendungsbereichen zählen Brückenwiderlager, Flügelwände und Lärmschutzwände.

Im Folgenden werden die einzelne Systemkomponenten und die Wirkungsweise des Systems erläutert. Ebenfalls werden Hilfselemente vorgestellt, die die Arbeitssicherheit während des Transportes und der Installation der Betonfertigteile gewährleisten und gleichzeitig den gesamten Einbauprozess beschleunigen. Anhand eines realisierten Bauprojektes soll die geotechnische Bemessung und Optimierung des Systems als Brückenwiderlager erläutert

und die einzelnen Installationsphasen bei der Errichtung des aktiven Wandsystems beschrieben werden.

1.1 Definition

Häufig wird eine Kunststoffbewehrte Erde in der passiven Bauweise unter Anwendung der Rückumschlagmethode aufgebaut (vgl. Abb. 1). Das heißt die Frontelemente werden dabei nicht aktiv durch den Erddruck belastet. Bei einem aktiven System werden an der Frontseite des bewehrten Erdkörpers Frontelemente wie z.B. Fertigbetonplatten angebracht und über ein Verbindungselement mit den Geogittern verbunden (vgl. Abb. 2). Die Frontelemente werden somit selbst durch den Erddruck der Konstruktion belastet. Ein Versagen der Frontelemente führt daher zu einem Versagen des gesamten Systems. Die Erddruckbelastung, die auf das Frontelement wirkt, wird über Verbindungselemente in die Geogitter geleitet und im Erdkörper rückverankert. Aufgrund der großflächigen Betonfertigteile kann der Abstand der Geogitter im Vergleich zu den gängigen KBE-Systemen größer gewählt werden. Hieraus resultieren sehr hohe Anschlusskräfte, die wie zuvor erwähnt eine sichere Verbindung zwischen den Frontelementen und den Geogittern erfordern.

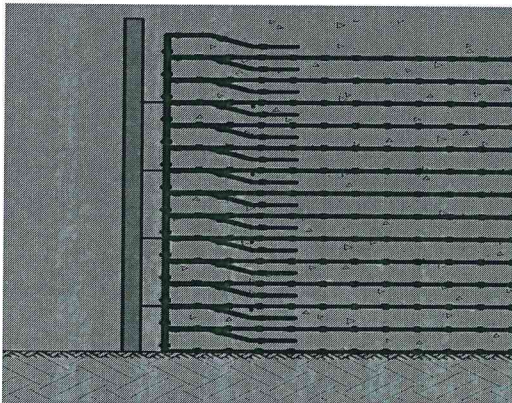


Abbildung 1 Passives System

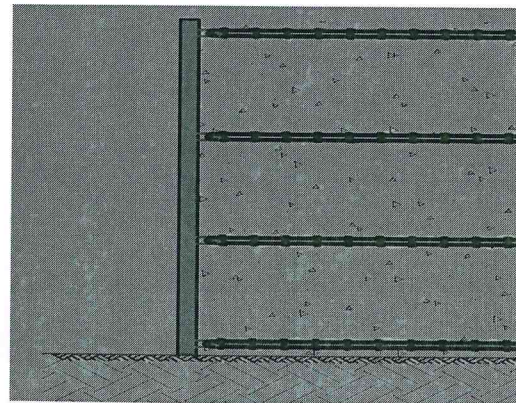


Abbildung 2 Aktives System

Somit unterscheidet sich die Wirkungsweise der Geogitterbewehrung in der hier vorgestellten Bauweise von der konventionellen Ausführung der Kunststoffbewehrten Erde, bei der keine bzw. geringe Anschlusskräfte an den Frontelementen auftreten.

2 SYSTEMKOMPONENTEN

Die einzelnen Komponenten Fertigbetonplatte, Geogitter, Verbindungselement sowie die konstruktiven Bestandteile wurden in Hinblick auf Wirkungsweise, Kosten- und Zeiteffizienz sinnvoll im neuen aktiven Wandsystem zusammengefügt und werden nun hinsichtlich ihrer Gestaltung und Wirkungsweise vorgestellt.

Die verwendeten Frontelemente sind Fertigbetonplatten, die im Werk unter Berücksichtigung der geotechnischen Bemessung der Kunststoffbewehrten Erde produziert werden. Die Sichtseite der Betonfertigteile ist mit einer wellenförmigen Struktur ausgeführt, sie kann jedoch nach Belieben gestaltet werden. Die zum bewehrten Erdkörper zugewandte Seite besitzt eine glatte Oberfläche. Die Betonfertigteile dienen dem aktiven Wandsystem sowohl als Verkleidung der Kunststoffbewehrten Erde als auch als Schalung, die während der Installation den Erdbau und insbesondere die Verdichtung im Frontbereich unterstützt. Die Betonfertigteile sind witterungsunempfindlich und besitzen keinen hohen Wartungsbedarf wie beispielsweise eine begrünte Außenhaut.

Im Zuge der Entwicklung des neuen aktiven Wandsystems spielt die Gestaltung und Dimensionierung des Verbindungselementes, mit dem die Geogitter an die Betonplatten angeschlossen werden, eine Schlüsselrolle. Die ideale Gestaltung des Verbindungselementes wurde daher in verschiedenen Entwicklungsstufen schrittweise erprobt und optimiert. Zu den wichtigen Anforderungen, die ein Verbindungselement für eine erfolgreiche Nutzung des gesamten Systems erfüllen muss, zählen unter anderem eine hohe Anschlussfestigkeit und eine kurze Installationsdauer.

In einem vorangegangenen Bauprojekt wurden die Geogitter bereits im Werk in die Fertigbetonplatte einbetoniert (siehe Abb. 3). Bei dieser Variante muss die Dauerhaftigkeit der Geogitter in der direkten Umgebung vom Beton sichergestellt sein. Dies hat meist die Wahl eines Geokunststoffes zur Folge, welcher aus einem alkaliresistenten

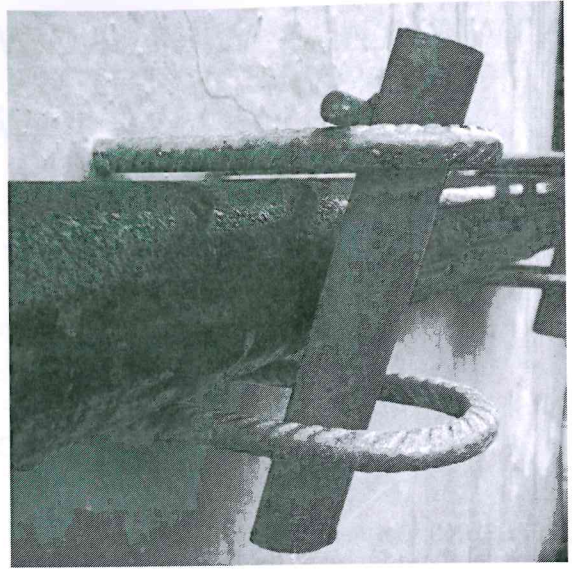


Abbildung 3 Verbindungselement des neuen aktiven Systems

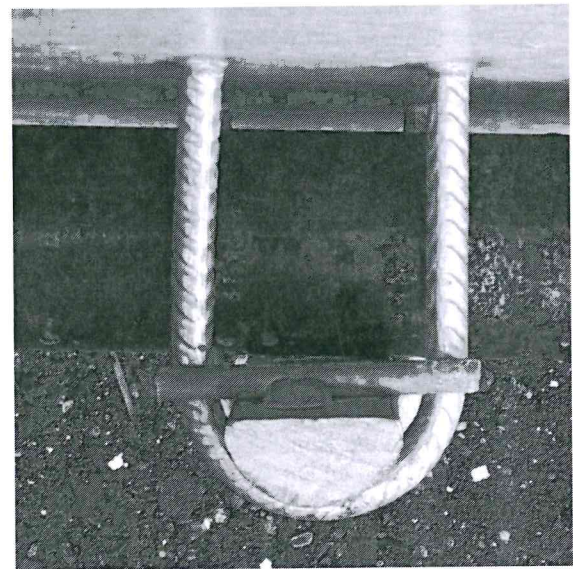


Abbildung 4 Verbindungselement des neuen aktiven Systems

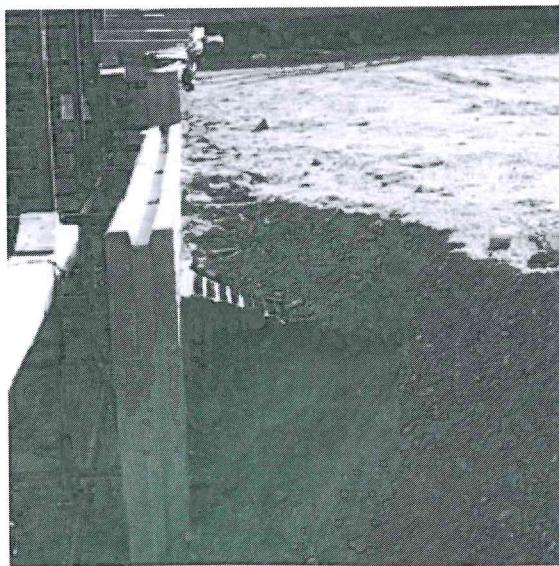


Abbildung 6 Herausforderung Anschluss Fertigbetonplatte Geogitter

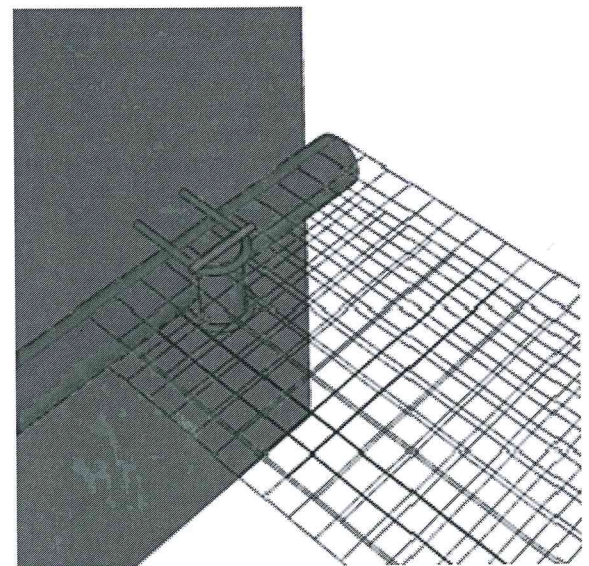


Abbildung 5 Schema Verbindungselement

Rohstoff (z.B. PVA) produziert wurde. Durch den Betonageprozess wird das Geogitter starr und unverschieblich an das Betonfertigteil angeschlossen. Sollten sich aus verschiedenen Gründen Setzungen des Füllmaterials einstellen, kann das einbetonierte Geogitter diese nicht kompensieren. Wie in Abbildung 3 ersichtlich ist, kann dies an der Anschlussstelle eine Neigung des Geogitters hervorrufen, welche zu einer Beeinträchtigung der Anschlussfestigkeiten führen kann. Ein weiteres Problem dieser Variante ist die Qualitätssicherung des Geogitters während des Betonierprozesses, der Lagerung, des Transportes und des Einbaus der Fertigbetonplatten. Eine Beschädigung der Geogitter muss zu jedem Zeitpunkt von der Herstellung bis zum Einbau vermieden werden, da der Austausch des Geogitters aufgrund einer Beschädigung nicht möglich ist. Generell ist der Austausch des Geogitters nach der Herstellung des Betonfertigteils nicht möglich, sodass eine Reaktion auf potentielle Änderungen der Belastung, der Bodenkennwerte oder anderen einflussreicher Parameter nicht möglich ist.

Die neue Variante des aktiven Systems sieht einen Anschluss des Geogitters an die Fertigbetonplatte über eine Verbindung von Stahlbügeln, eines Stahlrohres und eines Bolzens vor und wurde gemeinsam von den Firmen Voetsgewapende grond B.V. und and Huesker B.V. entwickelt und zum Patent angemeldet.

Bereits im Werk werden halbrunde, thermisch verzinkte Stahlbügel in die der Kunststoffbewehrten Erde zugewandten Seite der Frontelemente eingebracht. Diese werden in Doppelreihen mit jeweils fünf bis neun nebeneinander liegenden Stahlbügeln angeordnet. Der vertikale Abstand zwischen zwei Doppelreihen ergibt sich aus den statischen Berechnungen. Mit Hilfe dieser Stahlbügel wird das Verbindungselement bestehend aus einem Stahlrohr, dem Geogitter und einem halbrunden Stahlstab an der Fertigbetonplatte befestigt. Dafür wird das Geogitter um das Stahlrohr gewickelt und diese beiden Komponenten zwischen die Stahlbügeldoppelreihen gelegt. Ein Einschneiden des Geogitters ist nicht erforderlich, wodurch die Installation um einen zeitintensiven Arbeitsschritt verkürzt wird. Ein halbrunder Bolzen wird vor dem Stahlrohr in die Rundung des Stahlbügels eingesetzt und verhindert das Herausrutschen des Stahlrohres und des darum gewickelten Geogitters aus der Stahlbügelhalterung. Der Bolzen selbst ist durch einen angebrachten Pin gegen das Herausrutschen gesichert. Die Wandstärke des Stahlrohres sollte so gewählt werden, damit Spannungen an Kontaktpunkten des Stahlrohres und den anderen Komponenten

schadfrei aufgenommen werden können.

Da das Geogitter in diesem Verbindungselement nicht in direkten Kontakt mit dem Beton tritt, kann auf die Verwendung eines alkalibeständigen Rohmaterials verzichtet werden. Sollten außerdem Setzungen des Füllmaterials zu erwarten sein, kann der Abstand der Stahlbügeldoppelreihen vergrößert werden. Eine vertikale Verschiebung des Verbindungselementes wird ermöglicht, wodurch potentielle Setzungen ausgeglichen werden und eine Beeinträchtigung der Anschlussfestigkeit vermieden wird. Angesichts des entwickelten Steckmechanismus wird das Geogitter nicht starr mit dem Betonfertigteil verbunden. Demnach können Abweichungen oder Änderungen der geotechnischen Parameter sowie Lastannahmen ggf. durch einen Austausch der geosynthetischen Bewehrungselemente ausgeglichen werden. Des Weiteren kann der Transport und die Lagerung der Betonfertigteile ohne besondere Berücksichtigung der Geogitter erfolgen. Diese werden gesondert transportiert und angemessen gelagert, wodurch keine besonderen Maßnahmen der Qualitätssicherung erfolgen müssen.

Im Gegensatz zu der konventionellen Bauweise werden die Geogitter mit einer Bahnenbreite von 1.7 m verwendet. Durch die Wicklung des Geogitters um das Stahlrohr entsteht eine Doppellage, deren untere und obere Lage dieselbe Länge aufweisen. Durch den vergrößerten Lagenabstand werden höhere Kurzzeitfestigkeiten als bei der konventionellen Rückumschlagmethode benötigt.

Unterhalb der Fertigbetonplatten wird ein I-förmiger Betonsockel als Gründungselement empfohlen. Dieser dient als horizontale Stützung beim Einbau und verhindert eine Verschiebung des Fußpunktes der Betonfertigplatte während der Nutzung.

Falls ein erhöhter Wassereintritt im Füllkörper zu erwarten ist, kann das System durch Drainageelemente erweitert werden, damit eine Ableitung des Sickerwassers gewährleistet ist. Durch die Verwendung eines granularen, leicht drainierenden Bodens als Füllmaterial kann im Regelfall auf eine Drainage verzichtet werden.

Als temporäre Sicherung gegen das Kippen der Fertigbetonplatte sowohl bei ihrer Aufrichtung als auch während der gesamten Bauphase kommen justierbare und höhenverstellbare Stahlrohre zum Einsatz. Diese werden mit einem Betonsockel verschraubt, der vor der Wand platziert und mit sandgefüllten Bigbags belastet wird. Die gelenkige Befestigung an diesem Betonsockel ermöglicht eine variable Neigung der Stahlrohre bis zu max. 60°. Das obere Ende der Stahlrohre wird an der Oberkante der Fertigbetonplatten mit Stahlwinkeln verschraubt. Es wird die Nutzung von zwei Stahlrohren pro Betonfertigteil empfohlen. Nach abgeschlossener Einbauphase kann die Kippsicherung abgebaut und bei einer anschließenden Baumaßnahme wiederverwendet werden.

3 FALLSTUDIE

Die vorgestellte Bauweise wurde unter anderem an der Niederländischen N216 zwischen Tilburg und Waalwijk zur Errichtungen zweier Brückenwiderlager angewendet. Diese beiden Bauwerke bilden gemeinsam mit zwei mittleren Brückenpfeilern die Auflager einer Grünbrücke. Die Passierbarkeit der stark frequentierte N216 ist durch die über 60 m lange und 40 m breite Grünbrücke für zahlreiche Tierarten gegeben.

Die Brückenwiderlager (siehe Abb. 7) sind 6 m hoch und dienen jeweils zur Aufnahme der Beanspruchung aus

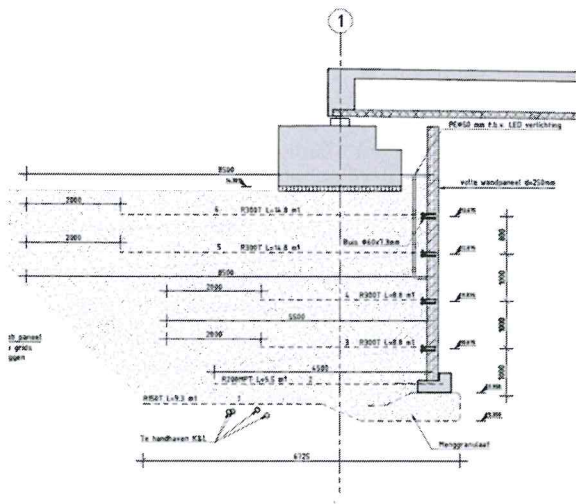


Abbildung 7 Querschnitt des Brückenwiderlagers K8



Abbildung 8 Transport der Betonfertigteile

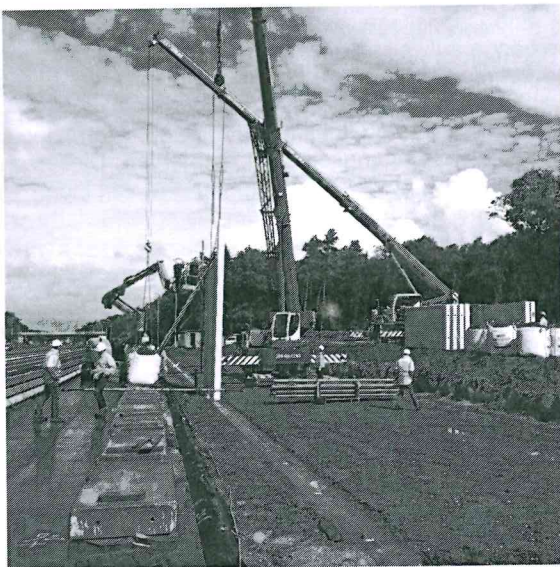


Abbildung 9 Aufstellen der Betonfertigteile

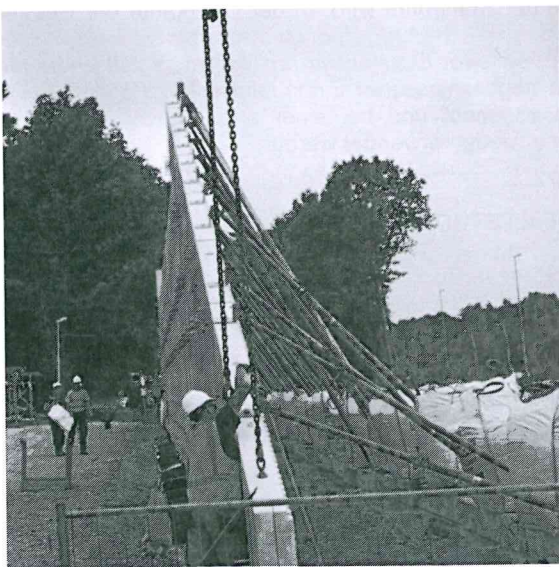


Abbildung 10 Installation der Stützkonstruktion

Eigengewicht und Verkehrslasten von insgesamt $q = 435 \text{ kN}$. Als Füllmaterial wurde ein granulares Material verwendet, für das in Triaxialversuchen ein effektiver Reibungswinkel $\varphi' = 42,5^\circ$ und eine effektive Kohäsion $c' = 0$ bestimmt wurde.

3.1 Technische Bemessung

Das Verbindungselement mit seinen aus Stahl hergestellten Bestandteilen wurde unter Berücksichtigung des Eurocode 2 und der niederländischen Nationalen Anhängen bemessen.

Als Grundlage für die geotechnische Bemessung des aktiven Systems dient der Eurocode 7 und der Nationale Anhang der Niederlande. Des Weiteren werden die Empfehlungen der Civieltechnisch Centrum Uitvoering Researchen Regeling (CUR) 198 mit dem Titel „Kerende constructies in gewapende grond“ in der Bemessung berücksichtigt. In den Empfehlungen wird die Prüfung der externen Standsicherheit gegenüber dem Grundbruchversagen, dem Versagen durch horizontales Gleiten oder Kippen und dem globalen Böschungsbruchversagen geraten. Die interne Stabilität soll anhand der Nachweise gegen den Bruch bzw. Herausziehen des Geogitters, dem Versagen des Facings und der Verbindung zwischen diesem und dem Geogitter geprüft werden. Außerdem ist die Sicherheit gegen das Abgleiten des bewehrten Erdkörpers entlang der Geogitter zu ermitteln.

Ein Großteil der geforderten Nachweise wurden mit Hilfe eines Excelprogrammes geführt. Dieses ermöglicht beispielsweise auch den Nachweis gegen den Bruch der Bewehrung mit Hilfe der Tie-Back Wedge Method, die u.a. auch im British Standard 8006 (2009) beschrieben ist. Zur Überprüfung der globalen Standsicherheit wurde die Software D-Geo Stability 10.1 der Firma Deltares verwendet. Außerdem wurde das System in der Spundwandsoftware D-Sheet (ebenfalls der Firma Deltares) abgebildet.

Schließlich wurde das System in Plaxis 2D modelliert. Das Plaxis-Modell ist sehr detailliert und bildet nahezu jeden Konstruktionsschritt ab. Mit Hilfe dieses Modells kann außerdem die Verformung des Systems ermittelt werden, die meist das maßgebende Kriterium darstellt. Mit Hilfe der genannten analytischen und numerischen Verfahren können die Betonfertigteile hinsichtlich ihrer erforderlichen Stahlbewehrung unter Berücksichtigung der horizontalen Lasten aus dem Erdkörper und der Brückenaufkast resultierend bemessen werden. Außerdem können Windlasten und Lasten, die durch Geländer oder Leitplanken auf das Bauwerk wirken, berücksichtigt werden. Letztere waren im Falle dieser Gründücke jedoch nicht notwendig.

Ziel der Bemessung ist die Ermittlung einer optimalen Anzahl und Anordnung der Geogitterbewehrung. Durch die Wahl der Abstände der einzelnen Geogitterlagen kann die Einwirkung auf das Betonfertigteile minimiert werden. Dies liefert einen großen wirtschaftlichen Vorteil, solange die Mindestbewehrung des Betonfertigteils eingehalten wird. Zu Beginn der Bemessung werden die Eingangsparameter wie z.B. maximale Spannung unterhalb des Widerlagerfundamentes, Bodenparameter des Füll- und Untergrundmaterials und Höhe des Widerlagers analysiert. Daraufhin wird die Anordnung und Anzahl der Anschlusspunkte des Geogitters an die Betonfertigteile abgeschätzt, sodass die Erddruckbelastung auf das Betonfertigteile und die erforderliche Zugkraft des Geogitters für diese gewählte Geometrie mit Hilfe der unterschiedlichen Berechnungsmethoden ermittelt und hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft werden können. Im Verhältnis zu ihrer Größe sind die Abweichungen der erforderlichen Bemessungsfestigkeit im Geogitter aus den Berechnungen nach CUR 198 und der Plaxisberechnungen relativ gering.

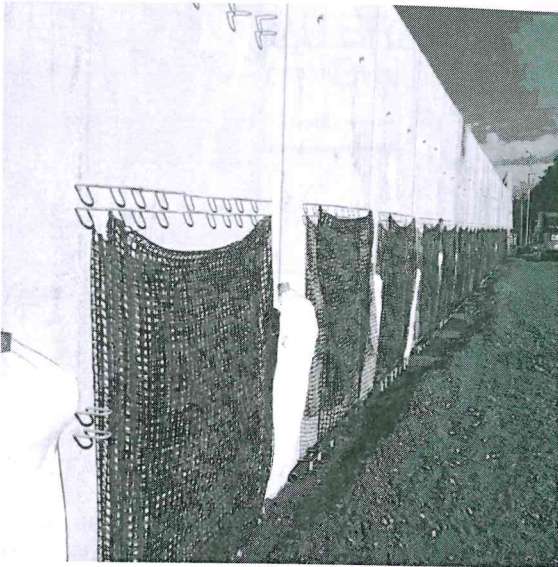


Abbildung 11 Einbau der unteren Lage

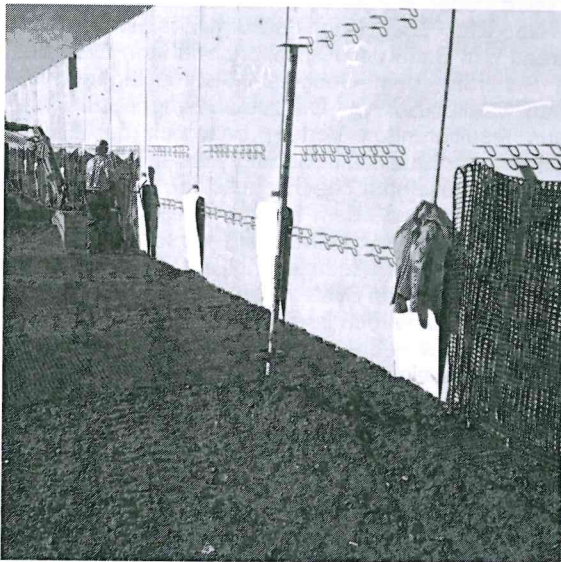


Abbildung 12 Einbau der oberen Lage

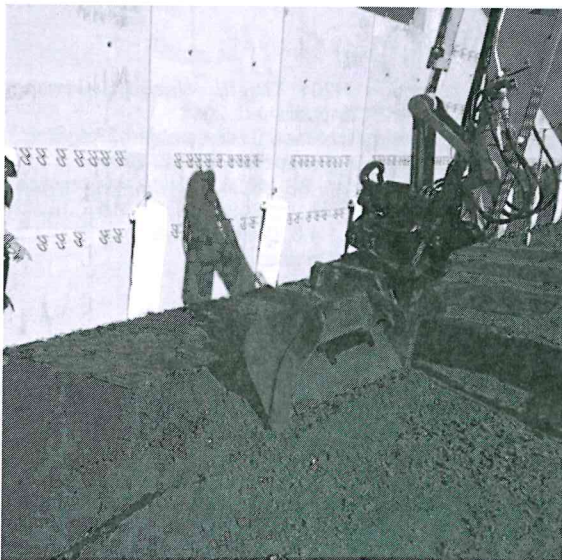


Abbildung 13 Überdecken und Vorspannen der Geogitter

Große Abweichungen auf der unsicheren Seite liefern die erforderlichen Zugfestigkeiten, die mit der Spundwandsoftware ermittelt wurden. Daher wird vom Nachweis des aktiven Wandsystems mittels einer Spundwandsoftware abgeraten. Die maximal auftretenden Werte werden als maßgebende Zugfestigkeiten ausgewählt. Sollte dabei die Mindestbewehrung des Betonfertigteils überschritten werden, wird die Geometrie dahingehend verändert, dass eine Reduktion der Erddruckbelastung auf das Betonfertigteil erzielt werden kann. Als zusätzliches Bemessungskriterium wird die Verformung, die im Plaxis-Modell ermittelt wird, in die Bemessung einbezogen. Aufgrund der Einschränkungen in Bezug auf die Vorformung war es für dieses Bauvorhaben erforderlich Geogitter mit einer Kurzzeitfestigkeit von $R_{b,k,0} = 300 \text{ kN/m}$ zu verwenden, die wie bereits erwähnt in einer Doppellage eingebaut werden. Eine Ausnahme bildet das unterste Geogitter (siehe Abb. 7), das nicht mit dem Betonfertigteil verbunden ist und als eine Art Basisbewehrung fungiert.

3.2 Installationsprozess

Der Untergrund der Kunststoffbewehrten Erde-Konstruktion sollte (unabhängig vom Facingsystem) vorbereitet und wenn erforderlich verbessert werden, sodass eine ausreichend große Tragfähigkeit in Relation zu der erwarteten Beanspruchungen gegeben ist. Auf dem vorbereiteten Planum können die Betonfundamente für die Betonfertigteile sowie der Kippsicherung hergestellt bzw. eingebaut werden. Nachdem die vorproduzierten Betonfertigteile auf die Baustelle geliefert werden, können sie mit Hilfe der zwei an der Seite eingearbeiteten Tragevorrichtungen mit einem Kran an die genaue Einbaustelle transportiert werden (siehe Abb. 8). Dort werden sie mit Hilfe eines zweiten Krans gedreht und auf dem Betonfundament platziert (siehe Abb. 9). Danach werden die Stahlrohre der Kippsicherung montiert und mit Bigbags belastet, sodass einem Kippen der Betonfertigteile vorgebeugt wird (siehe Abb. 10). Im Spalt zwischen zwei benachbarten Betonpaneelen wird ein Vlies zum Schutz gegen Erosion angebracht. Anschließend kann der Boden bis zu der Höhe der ersten Doppelreihe von Stahlbügeln aufgetragen werden. Der Boden wird dabei wie für konventionelle Kunststoffbewehrte Erde-Konstruktionen üblich lagenweise angefüllt und verdichtet. Dann wird das Geogitter um das Stahlrohr gewickelt und diese beiden Systemkomponenten zwischen die Stahlbügelreihen platziert. Nachdem der Stahlbolzen in die Rundung des Stahlbügels installiert wurde, kann die obere Lage des Geogitters am Frontelement provisorisch fixiert werden, damit es das Ausrollen, das Glattziehen und das leichte Vorspannen der unteren Geogitterlage nicht behindert (siehe Abb. 11). Auf das untere Geogitter wird eine dünne Schicht Füllmaterial aufgebracht und verdichtet, woraufhin das obere Geogitter ebenfalls glattgezogen und vorgespannt werden kann (siehe Abb. 12 und Abb. 13). Die Arbeitsschritte des Anfüllens, des Anschlusses und der Geogitterverlegung werden wiederholt, bis die maximale erforderliche Höhe der Kunststoffbewehrten Erde erreicht ist. Der Zeitbedarf wird maßgebend durch die Platzierung der Fertigbetonplatten und dem Erdbau bestimmt. Das Zusammensetzen des Verbindungselementes ist bezogen auf den Zeitbedarf des gesamten Installationsprozesses ein vernachlässigbarer Arbeitsschritt.

3.3 Performance

Zur Bewertung des Vorformungsverhaltens wurde vor dem Bau der gesamte Bauablauf des Systems detailliert in Plaxis 2D modelliert, sodass u.a. die horizontale Verschiebung für zwei Punkte im oberen bzw. unteren Bereich der Betonfertigteile ermittelt werden konnte.

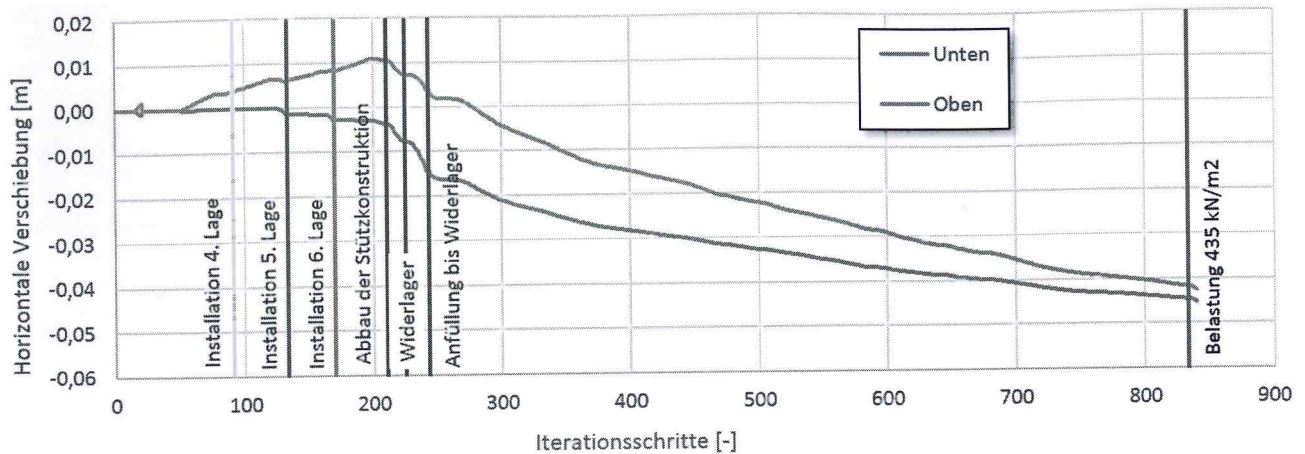


Abbildung 14 Horizontale Verschiebung der Wand, Plaxis 2D

Die horizontale Verschiebung ist auf der Ordinatenachse des Diagrammes in Abb. 14 in Abhängigkeit der einzelnen Installationsschritte abgebildet. Ein positiver Wert der horizontalen Verschiebung entspricht im Sinne der angesetzten Vorzeichenkonvention einer Verschiebung in Richtung des bewehrten Erdkörpers. Dementsprechend entspricht ein negativer Wert der horizontalen Verschiebung einer Verschiebung zur Luftseite. Auf der Abszissenachse sind die in der Berechnung durchgeführten Iterationsschritte des Modells aufgetragen. Die verschiedenen Installationsschritte sind durch vertikale Linien symbolisiert. Der obere Bereich der Betonfertigteile erfährt durch den Einbau der Geogitter eine horizontale Bewegung (ca. 1 cm) in Richtung des bewehrten Erdkörpers, was durch die leichte Vorspannung bzw. Aktivierung der Geogitter beim Überschütten zu erklären ist. Nachdem die Einbauhöhe für das Betonwiderlager erreicht ist, werden die Stützkonstruktionen entfernt, was in einer Verschiebung der Betonfertigteile in Richtung der Luftseite resultiert.

Durch das Anbringen des Widerlagers, der fortgeführten Auffüllung und schließlich das Aufbringen der Gesamtlast des Brückenbauwerks wird die Bewegung der Wand in Richtung der Luftseite verstärkt. Während der ersten Einbauschnitte ist eine deutliche Differenz zwischen dem oberen und unteren Bereich der Wand deutlich, was bedeutet, dass die Wand zu Beginn des Einbaus leicht geneigt ist. Der Unterschied der Verschiebungen für beide Punkte nimmt im Verlauf der Iteration, also mit steigender Auflast, stetig ab. Die maximale Verschiebung nach Aufbringen der gesamten Last beträgt für beide Messpunkte ca. 4 cm. Somit befinden sich die Betonfertigteile bei voller Belastung in einer nahezu senkrechten Position.

Am Bauwerk wurde die benötigte Messtechnik installiert, sodass die Verformung während der fünfmonatigen Nutzungsdauer überwacht wurde. Bisher konnte eine tatsächliche horizontale Verschiebung von 8 mm beobachtet werden. Es wird vermutet, dass die Scherparameter des granularen Füllmaterials in der geotechnischen Berechnung zu gering angesetzt wurden, die diese signifikante Abweichung zur Berechnung begründen.

4 ZUSAMMENFASSUNG

Hinsichtlich einer Anwendung für großflächige Bauwerke wie Brückenwiderlager, Flügel – oder Lärmschutzwände wurde eine neue Variante der Kunststoffbewehrten Erde entwickelt. Bei dieser Variante handelt es sich um eine Optimierung des aktiven Wandsystems, bei dem die als Frontelemente verwendeten Fertigbetonplatten mit der Geogitterbewehrung verbunden werden. Da sie durch diese

Verbindung durch den Erddruck belastet werden, tragen sie aktiv am Lastabtrag der entstehenden Lasten bei. Das optimierte Verbindungselement, welches hier detailliert beschrieben wurde, verbindet die Betonfertigteile und das Geogitter über einen Steckmechanismus, welcher während des Baus der Kunststoffbewehrten Erde aus einem Stahlrohr, dem Geogitter, Stahlbügeln und einem kleinen Stahlbolzen vor Ort zusammengesetzt wird. Die daraus resultierenden Vorteile bezüglich der Dauerhaftigkeit und der Qualitätssicherung während des Transportes und der gesamten Lebensdauer der Konstruktion wurden erläutert. Außerdem wurde dargelegt, dass das Verbindungselement eine vertikale Verschiebung des Anschlusspunktes zur Reduzierung der Setzungsempfindlichkeit des gesamten Systems erlaubt.

Die Geogitter werden in dieser Bauweise einem großen Lagenabstand angeordnet, was die Installationsdauer reduziert. Des Weiteren wird der Einbau durch die Transporthilfen und die Stützkonstruktionen gesichert, vereinfacht und beschleunigt.

Es wurden bereits zwei Brückenwiderlager in den Niederlanden in dieser Bauweise errichtet, deren geotechnischen Nachweise mit Hilfe verschiedener analytischer und numerischer Verfahren wie oben beschrieben geführt wurde. Die tatsächlich gemessenen Verformungen unterschreiten die zuvor ermittelten Vorformungen.

5 LITERATUR

- Van Duijnen, "Ombouw N261 Tilburg. Waalwijk, Gewapende grond kunstwerk K8", unpublished, 2014
- Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regeling 198 "Kerende constructies in gewapende grond", 2000
- BSI Standard Publications, BS 8006, "Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills", 2010
- D-Geo Stability, Version 10.1.4.3, Delft GeoSystems
- D-Sheet Piling, Version 9.3, Deltares
- Plaxis Output Version 2013.0