

**Tensor.**

THE COMPANY  
YOU CAN BUILD ON™



## Innovativer und zukunftsweisender Deich für Nordseehalbinsel in Schleswig-Holstein





# Innovativer und zukunftsweisender Deich für Nordseehalbinsel in Schleswig-Holstein

Dipl.-Ing. (FH) Daniel Cammarata, Tensar International GmbH, Bonn, Deutschland

## Aufgabenstellung

Auf der Nordseehalbinsel Nordstrand in Schleswig-Holstein wurde aufgrund der immer stärker werdenden Sturmflutereignisse eine Deicherweiterung erforderlich. Der Landesschutzdeich „Alter Koog“ wurde zwischen Norderhafen und Strucklahnungshörn auf einer rund 2,5 km langen Strecke verstärkt (**Bilder 1 und 2**). Der Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN-SH) ließ diesen Abschnitt zu einem modernen und technisch anspruchsvollen Deich ausbauen. Dabei wurde der Deich nicht nur um 90 cm auf dann 8,70 m über NHN (Normalhöhennull) erhöht, er erhielt auch – als erster Deich in Schleswig-Holstein – das im **Bild 3** schematisch dargestellte neue sogenannte Klimaprofil [1]. Dieses Profil enthält eine Baureserve. Die wasserseitige Außenböschung ist flacher und die Deichkrone wurde von 2,50 auf 5,00 m verbreitert. So können kommende Generationen dem Deich kurzfristig, ohne großen Aufwand und mit geringen Kosten eine „Kappe“ aufsetzen, wenn der Meeresspiegel stärker als bislang prognostiziert ansteigt.

Da im Erweiterungsbereich der Deichaufstandsfläche bis zu einer Tiefe von 12,0 m nicht tragfähige Untergründe (u. a. Kleiböden) anstehen, wurden von Anfang an hohe Anforderungen an die Gründung gestellt. Sie sollte nicht nur eine ausreichende Standsicherheit im Endzustand gewährleisten, sondern auch eine sichere und wirtschaftliche Herstellung ermöglichen. Das war bei den vorhandenen Randbedingungen nicht einfach. Dieser Beitrag geht zunächst kurz auf die ur-

**Bild 1:** Luftaufnahme des Landesschutzdeichs „Alter Koog“ auf der Nordseehalbinsel Nordstrand



Auf der Nordseehalbinsel Nordstrand in Schleswig-Holstein war eine Erweiterung des Deichs „Alter Koog“ erforderlich, da die Stärke von Sturmflutereignissen immer mehr zunimmt. Erstmals wurde dazu ein sogenanntes Klimaprofil mit flacherer Neigung zur Wasserseite und breiterer Deichkrone gewählt, das eine Baureserve für potenzielle zusätzliche Meeresspiegelanstiege bietet. Dieser Beitrag erläutert, wie die Herausforderungen der Baugrundverbesserung für den gering tragfähigen Baugrund bewältigt wurden. Ein Geozellensystem mit Geokunststoffen und grobem Schüttmaterial ermöglichte die Herstellung eines standsicheren und wirtschaftlichen Tragsystems.

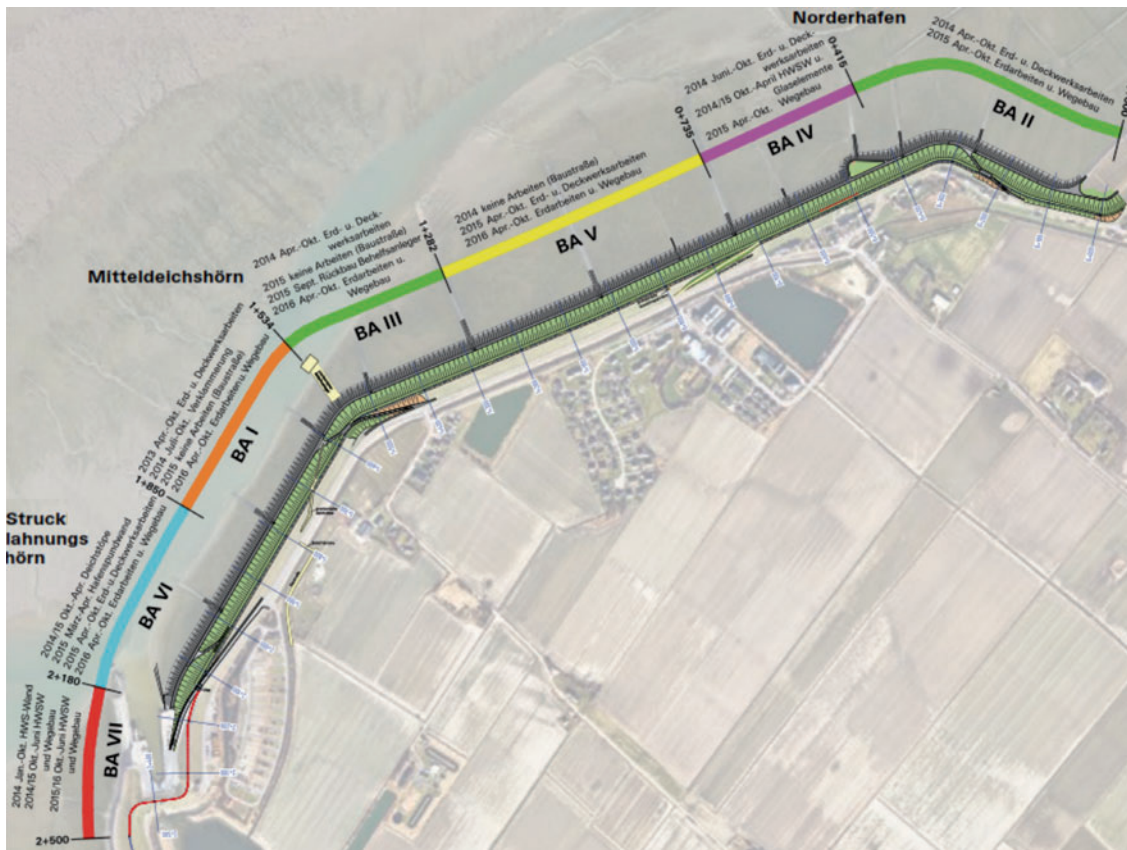
**Geotechnik • Deichbau • Geokunststoffe •  
Bewehrte Erde • Standsicherheit • Effizienz**

sprünglich geplante Ausführung mit Rüttelstopfsäulen und einer Arbeitsebene mit Geokunststoffen für die Bauphase und dann ausführlicher auf die tatsächlich gewählte Gründung mit einem Geozellensystem, die rechnerischen Nachweise und die Bauausführung ein.

## Ursprünglich vorgesehene Gründung mit Rüttelstopfsäulen

Aufgrund der im Deichvorland anstehenden, nur gering tragfähigen Untergründe wurde im Vorfeld eine Baugrundverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen geplant und ausgeschrieben (**Bild 4**). Das Rastermaß der Säulen wurde in Längs- und Querrichtung mit 2,20 m und in Diagonalrichtung mit 1,55 m festgelegt. Der Durchmesser der Säulen sollte 0,80 m betragen. Mit 4,00 m Säulenlänge wurde die Baugrundverbesserung als schwimmendes Lösungskonzept entworfen und ausgeschrieben, da die bis in eine Tiefe von 12 m reichende Weichschicht von den Rüttelstopfsäulen nicht durchteuft wurde. Um eine ausreichende Stabilität der Gründungsebene über das gesamte Areal zu erreichen, wurden etwa 100.000 laufende Meter Säulen ausgeschrieben.

Das ausgeschriebene Bauverfahren sollte vorab anhand von Probesäulen bestätigt werden. Die Arbeitsebene, um die schweren Bohr- und Rammgeräte auf dem weichen Untergrund sicher tragen zu können, wurde mit einem Geozellensystem der Tensar International GmbH erstellt [3]. Bei der Ausführung der Probesäulen kam es zu unerwarteten technischen Schwierigkeiten. Die Umsetzung des ausgeschriebenen Verfahrens zur Baugrundverbesserung mit Rüttel-



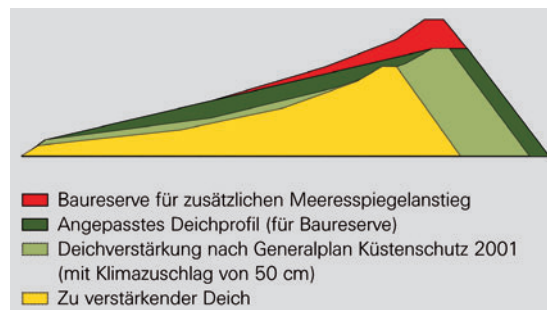
**Bild 2:** Lageplan des Landesschutzdeichs „Alter Koog“ auf der Nordseehalbinsel Nordstrand mit Kennzeichnung der Bauabschnitte [1]

stopfsäulen musste als nicht durchführbar aufgegeben werden. Der geringe seitliche Stützdruck der oberflächennahen Weichschicht in Verbindung mit der eingeleiteten Vibrationsenergie beim Einbringen des Schottermaterials waren die Hauptgründe dafür, dass keine stabile Säulenstruktur hergestellt werden konnte. Das Schottermaterial verteilte sich in der Kleischicht so ungerichtet, dass bei einer eingebrachten Mehrmenge an Schottermaterial von ca. 30 % der Versuch abgebrochen wurde. Mit dem ausgeschriebenen Bauverfahren ließ sich keine ausreichende Tragfähigkeitsverbesserung des Untergrunds erzielen. Die Gründung musste modifiziert werden.

## Modifizierte und ausgeführte Gründung mit Geozellensystem

### Allgemeines

Die Projektverantwortlichen waren über die Trageigenschaften des bereits angesprochenen Geozellensystems der Arbeitsebene beeindruckt. Die hohen, punktuellen Belastungsspitzen aus der Probe-säulenherstellung wurden vom Geozellensystem ohne große Verformungen sicher in den weichen Baugrund abgetragen. Die Geozellenhöhe betrug 65 cm. Das Geometrieverhältnis zwischen Zellenhöhe und -breite war so abgestimmt worden, dass zum einen eine gute Verdichtung des Systems und zum anderen eine hohe Spannungumlagerung durch die Ringzugkräfte der



**Bild 3:** Schematische Darstellung des „Klimaprofils“ für Deiche mit Baureserve [1]

verwendeten Geogitter ermöglicht wurde. Aufgrund des beobachteten, sehr guten Last-Verformungsverhaltens ihres Geozellensystems wurde die Tensar International GmbH vom bauausführenden Unternehmen gebeten, weitergehende statische Untersuchungen für den Einsatz als „schwimmende“ Flachgründungseinheit durchzuführen. Die Schottersäulen sollten durch das Geozellensystem ersetzt werden.

## Ausbildung und Wirkungsweise des Geozellensystems

Das Geozellensystem ist eine dreidimensionale, biege-steife Gründungseinheit aus Geogittern (**Bild 5**) mit mineralischer Füllung. Zur Bildung der Zellstruktur wird zunächst auf dem Planum ein Basisgitter ausgelegt und darauf das einaxial gestreckte Geogitter aus



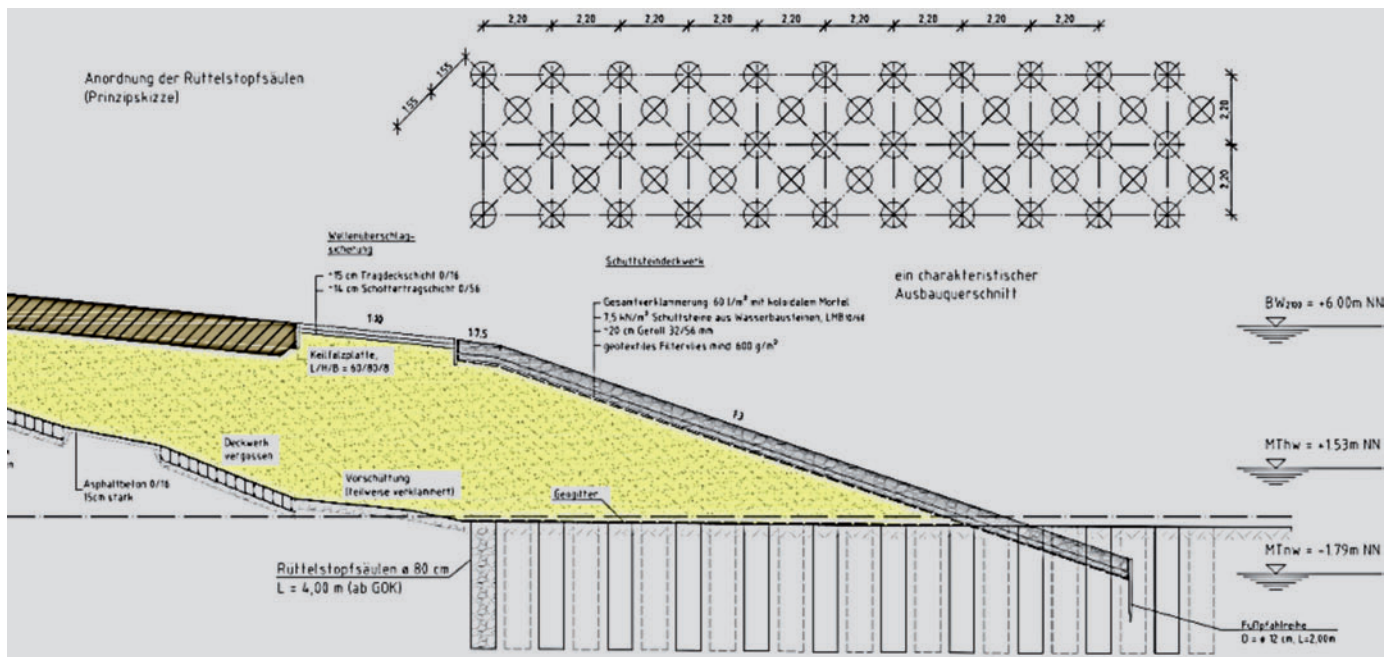
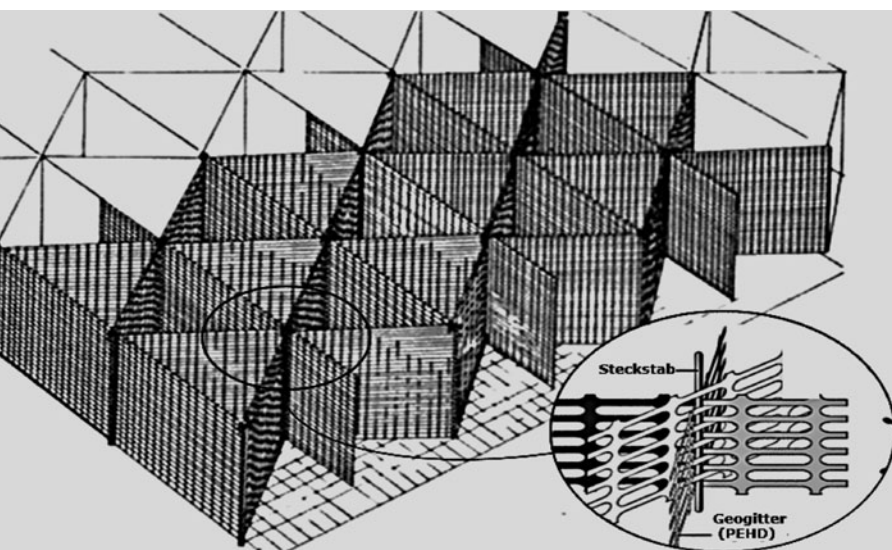


Bild 4: Regelprofil für die ursprünglich ausgeschriebene Gründungsvariante mit Rüttelstopfsäulen [2]

Polyethylen hoher Dichte (PEHD) vertikal aufgestellt. Mithilfe von Steckstäben wird eine offene, stabile, dreieckige Zellstruktur geschaffen. Die einzelnen Zellen werden dann mit geeignetem Schüttmaterial gefüllt. Nach fachgerechter Verdichtung der Verfüllung ermöglicht dieses Zellsystem eine belastbare Gründung – sogar auf extrem gering tragfähigen Böden. Das mit Schüttmaterial gefüllte Zellsystem wirkt als eine weitestgehend steife Konstruktion, die eine erhöhte und verbesserte Stabilität bietet. Das räumliche und zeitliche Setzungsverhalten wird positiv beeinflusst, somit können unterschiedliche Setzungen erheblich minimiert werden. Des Weiteren ermöglicht dieses Erdverbundbauwerk ein sofortiges Befahren des nur gering tragfähigen Untergrunds mit schweren Baugeräten.

Bild 5: Skizze des Geozellensystems [3]



Der Aufbau des Geozellensystems erfolgt von Hand, sodass untergrund- und wetterunabhängig gebaut werden kann.

### Gründungskonzept und Berechnung

Im Bild 6 ist der modifizierte Regelquerschnitt des Deichs dargestellt. In den „Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen – EBGEO“ [5] werden unterschiedliche Anwendungen mit Geokunststoffen behandelt. Ein Berechnungsansatz für die Anwendung eines Geozellensystems ist jedoch noch nicht enthalten. Eine Bemessungsmethode für Geozellen wird in Europa zurzeit ausschließlich in Großbritannien im British Standard BS 8006-1:2010 „Code of practice for strengthened/reinforced soils and fills“ [6] behandelt – und zwar im Kapitel 8 „Design of embankments with reinforced soil foundations on poor ground“. Im Abschnitt “Basal mattress reinforced embankments” (bewehrte Matratze – auch Geozellen genannt – in Dammaufstandsflächen) wird eine Methode aufgezeigt, wie ein solches Gründungssystem standsicher gegen Ausquetschen und Zusammenpressen (squeezing) anstehender, sehr weicher Baugrundsichten berechnet und entworfen werden kann.

Diese Methode wurde in einer Vorstufe der Konzeptionierung angewendet. Die Nachweise nach BS 8006, wie die Ermittlung des mobilisierbaren Widerstands gegen Ausquetschen der darunterliegenden Weichschichten und die Festlegung der Geozellenstruktur (Geogitterzugfestigkeit/Geozellenhöhe und -abmessungen) unter Beachtung des inneren Grenzgleichgewichts bestätigten die Machbarkeit. In dieser Vorstufe stand die Ermittlung der erforderlichen Geogitterzugfestigkeiten des Systems im Vordergrund. Dazu musste die hohe

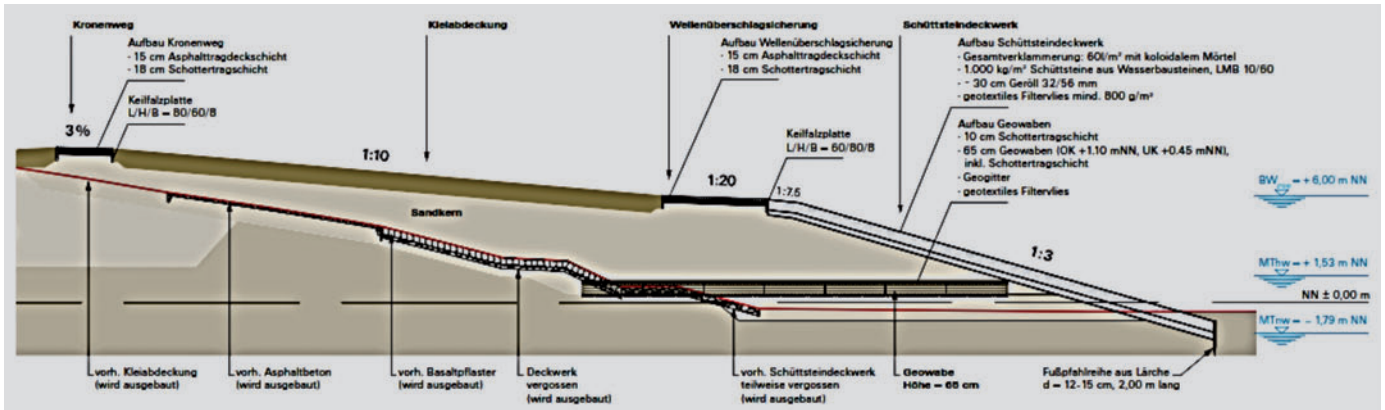


Bild 6: Regelquerschnitt für die Verstärkung des Deichs „Alter Koog“ in den Bauabschnitten I bis V [4]

Deichkubatur oberhalb des Geozellensystems in Verbindung mit dem weichen Baugrund genau erfasst werden. In der Regel wird das innere Grenzgleichgewicht dieser Zellenstruktur mithilfe des Spannungskreises nach Mohr (Bild 7) nachgewiesen. Das Geozellensystem muss aufgrund seiner Geogitterzugfestigkeit und seiner Systemgeometrie in der Lage sein, die auftretenden Horizontalspannungen mit ausreichender Sicherheit aufnehmen zu können.

Nach erfolgreicher Konzeptionierung des Systems wurden in einem weiteren Schritt Nachweise nach DIN 1054:2012 [7] unter Berücksichtigung der Berechnungsnorm DIN 4084 [8] durchgeführt. Der Grenzzustand der Tragfähigkeit für die Gesamtstandicherheit wurde nach deutschen Standards unter Einhaltung der entsprechenden Teilsicherheitsfaktoren für die Einwirkungen bzw. Beanspruchungen und Widerstände geführt [9, 10]. Die Berechnungen erfolgten mit kreisförmigen und polygonalen Gleitlinien (Bild 8 und 9). Alle maßgebenden Bruchformen konnten damit hinreichend genau erfasst werden. Mit den in der Vorstufe erarbeiteten Systemparametern konnte nun eine Implementierung des Geozellensystems in ein analytisches Berechnungsprogramm [11,12] erfolgen. In diesem Zusammenhang war es besonders wichtig, nicht nur das Tragsystem richtig abzubilden, sondern auch im Zuge dessen die verschiedenen Bau- und Endsituationen zu erfassen. Das zur Verfügung gestellte Baugrundmodell (Bild 10) war sehr komplex und beinhaltet Bodenparameter für dränierte und undräßierte Zustände [13]. Auch die unterschiedlichen Tidewasserstände waren zu beachten und trugen zu einem wesentlichen Teil zur rechnerischen Komplexität bei.

Die durch die Tensar International GmbH erstellten rechnerischen Nachweise wurden von externer Seite kontrolliert und verifiziert. Da das System in Deutschland noch nicht weit verbreitet war, waren im Zuge der Prüfung diverse Abstimmungen erforderlich. Nach positivem Abschluss der Prüfung stand dem Bau des ersten Geozellensystems für eine Deichgründung in Deutschland nichts mehr im Wege und das Geozellensystem wurde für die Bauabschnitte I bis V wasserseitig im Vorlandbereich über eine Breite von bis zu 30 m und

eine Länge von ca. 1.850 m (Station 0+000 bis 1+850) vom Bauherrn zur Ausführung freigegeben (Bild 2).

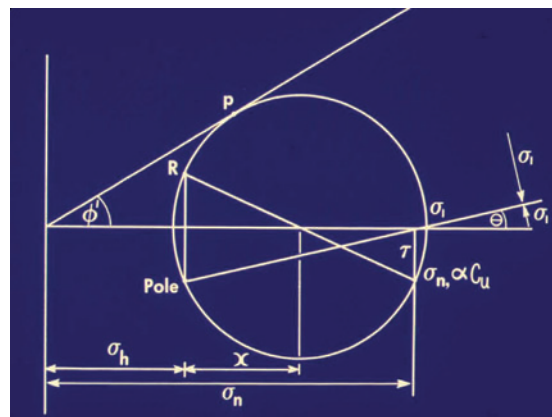
### Bauausführung und messtechnische Überwachung

Die Bauausführung der Deicherweiterung erfolgte in folgenden Arbeitsschritten:

- ▶ Baugrundverbesserung mit einer ca. 25 m breiten und 0,65 m hohen Flachgründung aus einem Geozellensystem
- ▶ Bau der Wellenüberschlagsicherung aus Asphalt in einer Breite von 5,00 m sowie Profilierung des neuen Deichs mit Füllsand und Andeckung mit Klei (ca. 1,10 m)
- ▶ Bau des asphaltierten Deichkronenwegs in einer Breite von 2,50 m mit integrierten, etwa 4 m breiten Verweilzonen in Pflasterbauweise
- ▶ Im Bereich Norderhafen (Stat. 0+525) Einbau einer ca. 80 m langen Hochwasserschutzwand mit Glaselementen (Gründung: Stahlspundwandprofile mit je 11,75 m Länge)

Wie bei jedem technisch anspruchsvollen Bauprojekt ist im Zuge der Herstellung und Nutzung – also im Bau- und Endzustand – eine messtechnische Begleitung zur Überprüfung und Verifizierung des zuvor rechnerisch

Bild 7: Ermittlung der Geozellenstruktur mit Spannungskreis nach Mohr [3]





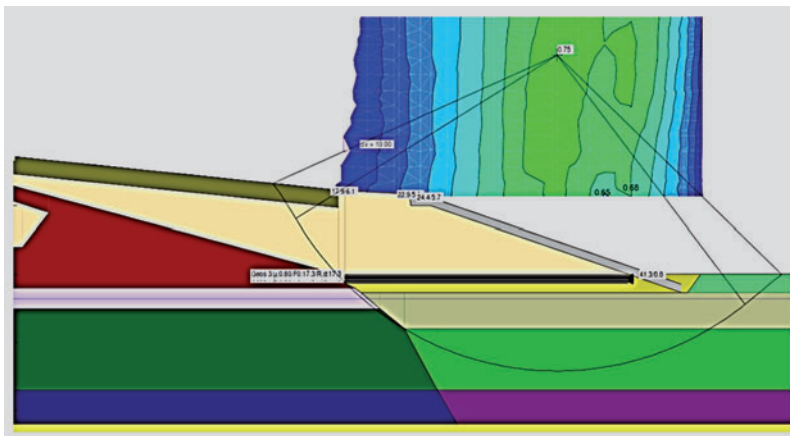


Bild 8: Nachweisführung mit Gleitkreisen [11]

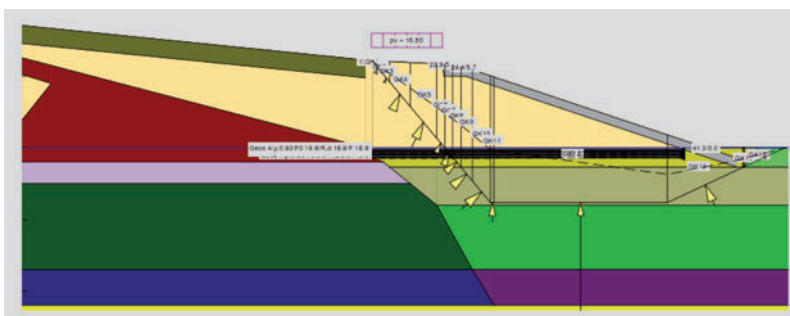
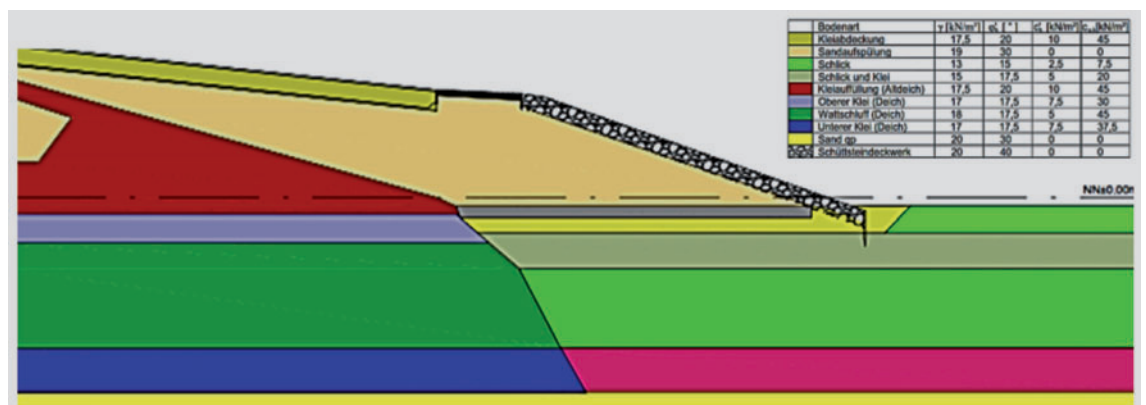


Bild 9: Nachweisführung mit polygonalen Bruchlinien [11]

prognostizierten Tragverhaltens erforderlich. Insbesondere für innovative Konstruktionen gilt das Sprichwort „Vertrauen ist gut – Kontrolle ist besser“. So wurden bei dieser Deichbaumaßnahme zahlreiche Messungen vorgenommen, unter anderem mehrere hydrostatische Linienvermessungen. Das Messprinzip der hydrostatischen Linienvermessung wurde entwickelt, um alle Arten von ober- und unterirdischen Profilen und ihre durch Umgebungseinflüsse bedingten zeitlichen Variationen der Höhenlage zu untersuchen. Diese Art der Vermessung basiert auf der diskontinuierlichen Messung des hydrostatischen Drucks zwischen vordefinierten Punkten in einem entlang dem Profil installierten Messschlauch und einem Referenzniveau. Ein wesent-

licher Vorteil dieser Vermessung ist die Erfassung von Höhenänderungen auch bei stark ungleichmäßigen Verformungen. Ein Auszug aus der durchgeführten hydrostatischen Linienvermessung im Bauabschnitt 0+200 ist **Bild 11** zu entnehmen. Die Messergebnisse belegen eindrucksvoll die hohe Leistungsfähigkeit des Geozellensystems. Das räumliche und zeitliche Last-Verformungsverhalten des Systems lässt sich sehr gut anhand der in den unterschiedlichen Zeiträumen durchgeführten Linienvermessungen erkennen. Am 3. Juni 2014 (blauer Verlauf) wurde die erste Messung durchgeführt. Die Verformungslinie und die Kubaturlinie fallen höhengleich. Mit der grünen Kubaturlinie (21. Juni 2014) lässt sich sehr gut die Errichtung des fast 3 m hohen Schutzwalls ab einer Höhe von 3 m über NHN erkennen (Station von Deichachse 30 bis 38). Diese Belastung wurde im vorderen Bereich des Geozellensystems aufgebracht. Um so erstaunlicher ist die homogene grüne Verformungslinie über die gesamte Aufstandsfläche (Station 30 bis 50). Am 6. August 2014 zeigt die Kubaturlinie die höchste Aufschüttungshöhe. Über dem vorderen Bereich des Geozellensystems lastet nun eine über 7 m hohe Erdmassenschicht. Bei einer angenommenen Wichte von  $19 \text{ kN/m}^3$  für diese Massen werden in das Gründungssystem über  $130 \text{ kN/m}^2$  ( $13 \text{ t/m}^2$ ) eingeleitet. Der roten Verformungslinie ist die hohe Belastung nicht anzumerken. Eine geringe horizontale Verformung ist zwar zu verzeichnen (Differenz zwischen blauer und roter Linie), aber diese bildet sich gleichmäßig über die gesamte Geozellenbreite aus. Ende September 2014 wurde in diesem Bauabschnitt das endgültige Deichprofil hergestellt. Die hellblaue (29. September 2014) und die braune Kubaturlinie (26. November 2014) fallen letzten Endes zusammen. Das bedeutet, dass in diesem Zeitraum nicht mehr am Deichprofil gearbeitet wurde. Auch die Verformungslinien laufen weitgehend deckungsgleich. Daraus lässt sich ableiten, dass in diesen zwei Monaten keine nennenswerte Vertikaldeformation stattgefunden hat. Alles in allem zeigen die durchgeführten Vermessungen das „gutmütige“ Last-Verformungsverhalten dieser Flachgründungseinheit. Setzungen werden zwar nicht vermieden, jedoch können Spannungsspitzen bau-

Bild 10: Baugrundmodell für die Standsicherheitsnachweise [13]



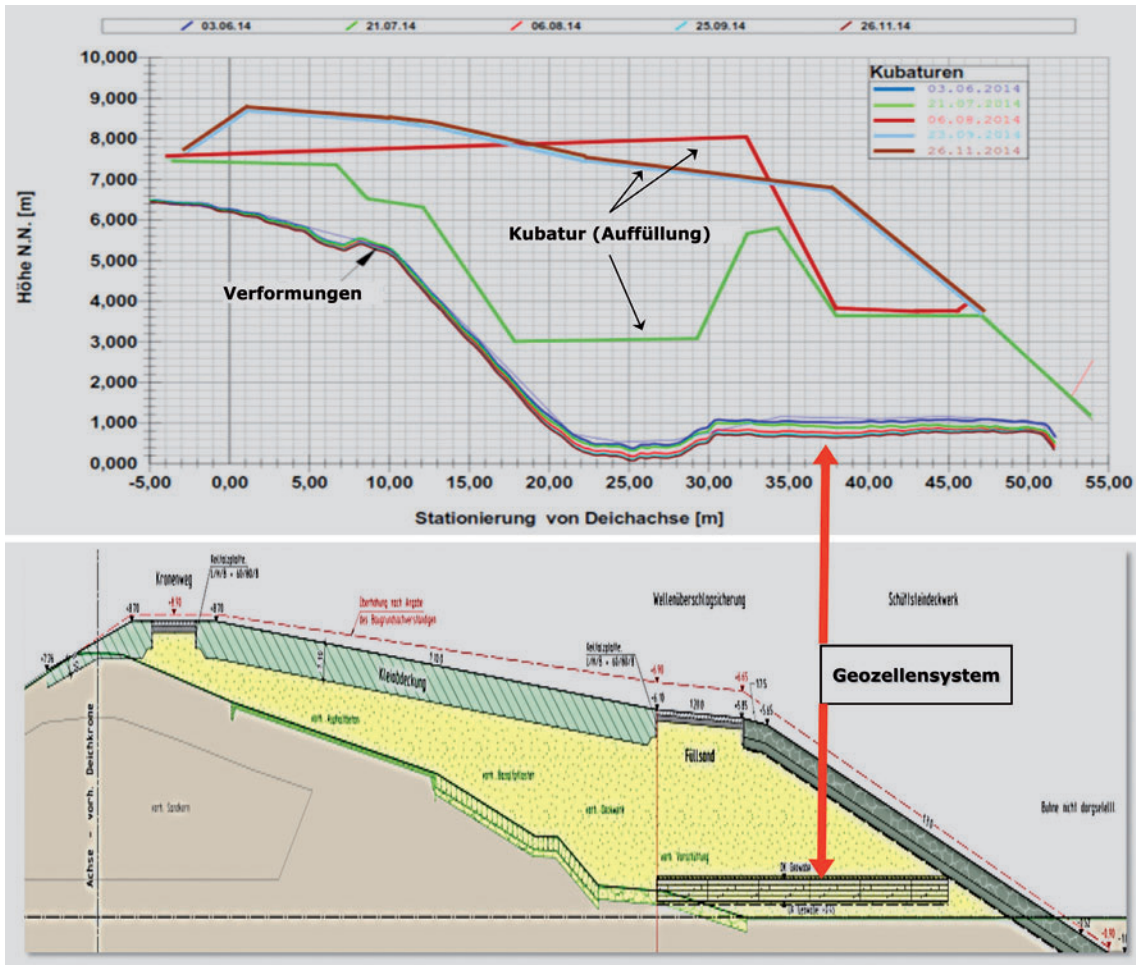


Bild 11: Ergebnisse der hydrostatischen Linienmessung [14]

grundverträglich umgelagert werden. Dies führt wiederum dazu, dass der darunterliegende kompressible Baugrund weniger Vertikalspannungen erfährt und dadurch die Setzungsbeträge im Allgemeinen geringer ausfallen.

Mit dem Geozellensystem kann die Bauzeit in den genannten Bauabschnitten nach derzeitigem Stand der Dinge eingehalten werden (Bild 12). Außerdem erwies sich die Geozellenlösung als deutlich wirtschaftlicher als die ursprünglich vorgesehene, aber in diesem Fall ungeeignete Baugrundverbesserung mit Rüttelstopfsäulen. Laut einer Abschätzung von Fachleuten wurde im Hinblick auf die Gründung des Deichs mit der Geozelle gegenüber der beabsichtigten Säulengründung eine Einsparung von ca. 20 % realisiert. Wenn aufgrund der sehr schwierigen Baugrundverhältnisse auf eine noch teurere Ersatzlösung – wie beispielsweise geokunststoffummantelte Säulen – hätte zurückgegriffen werden müssen, wäre die Einsparung noch erheblich höher.

## Fazit

Da die Projektbeteiligten offen für Innovationen waren, konnten mit dem in den Stationen 0+000 bis 1+850 realisierten Geozellensystem als Flachgründungseinheit die wichtigsten Anforderungen erfolgreich

realisiert und ein zukunftsweisendes Bauwerk errichtet werden. Das mit grobem Schüttmaterial verfüllte Geozellensystem bietet aufgrund der extrem hohen Verbundsteifigkeit eine äußerst standsichere Gründung für die wasserseitige Deicherweiterung und erlaubte unmittelbar nach dem Einbau eine direkte Befahrung und Belastung.

Mit dieser effektiven innovativen Systemlösung für gering tragfähige Böden wurde ein technisch ausgereiftes und wirtschaftliches Tragsystem für die Deichgründung gefunden. Im Vergleich zu säulenartigen Gründungsvarianten ist das Geozellensystem erheblich sicherer zu kalkulieren. Da nicht in den Untergrund eingegriffen werden muss, gibt es keine bösen Überraschungen wegen sich ändernder oder stark wechselnder Bodenverhältnisse. Des Weiteren erfordert der Bau säulenartiger Gründungen häufig eine Arbeitsplattform, um auf weichem Baugrund mit dem erforderlichen schweren Gerät auf der entsprechenden Fläche arbeiten zu können. Das verwendete Geozellensystem benötigt keine Arbeitsplattform – es ist eine!

## Quellenverzeichnis

- [1] Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein: Flyer der Küstenschutzmaßnahme Deichverstärkung „Alter Koog Nordstrand“





**Bild 12:** Einbau des Geozellensystems [15]

- [2] Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein: Ausschreibungsunterlagen der Baumaßnahme „Alter Koog Nordstrand“.
- [3] Tensar International GmbH: Broschüre TensarTech® Stratum®
- [4] Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein: Regelquerschnitt zur Ausführung.
- [5] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT): Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von

- Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen EB-GEO. 2. Auflage, 2010
- [6] British Standard BS8006-1:2010 „Code of practice for strengthened/reinforced soils and fills“
- [7] DIN 1054:2010-12: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [8] DIN 4084:2009-01: Baugrund – Geländebruchberechnungen
- [9] DIN EN 1997-1:2009-09, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
- [10] DIN EN 1997-1/NA:2010-12: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter
- [11] Tensar International GmbH: Prüffähige statische Berechnung für das Geozellensystem
- [12] GGU GmbH: Programm GGU-Stability zur Böschungsbruchberechnung und Berechnung von Bodenvernagelungen und Bewehrte-Erde-Wänden
- [13] Steinfeld & Partner: Baugrundmodell
- [14] Lhotzky + Partner: Ergebnisse der hydrostatischen Linienermessung. Untersuchungsbericht vom 26.11.2014
- [15] Tensar International GmbH: Fotodokumentation

## Küstenschutzmaßnahme Deichverstärkung „Alter Koog Nordstrand“ Station 0+000 – 1+850

### Abmessungen

- ▶ Deichbau mit Baureserve: Klimaprofil
- ▶ Deichkronenhöhe: 8,70 m NHN
- ▶ Deichkronenbreite: 5,00 m
- ▶ Außenböschung: 1 : 10
- ▶ Wellenüberschlagsicherung: 5,00 m
- ▶ Deckwerk: 1 : 3

### Zeitplan

Beginn der Bauarbeiten im Frühjahr 2013 und Ende voraussichtlich Ende 2016, eventuell noch Restarbeiten im Jahr 2017

### Baublauf

- ▶ Baugrundverbesserung mit einer ca. 25 m breiten und 0,65 m hohen Flachgründung aus einem Geozellensystem
- ▶ Bau der Wellenüberschlagsicherung aus Asphalt in einer Breite von 5,00 m, Profilierung des neuen Deichs mit Füllsand und Andeckung mit Klei (ca. 1,10 m)
- ▶ Bau des asphaltierten Deichkronenwegs in einer Breite von 2,50 m mit integrierten, ca. 4,00 m breiten Verweilzonen in Pflasterbauweise
- ▶ Im Bereich Norderhafen (Stat. 0+525) Einbau einer ca. 80 m langen Hochwasserschutzwand mit Glaselementen (Gründung: Stahlspundwandprofile mit je 11,75 m Länge)

### Bauherr

Land Schleswig-Holstein, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MELUR), vertreten durch den Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN-SH) in Husum.

### Bauausführendes Unternehmen

Reinhold Meister Wasserbau GmbH, 94491 Hengersberg

### Entwurf und Bauleitung

Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN-SH)

### Dipl.-Ing. (FH) Daniel Cammarata

ist Leiter der Anwendungstechnik bei der Tensar International GmbH und seit 2009 für die technische Beratung von Baumaßnahmen zuständig. Bei jedem Projekt suchen Herr Cammarata und sein Team nach einer individuellen technischen Lösung für den Kunden. Baustellenanweisungen übernimmt die Anwendungstechnik in enger Abstimmung mit den Vertriebsingenieuren selbstverständlich persönlich. Zudem gehören komplexe Plausibilitätsbetrachtungen sowie Standsicherheitsberechnungen von Geogitterlösungen zum Tätigkeitsfeld unserer erfahrenen Bauingenieure.



Unser Team berät Sie gerne unverbindlich. Kontaktieren Sie uns unter [info@tensar.de](mailto:info@tensar.de) oder rufen Sie uns an unter +49 228 913 920.

### Quelle des Artikels

Cammarata, Daniel (2015): Innovativer und zukunftsweisender Deich für Nordseehalbinsel in Schleswig-Holstein. In: GeoResources Zeitschrift (4-2015), S. 6-13.  
Online: <http://www.georesources.net/download/GeoResources-Zeitschrift-4-2015.pdf>