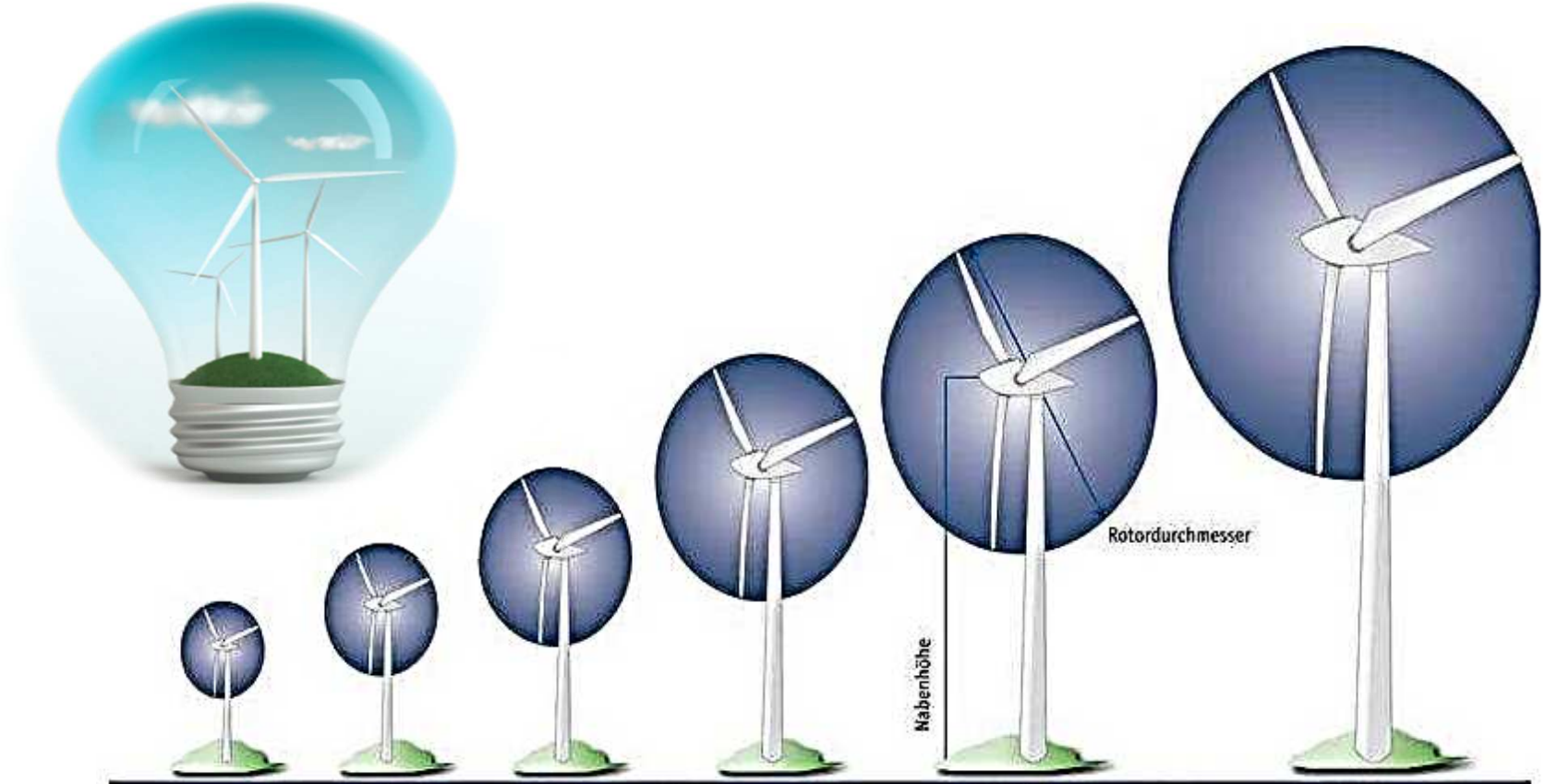
Wirtschaftliche Kranstellflächen und Arbeitsplattformen mit Tensar Geogittern

TensarTech® Stratum® – Geozellensystem
Windenergietage Linstow 2015 – Stand 9 / Valkensaal

Tensar International GmbH
Dipl.-Ing. (FH) Marcel-Riccardo Wollenburg

Tensar®

Entwicklung der Windenergieanlagen



	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2008
Nennleistung :	30 kW	80 kW	250 kW	600 kW	1.500 kW	3.000 kW	6.000 kW
Rotordurchmesser :	15 m	20 m	30 m	46 m	70 m	90 m	126 m
Nabenhöhe :	30 m	40 m	50 m	78 m	100 m	105 m	135 m
Jahresenergieertrag :	35.000 kWh	95.000 kWh	400.000 kWh	1.250.000 kWh	3.500.000 kWh	6.900.000 kWh	ca. 20.000.000 kWh

Quelle: WeltderEnergie by Reinhard Flötotto (Internet)

Entwicklung der Mobilkräne

Liebherr LTM 1070-4.1 (BJ 2008)

Liebherr LTM 1100-5.2 (BJ > 2010)

Liebherr LTM 1045 (BJ 1987)

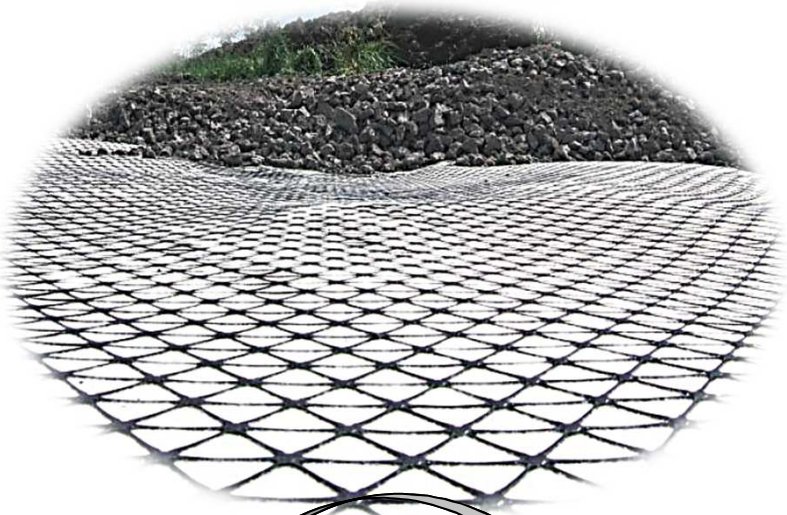
Liebherr LTM 1500-8.1 (BJ > 2010)

Lieherr LTM 1022 (BJ 1981)

Liebherr LTM 11200-9.1 (BJ > 2010)

Quellen: Mobile.de / Liebherr Webseite

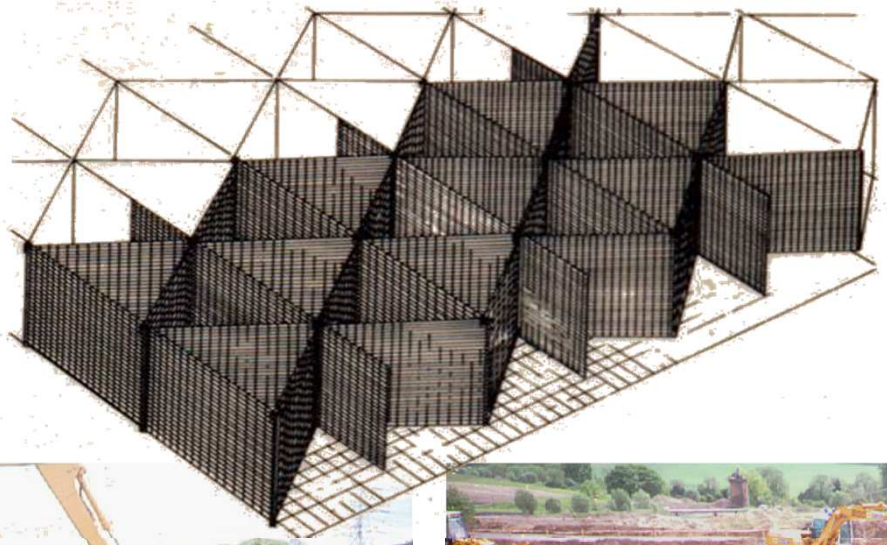
Entwicklung der Geokunststofflösungen (Tensar)



Quellen: Tensar / Mobile.de / Liebherr Webseite

Was ist TensarTech® Stratum®?

TensarTech® Stratum® ist ein dreidimensionales, biegesteifes Gründungselement aus Geogittern mit einer mineralischen Füllung

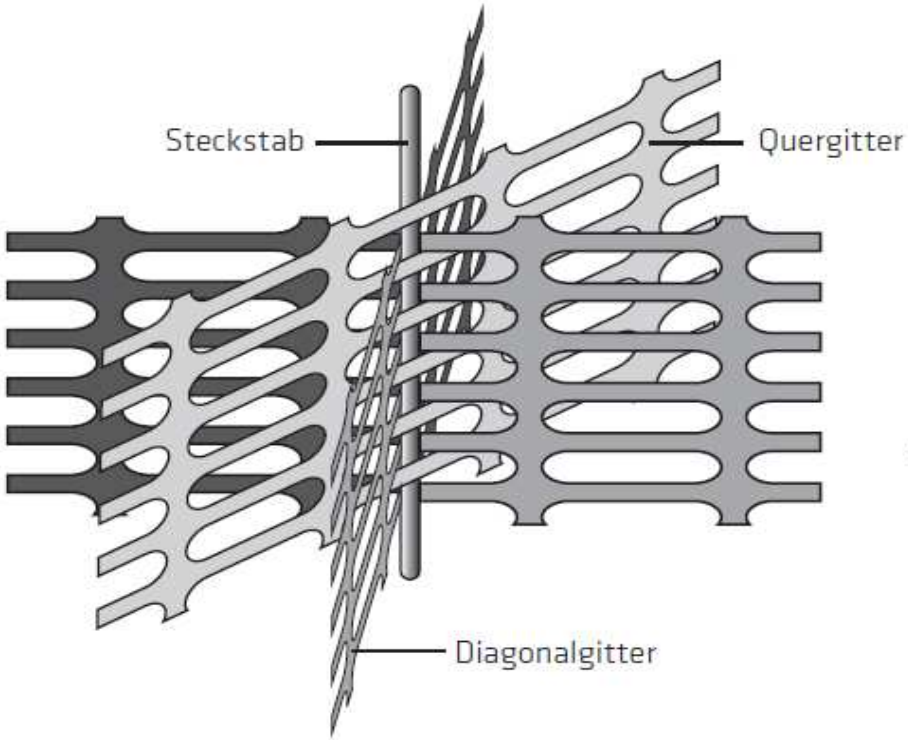


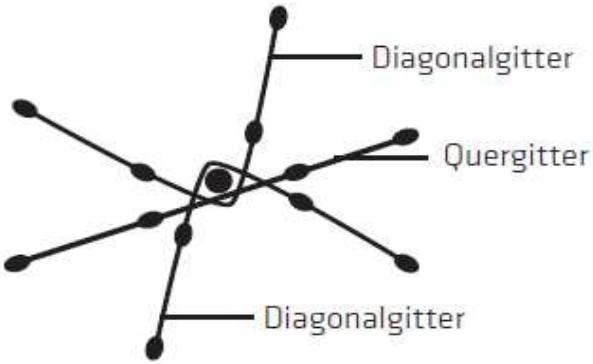
Was ist TensarTech® Stratum®?

Tensar®

Mit Hilfe von Steckstäben wird eine offene, dreieckige Zellstruktur geschaffen.

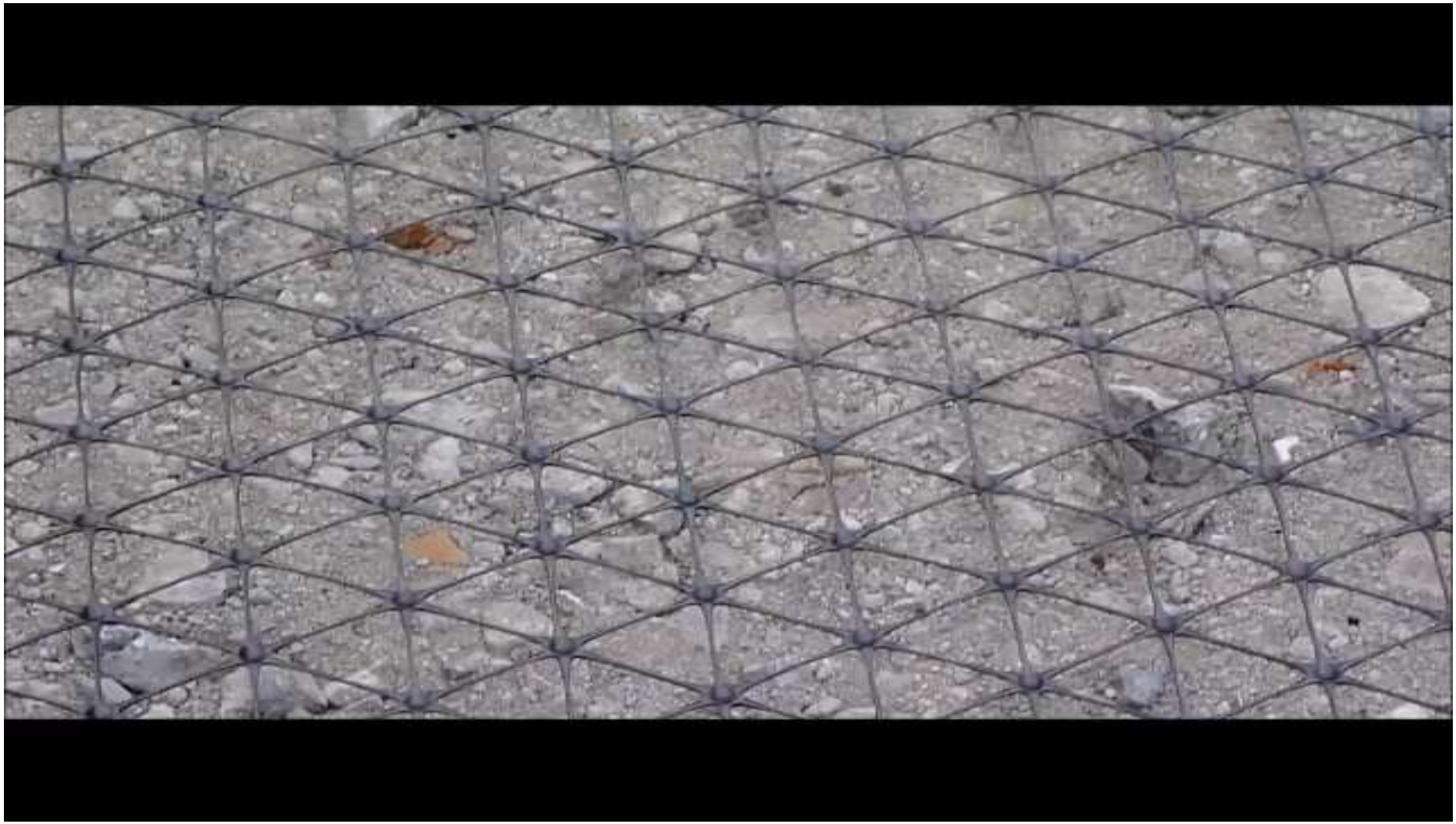
Die einzelnen Zellen werden dann mit Schüttmaterial gefüllt.





Quelle: Tensar

Projektfilm – Herstellung Zellenverbindung



Warum TensarTech® Stratum®?

... um eine hohe Tragfähigkeit
zu gewährleisten!

Quelle: Internet, shz.de

... um unterschiedliche Setzungen
erheblich zu minimieren!

Quelle: Tensar

... erlaubt eine direkte Befahrung/
Belastung mit schweren Maschinen!

Quelle: Tensar

Anwendungsbereiche im Rahmen von WEA

Kranstellflächen und Arbeitsplattformen

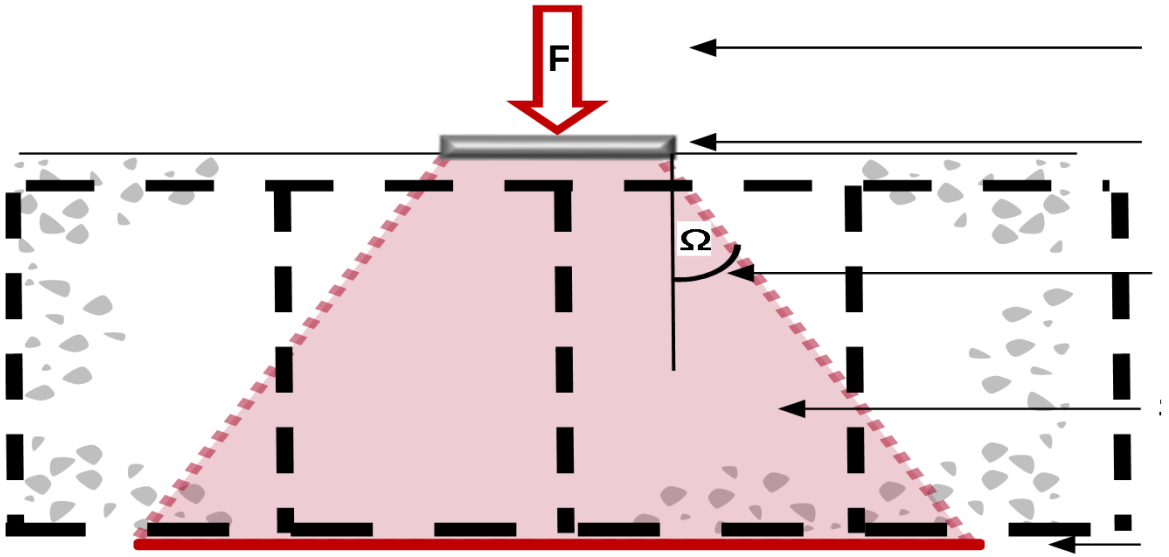
Quelle: Tensar

... auch bei sehr schwierigen Bodenverhältnissen

Überschreitung von Boden-Grenzzuständen

Quelle: Internet, shz.de

Verbesserung von Boden-Grenzzuständen



Last F (mittig aufgebracht)

Lasteinleitungsfläche a x b (biegesteif)

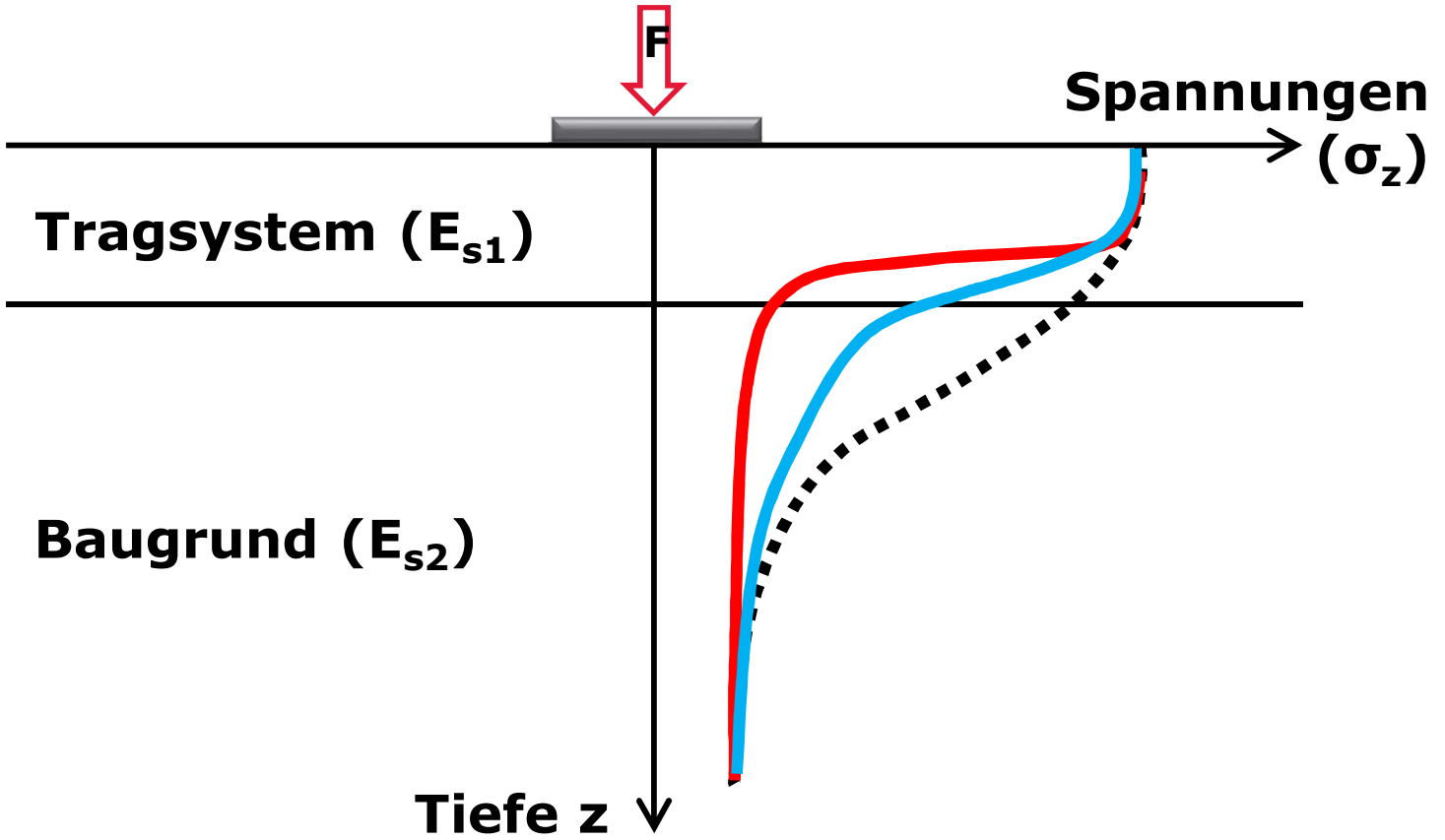
Lastausbreitung Ω (optimiert)

Spannungsumlagerung (isotrop)

Ersatzfläche A‘ (UK System)

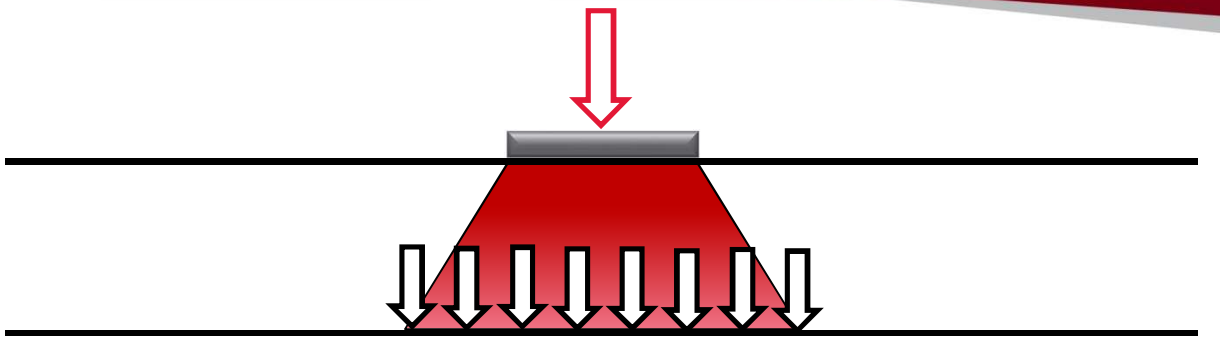
Bessere Spannungsumlagerung

- **Aufbau mit Schotter**
- **Aufbau mit Schotter und horizontal verlegten Geogittern**
- **Aufbau mit dem Geozellensystem TensarTech® Stratum®**

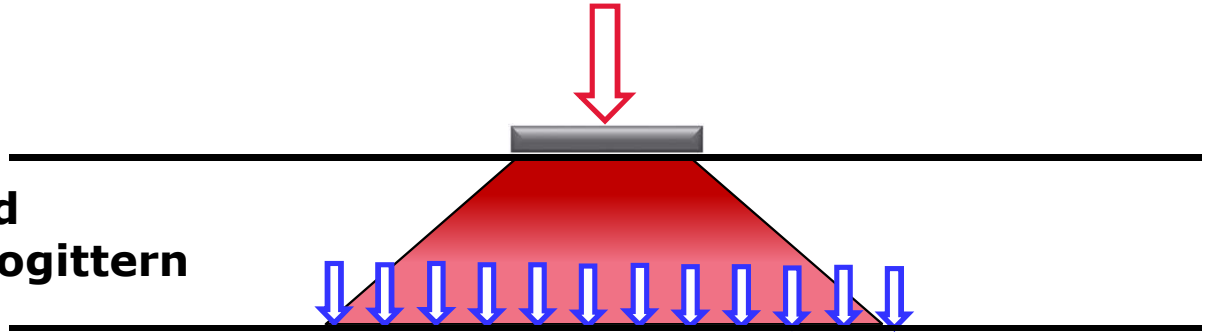


Bessere Kraftverteilung

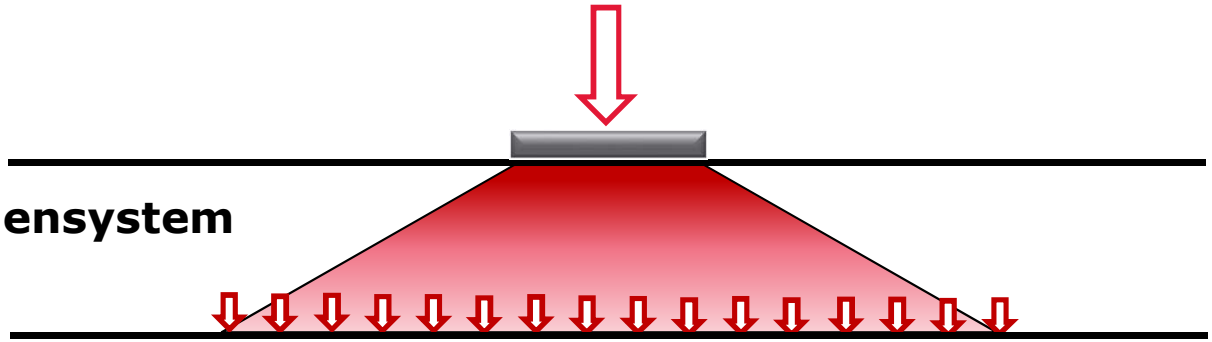
- **Aufbau mit Schotter**



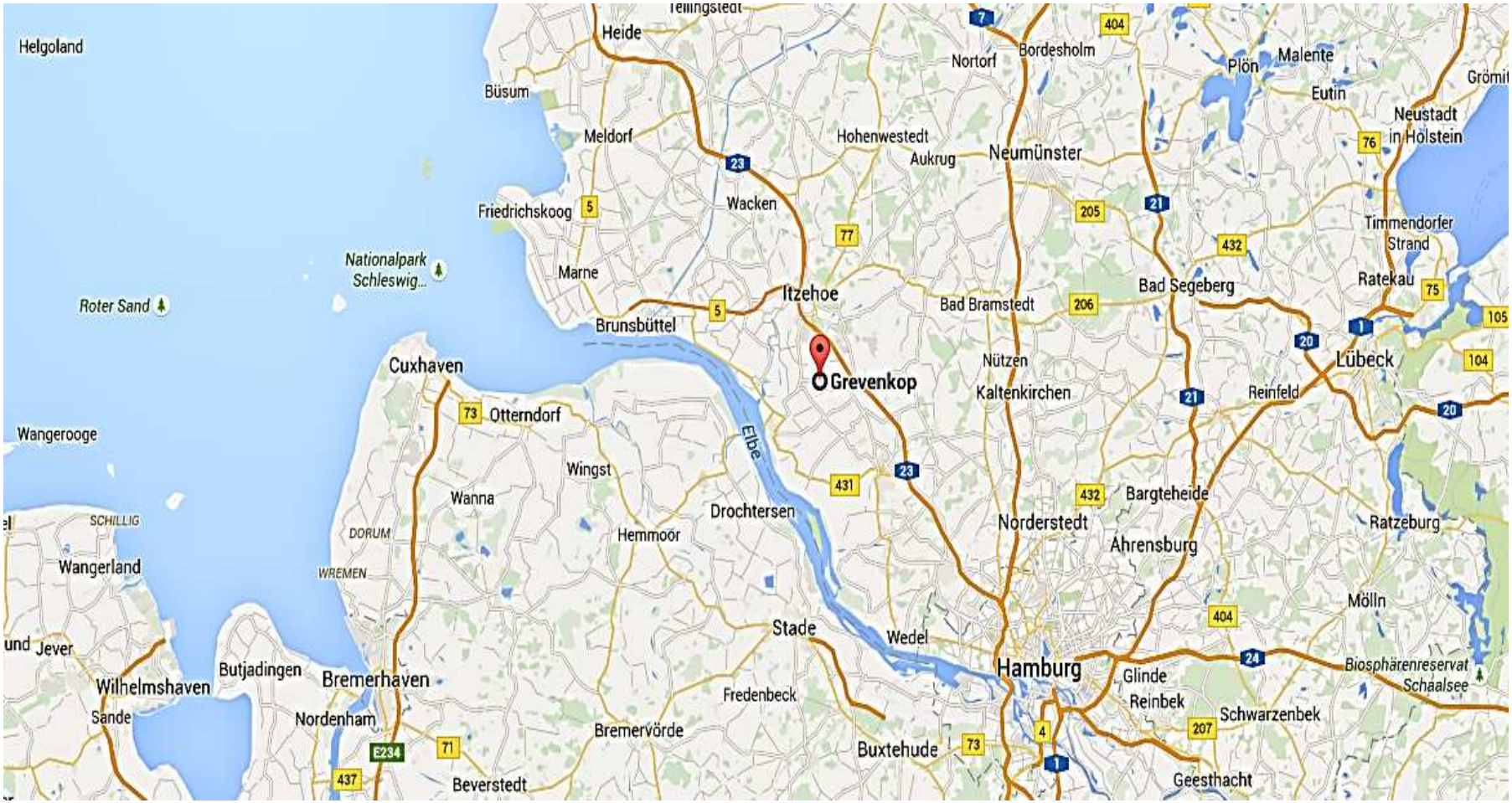
- **Aufbau mit Schotter und horizontal verlegten Geogittern**



- **Aufbau mit dem Geozellensystem TensarTech® Stratum®**



Projektbeispiel: WP Grevenkop



Quelle: Google, Internet

Projektbeispiel: WP Grevenkop - Planung

- Für die Sicherung eines Schwerlastkranes (Raupenkran) zur Montage von fünf Windkraftanlagen der Firma Senvion, wurden vom Auftraggeber Bohrpfähle mit aufgesetzten Betonfundamenten als Gründungsvariante standardisiert eingeplant.

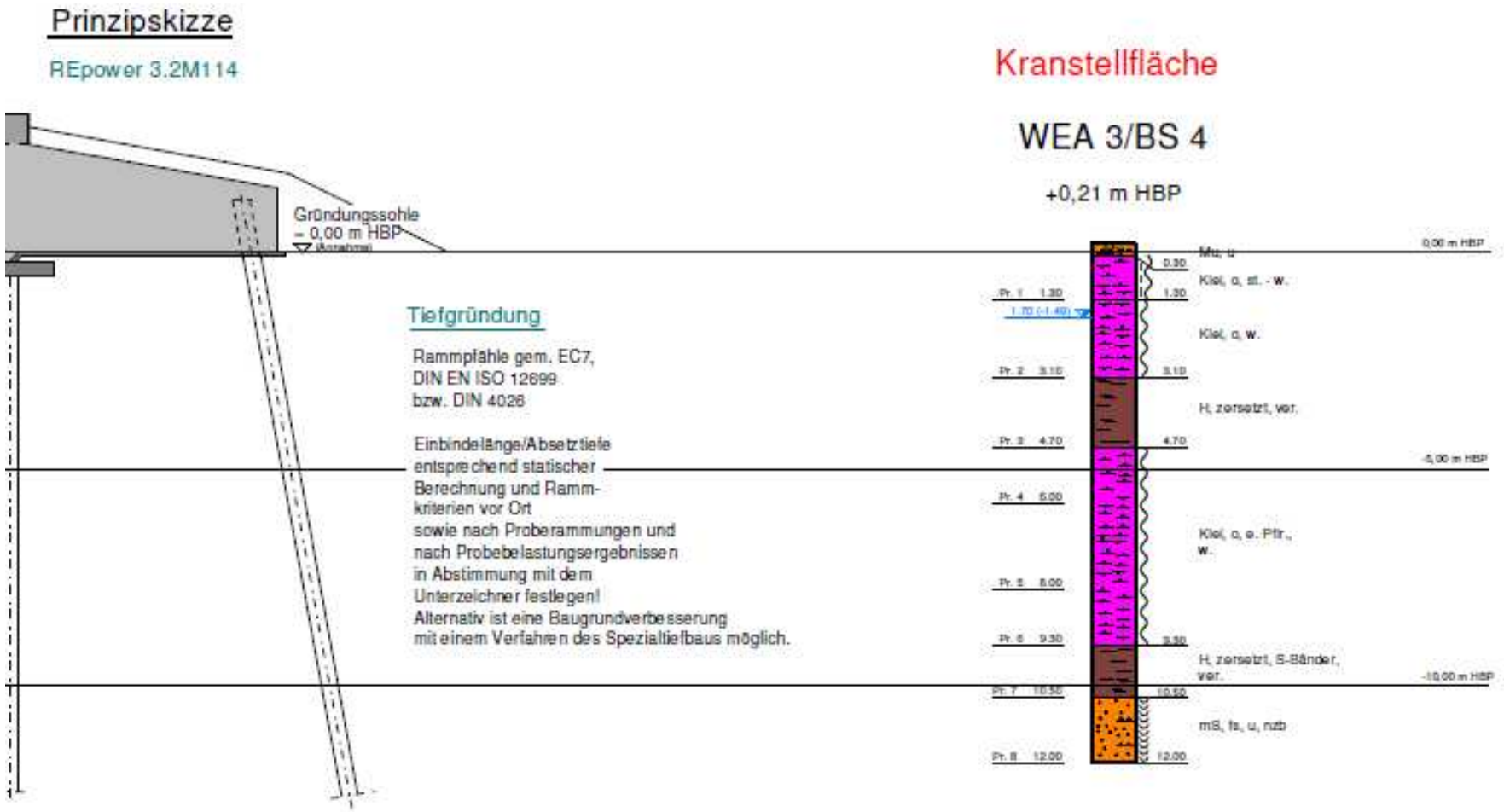
Kranstellflächen:

- Aufnahme einer Flächenpressung von 200 kN/m² (Daten zu den Abmessungen der „Lastflächen" sind nicht angegeben)
- Schiefstellung ≤ 2 cm auf 1 m bei Mobilkranen bzw. ≤ 1 cm auf 10 m bei Raupenkranen
- Nachweis der Tragfähigkeit auf der Tragschicht mit $E_{V2} \geq 100$ MN/m² durch Lastplattendruckversuche gemäß DIN 18 134
- Annahmen: bei Einsatz eines „Raupenkranes", Verstärkung durch 2 Lagen Bongossimatten (8,0 m x 1,0 m x 0,20 m/5,0 m x 1,0 m x 0,20 m) bzw. bedarfsgerecht und gleichwertig mit Belastung unter den Verteilungsplatten von rd. 40 – 50 kN/m² bis 296 kN/m²

Quelle: CraneNetwork, Internet

Projektbeispiel: WP Grevenkop - Boden

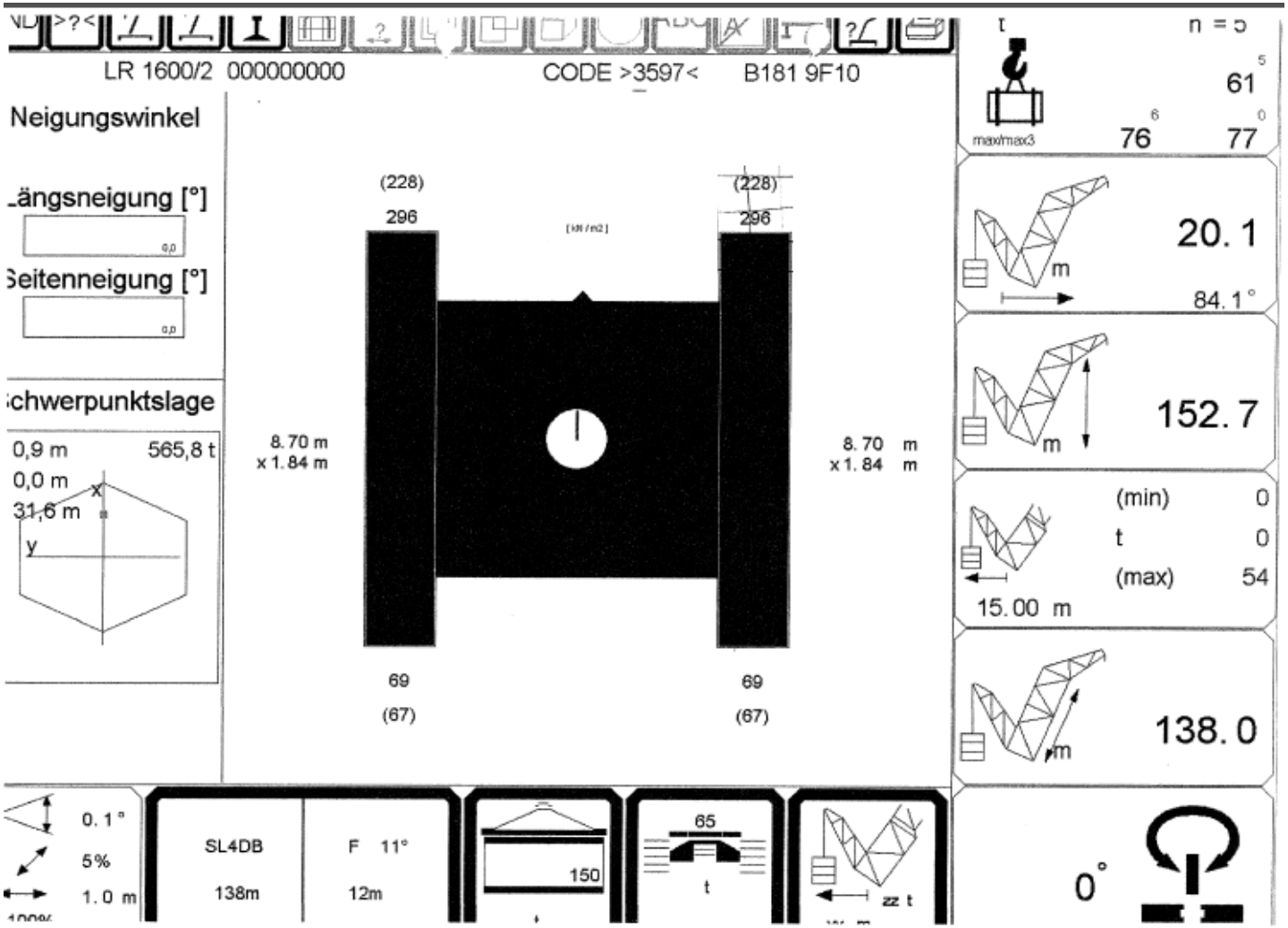
Tensar



Den organischen Weichschichten wurden für die Berechnungen in Abstimmung mit dem Unterzeichner undrainierte Scherfestigkeiten von c_u = 6 – 15 kN/m² zugeordnet.

Quelle: Ingenieurbüro Mücke

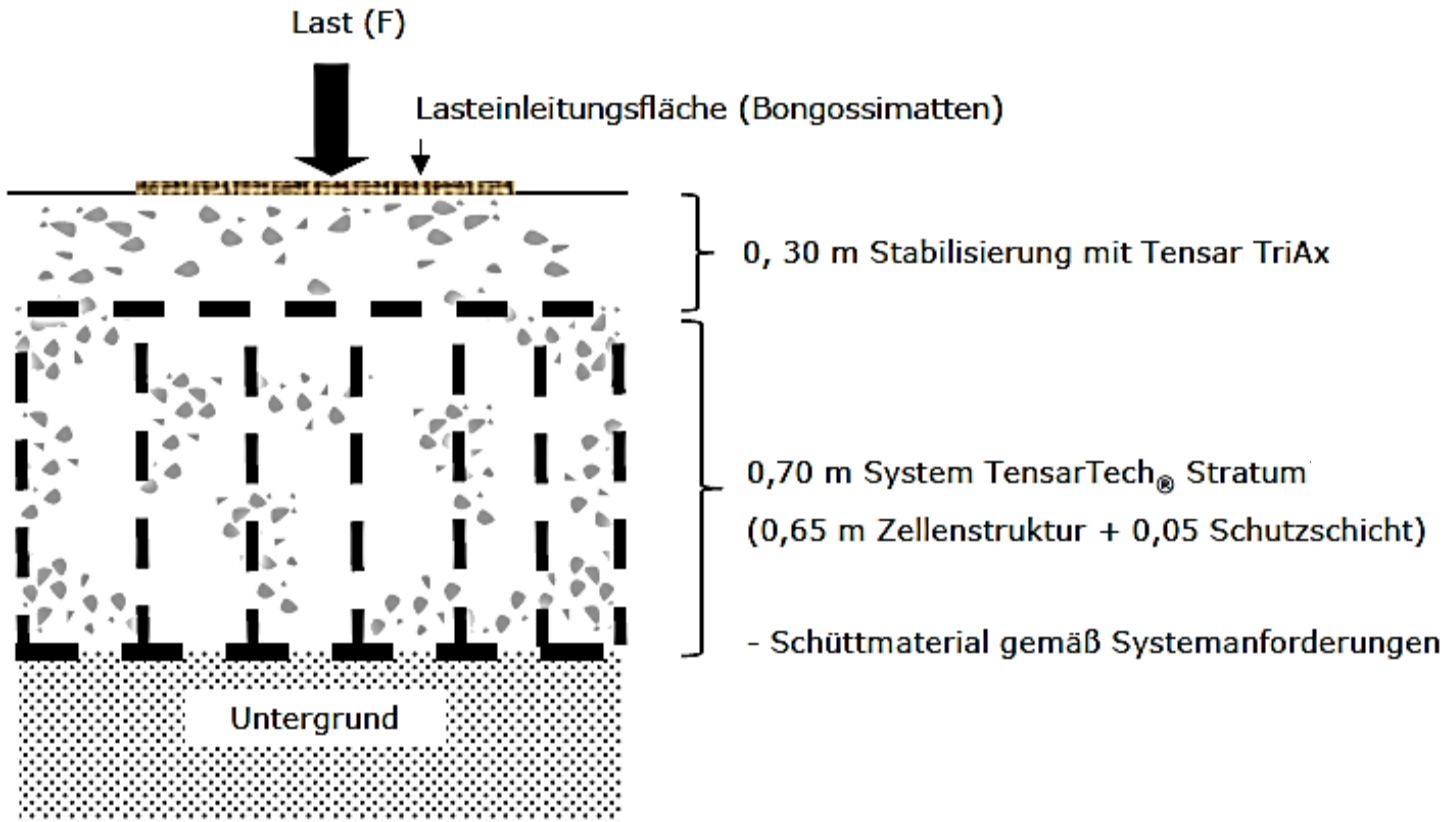
Projektbeispiel: WP Grevenkop - Laststudie



Quelle: Ingenieurbüro Mücke

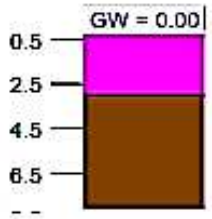
Projektbeispiel: WP Grevenkop - Lösungsansatz

Tensar



Bodenkennwerte(k) und Schichtung des Untergrundes:

Bezeichnung	Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]
klei		15.5	5.5	0.0	12.0
Torf		11.0	1.0	0.0	8.0



Quelle: Tensar

Projektbeispiel: WP Grevenkop - Ausführung

Quelle: Tensar

Projektbeispiel: WP Grevenkop - Verdichtungsprüfung

Tensar

Dipl.-Ing. **Egbert Mücke**
Ingenieurbüro für Geotechnik

3. Beurteilung

Die Verformungsmoduli von E_{V2} > 100 MN/m² auf den Tragschichten der Kranstellflächen WEA1, WEA 2, WEa 3 und WEA 5 sind eingehalten worden.

Die Verhältniswerte E_{V2}/E_{V1} der Plattendruckversuche der WEA 1, WEA 2, WEA 3 und WEA 5 von 1,86 bis 2,48 (z. T. nach Anordnung einer erneuten Verdichtung von der Oberfläche her) sind < 2,5 und entsprechen Verdichtungsgraden von D_{pr} = 98 %.

Im Bereich der Kranstellflächen der WEA 1,WEA 2, WEA 3 und WEA 5 wurden alle Anforderungen der Spezifikation der Senvion SE eingehalten.

Die Tragschichtmaterialien wurden in den Kranstandorten fachgerecht eingebaut.

WEA 1:

Messstelle	PDV-Nr.	E_{V2} [MN/m²]
Kranstellfläche	WEA 1/PDV-Nr. 1	118,1
Kranstellfläche	WEA 1/PDV-Nr. 2	130,2

EA 2:

Messstelle	PDV-Nr.	E_{V2} [MN/m²]
Kranstellfläche	WEA 2/PDV-Nr. 1	111,3
Kranstellfläche	WEA 2/PDV-Nr. 2	135,4

EA 3:

Messstelle	PDV-Nr.	E_{V2} [MN/m²]
Kranstellfläche	WEA 3/PDV-Nr. 1	127,7
Kranstellfläche	WEA 3/PDV-Nr. 2	129,5

Quelle: Ingenieurbüro Mücke

Erfahrungsschatz

Geozellensystem
TensarTech® Stratum®

- International
  Zeitraum: 1983–2015
  Menge: > 550.000 m² Grundfläche

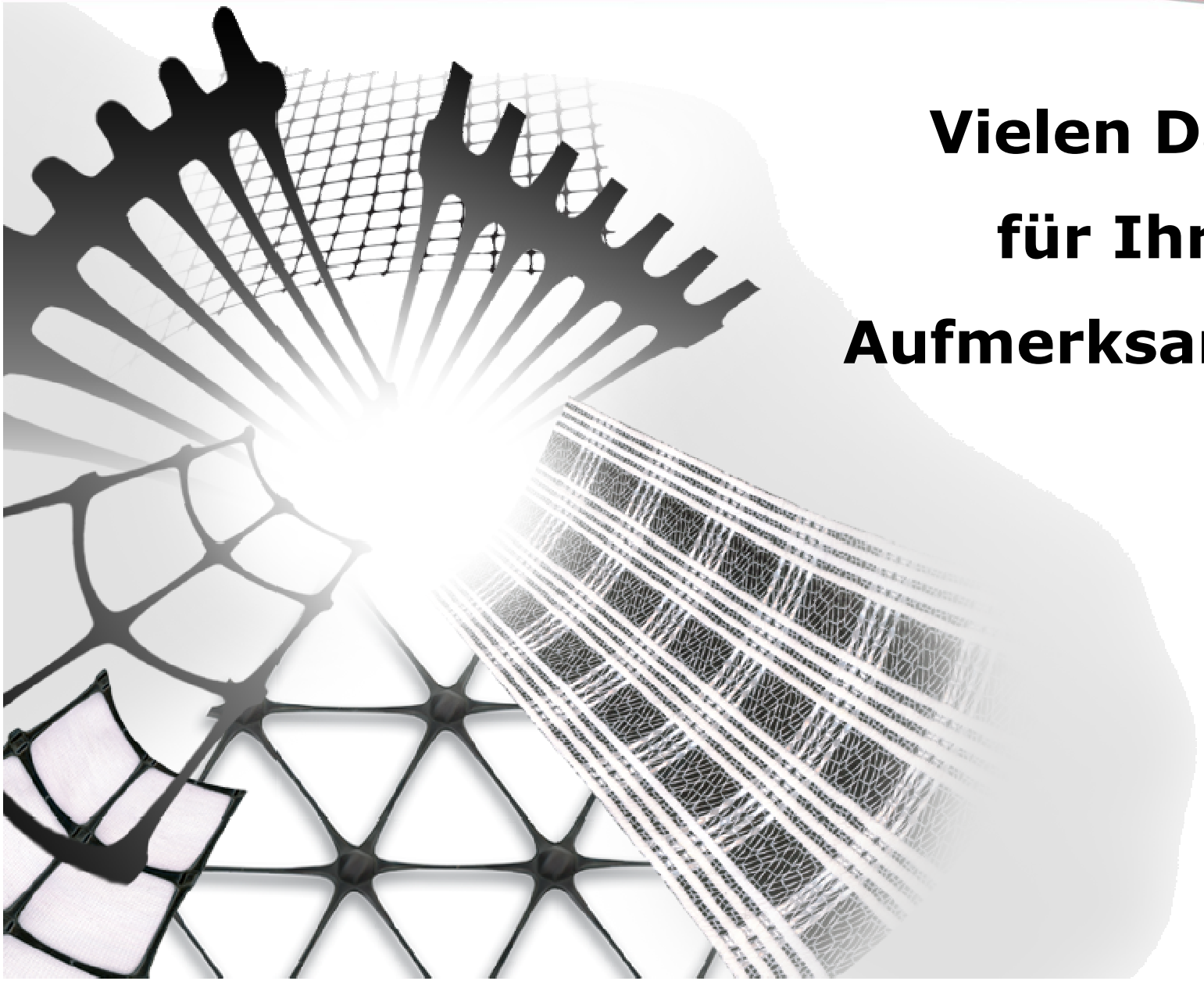
- National
  Zeitraum: 2012–2015
  Menge: > 150.000 m² Grundfläche

Quelle: Tensar

Projektfilm – Nordstrand … zur Erinnerung

Projektfilm - Nordstrand

Fragen?



Vielen Dank

für Ihre

Aufmerksamkeit!