



- Baulicher Brandschutz von Straßentunneln
- Ein Fernrohr im Karwendel
- Der „Steg Süd“ am Bahnhof Remscheid
- Bemessungsnomogramme für Stahlbetonkonsolen
- Reichenau – eine Brückenlandschaft am Alpen-Rhein
- Wandschalungen, Klettersysteme und die neue Windlastnorm
- Deichkreuzungsbauwerk in den Niederlanden

Leistungsstärkste Windenergieanlage steht auf Stahlbetonfertigteilepfählen

Im Sommer 2009 sind zwei Enercon-Windenergieanlagen (WEA) des Typs E-126 in Hamburg Altenwerder in Betrieb gegangen. Die E-126 ist mit einer Turmhöhe von 131 m und einer Nennleistung von 6,5 MW eine der leistungsstärksten WEA der Welt. Mit dem Stromertrag von über 15 Mio kWh jährlich können über 7500 durchschnittliche Vier-Personen-Haushalte mit Strom versorgt werden. Die Enercon GmbH als Bauherr und Generalunternehmer hat hiermit in der Branche, wo Innovation und Qualität zu den wichtigsten Erfolgsmerkmalen gehören, wieder ein imposantes Zeichen gesetzt.

Die E-126 in Altenwerder ist in vielerlei Hinsicht ein besonderes Bauwerk. Die Anlage ist für extreme Lasteinwirkungen ausgelegt, die besondere Anforderungen an die Gründung stellt. Unter dem Kreisfundament (985 m³ Beton C30/37 und ca. 157 t Bewehrungsstahl) sind 102 Stahlbetonfertigteilepfähle, System Centrum, gleichmäßig auf zwei Ringen in Radien von 11,10 m und 10,50 m angeordnet. Aufgrund der hohen Pfahlkosten sowie den speziellen Anforderungen in Bezug auf die Bauwerkssteifigkeiten (Dreh- und Horizontalfedersteifigkeit) kam ein Pfahlquerschnitt 45 cm x 45 cm zur Anwendung.

Typisch für den Standort Hamburg-Altenwerder sind die bis ca. 15 m nicht tragfähigen Baugrundsichten sowie die sonstigen besonderen Rahmenbedingungen im Hamburger Hafengebiet. Unter den sandigen Auffüllungen stehen weichplastische, organische und somit extrem setzungsempfindliche Muddeschichten an. Die Weichschichten sind ab ca. 14 m von dicht gelagertem Sand unterlagert. Aufgrund des Vorteils der systembedingten hohen Maßhaltigkeit der Fertigteilepfähle entschieden sich die Fachleute für das System CENTRUM.



Unter dem Kreisfundament der zwei Windenergieanlagen in Hamburg Altenwerder sind 102 Stahlbetonfertigteilepfähle, System Centrum, gleichmäßig auf zwei Ringen in Radien angeordnet
(Foto: CentrumPfähle)

In Abstimmung mit der Enercon GmbH, der Prüfstelle für Bau- statik bei der Hamburger Baubehörde und der HPA Hamburg Port Authority wurde ein Konzept zur Pfahltragfähigkeit und für Einbau- und Kontrollkriterien entwickelt. Ferner wurden die bereits erwähnten besonderen Rahmenbedingungen zwischen den beteiligten Firmen, Prüfstellen und Planern abgestimmt. Hierzu gehörte insbesondere die Berücksichtigung von Lasteinwirkungen aus vorhandenen und geplanten Nachbarbauwerken auf die Gründung der E-126 (negative Mantelreibung und Seitenschub).

Zur Abtragung der maximalen charakteristischen (Pk) Pfahlkosten (1850 kN Druck und 400 kN Zug) wurden die Absetztiefen bei -18,50 m unter GOK (WEA 1) und -18,00 m unter GOK (WEA2) festgelegt.

Hohe Anforderungen wurden aufgrund der Rahmenbedingungen an die Qualitätskontrollen gestellt. In Bezug auf die Pfähle wurden neben der umfassenden Einbaudokumentation der einzelnen Pfähle (große und kleine Rammberichte) mehrere dynamische Probelastungen durchgeführt, die nach dem erweiterten Verfahren mit vollständiger Modellierung (CAPWAP-Verfahren) gem. DIN 1054 und EA-Pfähle ausgewertet wurden. Die Modellierung nach dem CAPWAP-Verfahren gibt detaillierten Aufschluss über die Pfahltragfähigkeit in den einzelnen Schichten (Mantelreibung und Spitzendruck).

Hohe Anforderungen bestanden auch an die Einbaugenauigkeit der Pfähle, da die Pfahlplatzierungen standortbedingt eng und in besonderen Stellungen (Neigungen) erfolgen mussten (102 Pfähle je Fundament, davon 30 Stück lotrecht im Radius 10,50 m und 72 Stück 6:1 nach außen geneigt im Radius 11,1 m). Zur Erfüllung der Qualitätskriterien wurde die Lage jedes einzelnen Pfahls nach der Einmessung fortlaufend während der Rammung und nach dem Einbau geprüft. Die Überprüfung erfolgte mit Hilfe eines GPS-Überwachungssystems.

Das Umfeld der Anlage ist geprägt durch die Nutzung der HHLA Hamburger Hafen und Logistik AG. In unmittelbarer Nähe grenzen Gleise für den schweren Güterverkehr (ca. 10 m Abstand zwischen der 1. Gleisachse und der Gründungskonstruktion). Um die Einwirkungen der Rammarbeiten auf die Gleisanlage zu prüfen bzw. zu überwachen, wurden umfangreiche Erschütterungsmessungen durchgeführt. Die Einwirkung stellte keinerlei Beeinträchtigungen dar und konnten als bedenkenlos eingestuft werden.

Zum Einbau der Pfähle wurde ein Rammgerät des Typs Junttan PM26 mit einem 9-t-Rammgewicht eingesetzt. Die 204 Pfähle bzw. ca. 4000 lfd. m konnten mit einer mittleren Tagesleistung von ca. 13 Pfählen termingerecht eingebaut werden.

Weitere Informationen:

CentrumPfähle GmbH,
Friedrich-Ebert-Damm 111, 22047 Hamburg, Peter Wardinghus,
Tel. (040) 696 72-444, Fax (040) 696 72-222,
wardinghus@centrum.de, www.centrum.de
HCE Ingenieurgesellschaft GmbH,
Bleicherweg 6, 21073 Hamburg, Thomas Hartwig,
Tel. (040) 43 09 75 25, Fax (040) 43 09 75 26,
hartwig@hce-hamburg.de, www.hce-hamburg.de



HCE Design Group

HCE Ingenieurgesellschaft mbH - HCE Project Development & Design GmbH – Hartwig-Consulting-Engineers
Main office: Bleicherweg 6 – 21073 Hamburg – Tel: +49 40 430975 -25 Fax: -26 – www.hce-design-group.com

Development
Project management
Supervision

Static analysis
Fatigue analysis
Detailed design

Soil investigation
Soil expertise
Geotechnical design

ENERGY BY HCE
Wind Energy Projects
Foundation and Tower