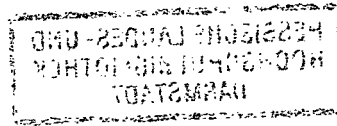


Mitteilungen
aus dem Fachgebiet
Grundbau
und Bodenmechanik

29

Herausgegeben von
Professor Dr.-Ing. W. Richwien
Universität Essen



Gründung von Offshore-Windenergieanlagen – Gründungskonzepte und geotechnische Grundlagen

von
Jens Wiemann, Kerstin Lesny, Werner Richwien

HLuHB Darmstadt



15604018

VGE
Verlag Glückauf Essen

Verlag Glückauf GmbH

Essen 2002

Inhalt

Seite

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einführung zur Gründung von Offshore-WEA | 1 |
| 1.1 | Terminologie | 1 |
| 1.2 | Vergleich mit WEA an Land und bisherigen Offshore-Bauwerken | 2 |
| 1.3 | Entwicklung der Gründungsarten in der Nordsee | 4 |
| 2 | Vorerkundung | 5 |
| 2.1 | Vorerkundung des Baugrunds (Deutsche Bucht)..... | 5 |
| 2.2 | Informationsstellen | 5 |
| 2.3 | Auswertung vorhandener Unterlagen | 6 |
| 2.3.1 | Geologische Zeiträume | 6 |
| 2.3.2 | Entstehung der Nordseeeböden | 7 |
| 2.3.3 | Baugrundaufbau | 9 |
| 2.3.4 | Bodenkennwerte des Küstenbereichs | 16 |
| 2.4 | Zusammenfassung: Baugrund | 19 |
| 3 | Feld- und Laboruntersuchungen für die Gründungsplanung | 20 |
| 3.1 | Allgemeines | 20 |
| 3.2 | Hochauflösende geophysikalische Felduntersuchungen | 20 |
| 3.2.1 | Erkundungsmethoden | 20 |
| 3.2.2 | Das Prinzip seismischer Messungen | 21 |
| 3.2.2.1 | Reflexionsseismik | 23 |
| 3.2.2.2 | Refraktionsseismik | 25 |
| 3.2.3 | Aussagefähigkeit der Messergebnisse | 26 |
| 3.2.4 | Systeme zur geophysikalischen Erkundung | 28 |
| 3.3 | Feldversuche für unterschiedliche Gründungskonzepte | 30 |
| 3.3.1 | Pfahlgründungen | 30 |
| 3.3.2 | Schwergewichtsgründungen | 32 |
| 3.3.3 | Bodenproben | 33 |
| 3.4 | Laborversuche | 35 |
| 3.4.1 | Laborversuche an Bord der Erkundungsschiffe | 35 |
| 3.4.2 | Laborversuche an Land | 35 |
| 3.4.2.1 | Standardversuche bei nichtbindigen Böden | 35 |
| 3.4.2.2 | Standardversuche bei bindigen Böden | 36 |
| 3.4.2.3 | Versuche zur Untersuchung des Bodens unter zyklischen Einwirkungen | 37 |
| 4 | Entwurf und Bemessung der Gründung | 39 |
| 4.1 | Mögliche Gründungskonzepte für Offshore-WEA | 39 |
| 4.2 | Entwurfs- und Bewertungskriterien für Gründungen | 40 |
| 4.2.1 | Wassertiefe | 41 |
| 4.2.2 | Baugrund | 42 |
| 4.2.3 | Erosion und Kolkbildung, Sedimentation | 42 |
| 4.2.4 | Eis | 43 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.2.5 | Rückbau..... | 44 |
| 4.3 | Nachweise für die Gründung..... | 45 |
| 4.3.1 | Vorschriften..... | 45 |
| 4.3.2 | Arten der Nachweise..... | 45 |
| 4.3.3 | Sicherheiten..... | 48 |
| 4.4 | Berechnungsverfahren für Rammpfähle..... | 49 |
| 4.4.1 | Horizontal belastete Rammpfähle..... | 50 |
| 4.4.1.1 | Allgemeines..... | 50 |
| 4.4.1.2 | Maximale Bettungsspannung in nichtbindigem Boden („sand“)..... | 51 |
| 4.4.1.3 | Maximale Bettungsspannung in steifem, bindigen Boden („stiff clay“)..... | 54 |
| 4.4.1.4 | Maximale Bettungsspannung in weichem, bindigen Boden („soft clay“)..... | 55 |
| 4.4.1.5 | Bettungsspannung in Abhängigkeit von der horizontalen Pfahlverformung..... | 56 |
| 4.4.2 | Axialer Widerstand von Rammpfählen..... | 57 |
| 4.4.2.1 | Allgemeines..... | 57 |
| 4.4.2.2 | Maximalwerte für Pfahlmantelreibung und -spitzenwiderstand bei nichtbindigen Böden („sand“)..... | 59 |
| 4.4.2.3 | Maximalwerte für Pfahlmantelreibung und -spitzenwiderstand bei bindigen Böden („clay“)..... | 60 |
| 4.4.2.4 | Mantelreibung und Spitzendruck in Abhängigkeit axialer Pfahlverformung..... | 64 |
| 4.4.3 | Pfahlgruppen..... | 65 |
| 4.5 | Berechnungsverfahren für Schwergewichtsgründungen..... | 66 |
| 4.5.1 | Allgemeines..... | 66 |
| 4.5.2 | Grundbruchwiderstand..... | 67 |
| 4.5.3 | Gleitwiderstand..... | 69 |
| 4.6 | Einfluss zyklischer Belastung..... | 70 |
| 5 | Ausführung der Gründungsarbeiten und Rückbau..... | 71 |
| 5.1 | Rammpfähle..... | 71 |
| 5.2 | Schwergewichtsgründungen..... | 72 |
| 5.3 | Bauwerksüberwachung..... | 73 |
| 5.4 | Rückbaukonzept..... | 73 |
| 6 | Literatur..... | 76 |
| 7 | Normen und Empfehlungen..... | 80 |
| 8 | Glossar..... | 83 |