

19. KFKI-Seminar, 11.11.2014, DSM Bremerhaven

Abstract

Orkantief Xaver - Turbulenzintensitäten an FINO-Stationen sowie Sturmflutwasserstände an der deutschen Nordseeküste

Dr. Birger Tinz (1) und Dr. Sylvin Müller-Navarra (2)

1 Deutscher Wetterdienst Hamburg, 2 Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

Zusammenfassung

Ende 2013 überquerte das Orkantief Xaver Nordeuropa. Aufgrund der hohen Windgeschwindigkeiten gab es Verwüstungen und Verkehrschaos, an der deutschen Nordseeküste kam es zu einer bemerkenswerten Kette von Sturmfluten. Auf den Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee (FINO1, 2, 3) wurden sehr hohe Turbulenzintensitäten gemessen, die neue Erkenntnisse über die Auslegerparameter von Offshore-Windkraftanlagen (WKA) liefern.

Entwicklung der Sturms

Das Tiefdruckgebiet Xaver¹ entstand am 4. Dezember 2013 südlich von Grönland. Auch seinem Weg nach Südschweden verstärkte es sich zum Orkantief (DWD 2013). Hier erreichte es am 5. Dezember mit einem Kerndruck von 960 hPa seinen Höhepunkt. An der Nordsee drehte der Wind im Tagesverlauf auf Nordwest und erreichte in Böen Orkanstärke². Xaver zog unter Abschwächung langsam weiter in Richtung Baltikum, erst am 6. bzw. 7. Dezember nahm der Wind zunächst an der Nordsee später auch an Ostsee wieder ab.

Ergebnisse der Messungen auf den FINO-Plattformen

Zur Untersuchung der meteorologischen und ozeanographischen Bedingungen im Offshore-Bereich wurden im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt (BMU) drei Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee errichtet, FINO1 nördlich von Borkum, FINO2 nördlich von Rügen und FINO3 westlich von Sylt (www.fino123.de). An den etwa 100 m hohen Messmasten werden in der Atmosphäre u.a. vertikale Windprofile gemessen und Aussagen über die Struktur und Turbulenz des Windfeldes ermittelt, die für den Bau und Betrieb von Offshore-Windenergieanlagen erforderlich sind.

An allen drei FINO-Plattformen wurden im untersten Niveau (ca. 30 m) im 10-min-Mittel orkanartiger Wind gemessen (11 Bft), in 100 m Höhe wurde an FINO3 sogar voller Orkan registriert. Die Windböen lagen noch einmal deutlich über dem mittleren Windgeschwindigkeiten und erreichten Werte bis zu 49 m/s (176 km/h) auf FINO1 (Leiding et al. 2014).

Wirkung auf Windenergieanlagen

Bemerkenswert am Orkan Xaver war einerseits seine zeitliche Ausdehnung. An FINO2 wäre die angenommene Abschaltgeschwindigkeit für Windkraftanlagen von 25 m/s an insgesamt 27 Stunden überschritten worden (Leiding et al. 2014). Andererseits wies die Windgeschwindigkeit aufgrund der hohen Labilität der Atmosphäre starke Intensitätsschwankungen auf.

Für den sicheren Betrieb von WKA sind Kenntnisse über die Belastungen wie z.B. durch Turbulenz unerlässlich. Als Richtlinie wird die IEC61400-1 verwendet. Die Turbulenzintensität wird aus dem 10-min-Mittel der Windgeschwindigkeit und der zugehörigen Standardabweichung ermittelt. Während des Orkans Xaver wurde an allen drei Messmasten der Grenzwert der für die Turbulenzkategorie A zwei bzw. vier mal überschritten (s. Leiding et al. 2014). Auf FINO3 gab es z.B. eine markante Zunahme der Windgeschwindigkeit von 23 m/s auf 37 m/s innerhalb von 10 Minuten. Eine solcher Windsprung von 14 m/s kann, bei gleichzeitiger Änderung der Windrichtung um 70° zu erheblichen Lasten auf die Anlagenstruktur von WKA führen, insbesondere wenn diese sich noch nicht im sicheren Betriebsmodus nach einer Sturmabschaltung befinden.

¹ Die Namen von Hoch- und Tiefdruckgebieten werden von Meteorologischen Institut der Freien Universität Berlin vergeben, s. <http://www.met.fu-berlin.de/wetterpate>

² Orkan: Windstärke 12 auf der Beaufortskala, ab 32,7 m/s bzw. 118 km/h

19. KFKI-Seminar, 11.11.2014, DSM Bremerhaven

Abstract

Orkantief Xaver - Turbulenzintensitäten an FINO-Stationen sowie Sturmflutwasserstände an der deutschen Nordseeküste

Diese Messungen zeigen die Notwendigkeit für eine Aktualisierung der Normen anhand der aktuellen Forschungsergebnisse. Vorschläge dazu werden u.a. im laufenden Forschungsprojekt FINO-Wind³ erarbeitet (www.dwd.de/fino-wind).

Sehr schwere Sturmflut (Nikolausflut 2013)

Da sich die Entwicklung von Xaver und die sehr schwere Sturmflut („Nikolausflut“) an der deutschen Nordseeküste bereits zwei Tage vorher abzeichneten, zogen die Medien frühzeitig Parallelen zum Hamburg-Orkan im Februar 1962. Vor dem Hintergrund der katastrophalen Folgen besonders in Hamburg entstand in der Öffentlichkeit der falsche Eindruck, dass im Dezember 2013 Ähnliches drohte. BSH und Landesbehörden hatten dann bis zum Morgen des 6.12.2013 mehr als genug damit zu tun, auf erheblich bessere Vorhersagemöglichkeiten, ausreichenden Küstenschutz, Sturmflutmanagement und dergleichen hinzuweisen. Gleichwohl war die Nikolausflut 2013 eine Herausforderung für alle Betroffenen und es ist keineswegs selbstverständlich, dass immer alles funktioniert.

Vorhersagen:

Seit der letzten, sehr schweren Sturmflut (9. Nov. 2007) waren bereits sechs Jahre vergangen. Zwischenzeitlich hatte sich das MOS-Verfahren (Model Output Statistics) im Vorhersagebereich etabliert. Nun sind aktuelle und vorhergesagte Wasserstandsganglinien bis zu sechs Tage voraus sowie manuell gesetzte Scheitelwerte (bis 24 h voraus), automatisch viertelstündlich aktualisiert, für mehr als 30 Tidepegel auf den Internetseiten des BSH abrufbar. Damit ist eine weitgehende Transparenz der Vorhersageleistung verbunden. Zur Bewertung der Leistung ist es wichtig, zwischen verschiedenen Vorhersagezeitspannen zu unterscheiden. Denn es macht verfahrenstechnisch einen großen Unterschied, wie weit das vorherzusagende Ereignis in der Zukunft liegt. Zudem wird man an eine mehrtägige Sturmflutvorhersage wegen der Unsicherheit der Zugbahn und des zeitlichen Verlaufes des Orkantiefs lediglich qualitative Anforderungen stellen. So war bei Xaver frühzeitig abzusehen, dass uns eine Kettensturmflut droht, wobei auch schon deutlich wurde, dass der höchste Scheitel am Freitag früh eintreten wird. Bei entsprechenden Anfragen wurde auf die Möglichkeit von 3–4 aufeinander folgende Sturmfluten hingewiesen, was sich dann auch bestätigte. Nach intensiven Beratungen mit dem Seewetteramt Hamburg gab das BSH 16 h vor dem astronomischen Hochwasserzeitpunkt in Hamburg (6.12.2013, 6.27 Uhr) erste Warnungen für die deutsche Nordseeküste mit konkreten Höhenangaben heraus, die später noch leicht erhöht wurden. Diese erwiesen sich weitgehend als zutreffend, lediglich für Emden und Hamburg – vorhergesagt waren etwa 3 bzw. 3,5 m ü. MHW $\pm 0,25$ m – hätte es etwas mehr sein können.

Beobachtete Wasserstände:

Die höchste Klasse „sehr schwere Sturmflut“ wurde nur in Emden und Hamburg erreicht (Tab. 1). Legt man das Mittlere Hochwasser (MHW) als Bezugsniveau zugrunde, teilt sich die Nikolausflut 2013 in Hamburg den 4. Rang aller Sturmfluten seit Beginn der Aufzeichnungen mit der Sturmflut am 28.01.1994. Für Emden ist es die zweithöchste Sturmflut nach der Allerheiligenflut 2006. Bei beiden Pegelstandorten ist zu berücksichtigen, dass sich die hydrodynamischen Verhältnisse im hydrologischen Umfeld in den letzten 40 Jahren geändert haben, so dass im strengen Sinne die Vergleichbarkeit nicht gegeben ist. Es lassen sich z. B. deutliche Unterschiede zwischen Küstenpegeln und Pegeln in Tideflüssen feststellen. Während die Sturmflut am 13.01.1916 in Cuxhaven die elfthöchste ist, erreicht dasselbe Ereignis in Hamburg nur den Rang 30.

³ Projekt FINO-Wind: Kooperation von Deutscher Wetterdienst Hamburg, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie Hamburg, DEWI GmbH Wilhelmshaven, DNV GL Hamburg, Fraunhofer IWES Bremerhaven und WIND-consult GmbH Bargeshagen, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

19. KFKI-Seminar, 11.11.2014, DSM Bremerhaven

Abstract

Orkantief Xaver - Turbulenzintensitäten an FINO-Stationen sowie Sturmflutwasserstände an der deutschen Nordseeküste

Tab. 1: Tabelle: Mittleres Hochwasser (MHW) von 2013, Windstau und Abweichungen vom MHW für ausgewählte Pegel am 5. und 6. Dez..2013 (Sturmflut ab 1,5 m über MHW, schwere Sturmflut ab 2,5 m über MHW, sehr schwere Sturmflut ab 3,5 m über MHW)

		5.12.2013 Nachmittag- bzw. Abendhochwasser		6.12.13 Nacht- bzw. Morgenhochwasser	
Ort	MHW [m über NN]	Windstau [m]	Abweichung vom MHW [m]	Windstau [m]	Abweichung vom MHW [m]
Emden	1,46	0,75	0,82	3,24	3,52
Wilhelmshaven	1,83	0,84	0,93	3,01	3,30
Bremen	2,53	1,07	1,12	2,43	2,69
Cuxhaven	1,53	1,60	1,68	2,87	3,11
Hamburg	2,11	2,23	2,25	3,78	3,98
Husum	1,69	3,01	3,07	3,04	3,28

		6.12.2013 Nachmittag- bzw. Abendhochwasser		7.12.13 Nacht- bzw. Morgenhochwasser	
Ort	MHW [m über NN]	Windstau [m]	Abweichung vom MHW [m]	Windstau [m]	Abweichung vom MHW [m]
Emden	1,46	3,02	3,05	1,10	1,40
Wilhelmshaven	1,83	2,52	2,56	1,14	1,47
Bremen	2,53	2,95	2,38	1,40	1,70
Cuxhaven	1,53	2,31	2,36	1,03	1,30
Hamburg	2,11	2,89	2,88	1,25	1,48
Husum	1,69	2,09	2,14	0,74	1,02

Literatur

Deutscher Wetterdienst: Orkantief XAVER über Nordeuropa vom 5. bis 7. Dezember 2013 / Severe storm XAVER across northern Europe from 5 to 7 December 2013, www.dwd.de/jb/2013/pdf/Kapitel_3_2013_XAVER_europa.pdf, abgerufen am: 31.10.2014.

IEC 64100-1 International Standard Wind turbines – Part 1: Design requirements

Leiding, T., Tinz, B., Rosenhagen, G., Lefebvre, C., Haeseler, S., Hagemann, S., Bastigkeit, I., Stein, D., Schwenk, P., Müller, S., Outzen, O., Herklotz, K., Kinder, F., Neumann, T. 2014: Meteorological and Oceanographic Conditions at the FINO Platforms During the Severe Storms Christian and Xaver. DEWI-Magazin 44, 16-26

http://www.dewi.de/dewi/fileadmin/pdf/publications/Magazin_44/04.pdf abgerufen am: 31.10.2014