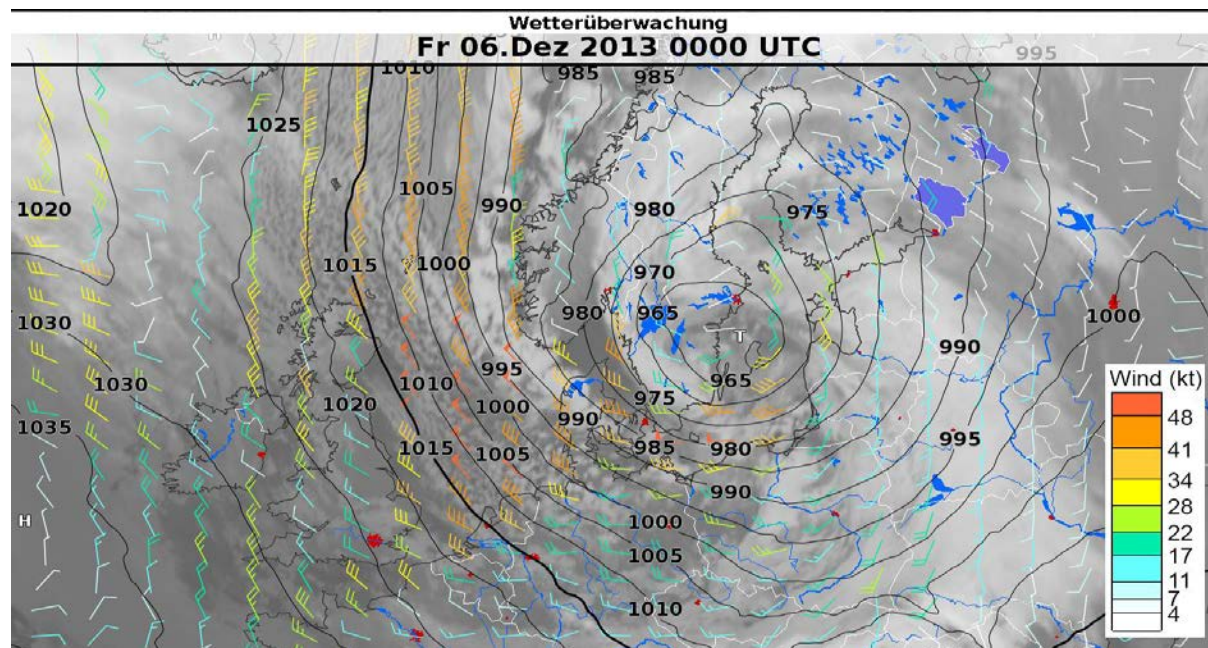


Orkantief Xaver - Turbulenzintensitäten an FINO-Stationen sowie Sturmflutwasserstände an der deutschen Nordseeküste



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

1 Deutscher Wetterdienst, 2 Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

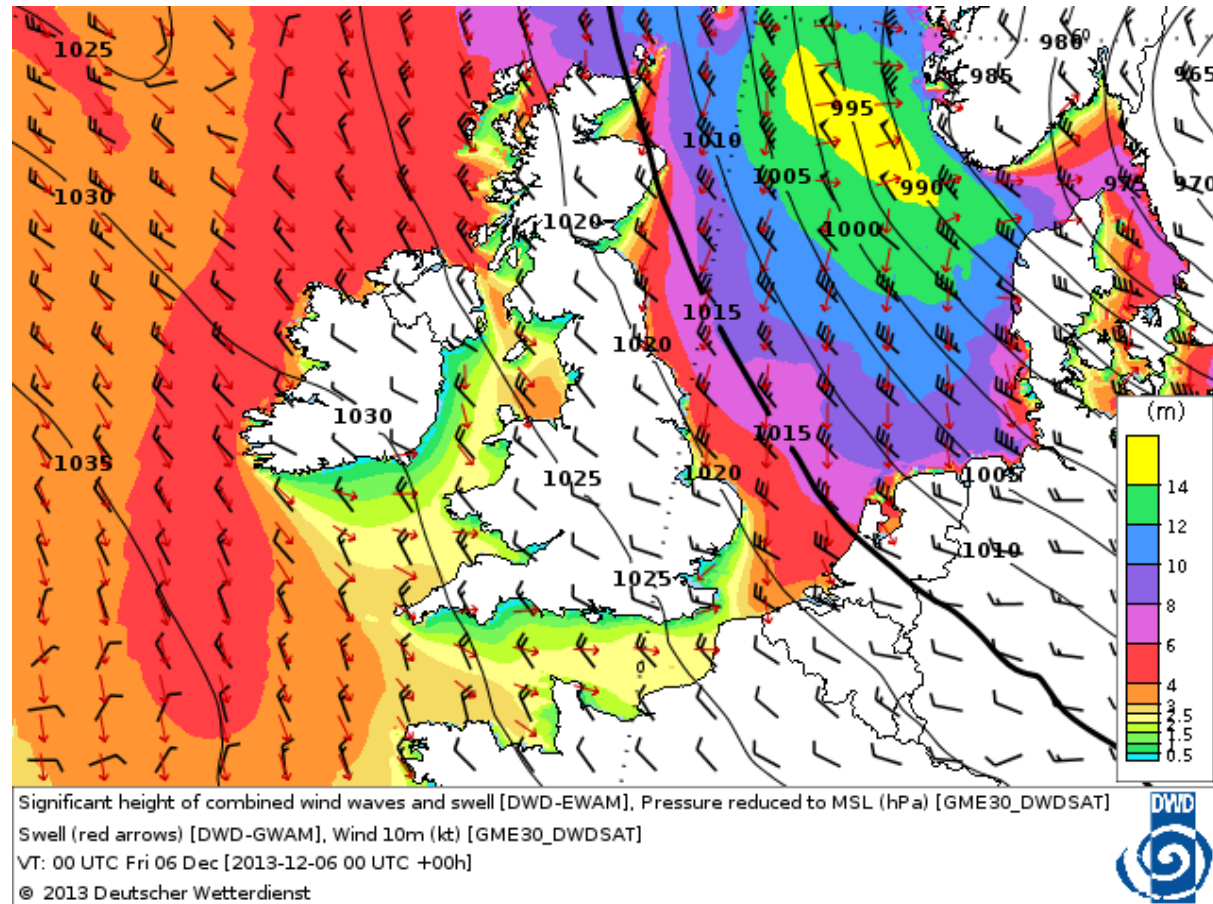
Orkantief XAVER

-entstand am 04.12.13
südl. von Grönland
**-Höhepunkt am 05.12.13
18 UTC** mit <960 hPa
Kerndruck

**-Spitzenböen 150-160
km/h** (Meierwik 158 km/h)
-Mittelwinde 10-11 Bft,
vereinzelt 12 Bft (>118
km/h bzw. 33 m/s)

-Besonderheiten:

- 1) **lange Andauer** mit permanenter NW-Windrichtung
- 2) **höhe Böigkeit**

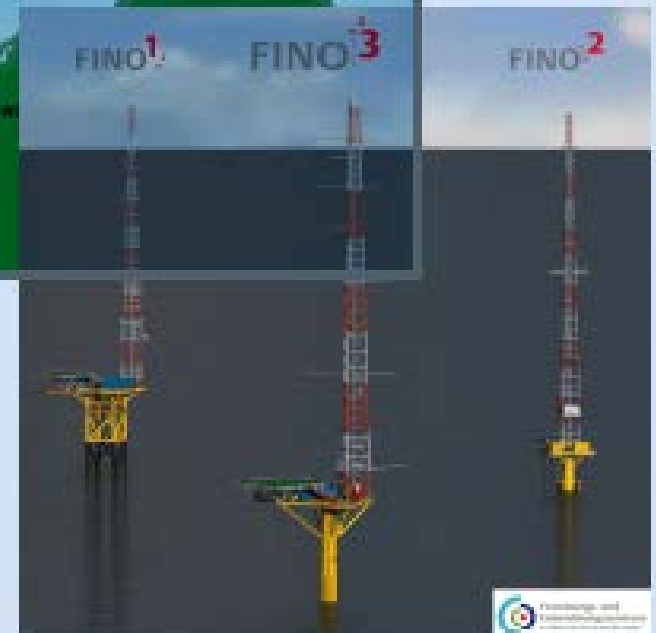


Wind (Pfeile), Wellenhöhe (farbig in Meter) und Luftdruck (Linien in hPa) im Nordseebereich am 6. Dezember 2013, 00 UTC, aus DWD 2013.



Fig. 1: The FINO measurement masts in the North and Baltic Sea: FINO1 (built 2003), FINO2 (built 2007), FINO3 (built 2009) [Source: DNV GL].

Fig. 2: Mast designs with different foundations. The masts are equipped with a range of meteorological sensors at several platforms at heights of 30 to 100 m above sea level [Source: ForE-Zentrum FH Kiel GmbH].



Windgeschwindigkeiten FINO1,2,3

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



Maximale in Böen und Mittelwinde an den drei FINO-Messmasten, am 05./06.12.2013, aus Leiding et al. 2014.

Plattform	Maximale 1 s-Werte		Maximale 10 min-Werte	
	30 m	100 m	30 m	100 m
FINO1	42,1	49,0	28,7	32,4
FINO2	37,5	38,6	29,3	31,9
FINO3	41,8	43,1	30,8	34,6

Zuordnung Windstärke / Windgeschwindigkeiten, aus DWD-Wetterlexikon, www.dwd.de/lexikon

Typische Abschaltgeschwindigkeit bei Windkraftanlagen:
25 m/s

Bft	Bezeichnung	ff in m/s	ff in km/h
11	orkanartiger Sturm	28,5 - 32,6	103 - 117
12	Orkan	ab 32,7	ab 118



- Für sicheren Betrieb von WEA sind Kenntnisse durch Belastungen wie **Turbulenz** notwendig, die entsprechende Richtlinie ist die IEC61400-1
- **Turbulenzintensität** wird berechnet aus **Windgeschwindigkeit** und **Standardabweichung**
- Die verschiedenen **Turbulenzkategorien** A, B und C wurden bei Xaver **mehrfach überschritten**

Maximale Überschreitung der Turbulenzkategorie A für die Plattformen FINO1, 2 und 3 zu den Starkwindereignissen Christian und Xaver, aus Leiding et al. 2014

CHRISTIAN, 28.10.2013, Maximum Value ($TI_{\text{measured}} > TI_A$)						
Mast	Date & Time	TI_{measured}	TI_A	TI_B	TI	Frequency $TI_{\text{measured}} > TI_A$
FINO3	28.10.2013 07:00	0.27	0.21	0.18	0.16	2
XAVER, 5.12.-7.12.2013, Maximum Value ($TI_{\text{measured}} > TI_A$)						
FINO1	07.12.2013 04:50	0.20	0.19	0.16	0.14	2
FINO2	06.12.2013 23:05	0.19	0.18	0.16	0.13	2
FINO3	06.12.2013 16:10	0.17	0.16	0.14	0.12	4

- Messungen auf den FINO-Messmasten zeigen, dass die **Überarbeitung der Richtlinien für Offshore-Windenergieanlagen erforderlich** ist
- Entsprechende Vorschläge werden u.a. im **BMWi-Verbundprojekt FINO-Wind** erarbeitet www.dwd.de/fino-wind

Literatur

DWD 2013: Orkantief Xaver über Nordeuropa vom 5. bis 7. Dezember 2013.
www.dwd.de/jb/2013/pdf/Kapitel_3_2013_XAVER_europa.pdf

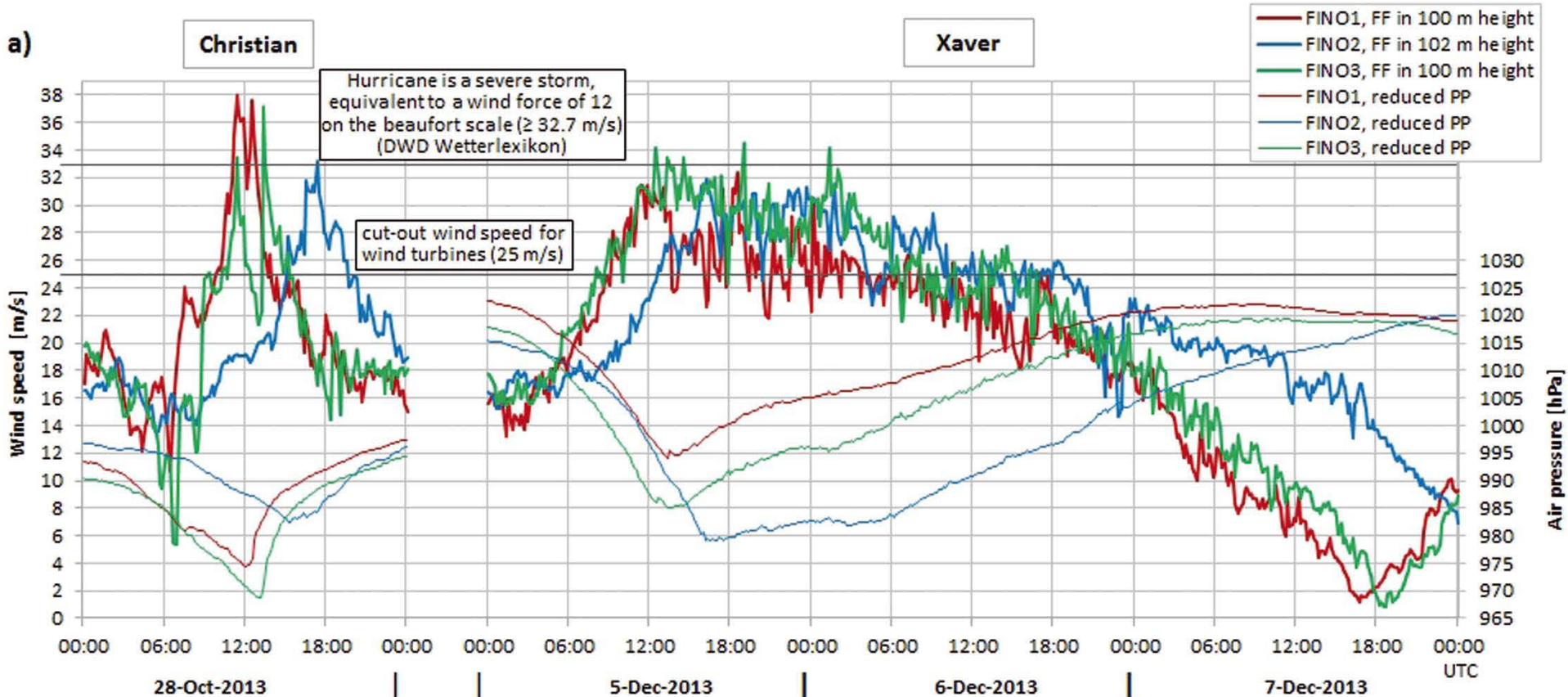
IEC61400-1: International Standard Wind Turbines. – Part 1: Design requirements.

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





Mittelwind FINO1, FINO2, FINO3



10-Minuten-Mittel der Windgeschwindigkeit und des Luftdrucks während der Orkane Christian (links) und Xaver (rechts) auf den drei FINO-Plattformen, aus Leiding et al. 2014.