

Five Years of Offshore Measurements at the Fino1 Platform in the German Bight

Fünf Jahre Offshore-Messungen in der Deutschen Bucht auf Fino1-Plattform

A. Beeken, T. Neumann, DEWI Wilhelmshaven



A. Beeken

ENGLISH - DEUTSCH

Introduction

In autumn 2003 the first German offshore-research platform FINO 1 (Fig. 1) was placed into operation in the German Bight, 45 km northwest of the island of Borkum. One of the main targets is the acquisition of new knowledge about the marine atmospheric boundary layer as well as a better understanding of the meteorological and hydrographical conditions in the offshore area. Because already in the test phase from September to December 2003 a recording of the measuring data occurred, today scientists and commercial users can access nearly five years of comprehensive record.

With regard to the planned first German offshore wind farm alpha-ventus (Fig. 2) close to the FINO 1 platform the meteorological measurements are focused on capturing the wind conditions and the vertical temperature course



Fig. 1: FINO 1 Measuring platform in the German Bight
Abb. 1: FINO 1 Mess-Plattform in der Deutschen Bucht

Einleitung

Im Herbst 2003 wurde in der Deutschen Bucht, 45 km nordwestlich von Borkum, die erste deutsche Offshore-Forschungsplattform FINO 1 (Abb. 1) in Betrieb genommen. Eines der Hauptziele hierbei ist die Erlangung neuer Erkenntnisse über die marine atmosphärische Grenzschicht sowie ein besseres Verständnis der meteorologischen und hydrographischen Gegebenheiten im Offshore-Bereich. Da bereits in der Erprobungsphase von September bis Dezember 2003 eine Aufzeichnung der Messdaten erfolgte, können Wissenschaftler und kommerzielle Nutzer heute auf einen nahezu fünf Jahre umfassenden Datensatz zugreifen.

Mit Hinblick auf den in unmittelbarer Nähe der FINO 1-Plattform geplanten ersten deutschen Offshore-Windpark alpha-ventus (Abb. 2) liegt der Schwerpunkt der meteorologischen Messungen bei Erfassung der Windverhältnisse und des vertikalen Temperaturverlaufs.

Fig. 2: Location of FINO 1 and wind farm alpha-ventus
 Abb. 2: Lage von FINO 1 und Windpark alpha-ventus



Fig. 3: Availability of the main meteorological sensor devices during the period of 2004 – June 2008
 Abb. 3: Verfügbarkeit der meteorologischen Sensoren im Zeitraum 2004 – Juni 2008

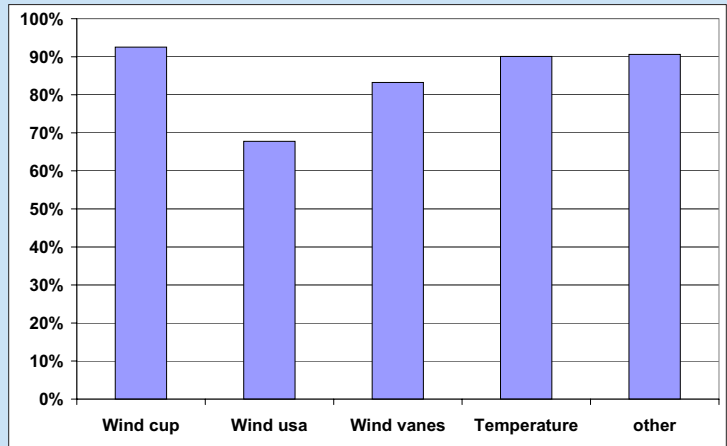


Fig. 4: Measured monthly averages and long term wind speed average during the period 2004 – 2008 at 100m height
 Abb. 4: Gemessene Monatsmittel und langjähriges Mittel der Windgeschwindigkeit im Zeitraum 2004 – 2008 in 100m Höhe

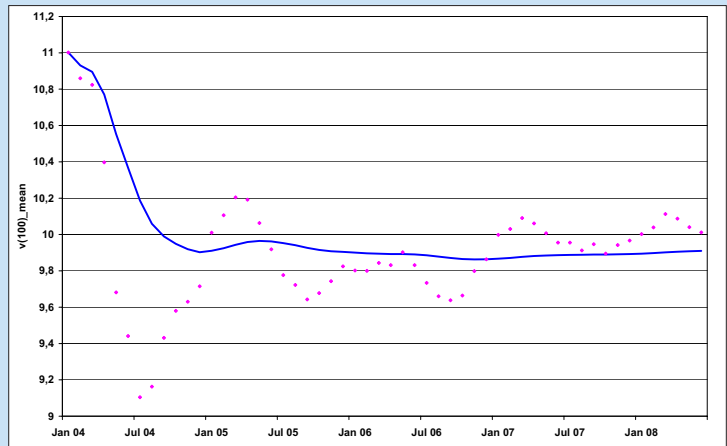
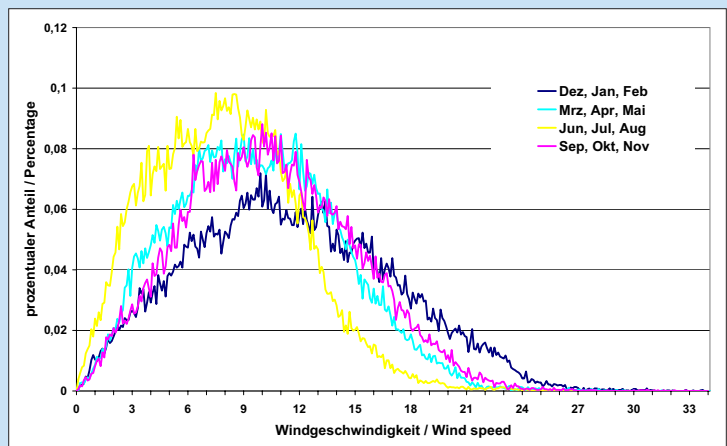


Fig. 5: Distribution of seasonal wind speed
 Abb. 5: Verteilung der jahreszeitlichen Windgeschwindigkeit



Availability of the Data

Though the availability of the measuring data has diminished in comparison to the period 2004 to 2006 (DEWI Magazin No. 30), it is still very good, with an average availability of 85%. One reason for the decline was the loss of data transfer for several weeks. After resolving the problems, nearly all important meteorological sensors are fully available at present.

The Mean Wind Profile

One of the determining factors when planning a wind farm are the local wind conditions. In [Fig. 4](#) the development of the mean wind speed is shown at 100-m height during the period 2004 to June 2008. After strong variations in the beginning the mean wind speed approaches a value of about 9.9 m/s with increasing number of the measured values. Looking at the seasonal wind speeds and their percentage distribution, significant differences between summer and winter conditions can be observed ([Fig. 5](#)). While in summer the curve progression shows a precipitous increase with a maximum at approx 8 m/s, higher wind speeds obviously occur more frequently from December to February. The curve is much flatter and has its maximum at about 10 m/s. The wind speed averages at 8.3 m/s during the summer period and at 11.4 m/s in winter. When looking at the vertical wind profile measured at the Fino1 platform ([Fig. 6](#)), a seasonal dependence can also be noticed. From March to May a marked increase of speed with increasing height can be observed, while in the remaining months the increase of

Verfügbarkeit der Daten

Die Verfügbarkeit der Messdaten hat im Vergleich zum Zeitraum 2004-2006 zwar abgenommen (DEWI Magazin Nr. 30), ist aber mit einer durchschnittlichen Verfügbarkeit von 85 % immer noch sehr gut. Eine Ursache für den Rückgang lag an dem Ausfall der Datenübertragung für mehrere Wochen. Nachdem die Probleme behoben wurden, sind momentan nahezu alle wichtigen meteorologischen Sensoren wieder voll verfügbar.

Das mittlere Windprofil

Der entscheidende Faktor bei der Planung eines Windparks sind die lokalen Windverhältnisse. In [Abb. 4](#) ist die Entwicklung der mittleren Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe in den Jahren 2004 bis 2008 dargestellt. Mit zunehmender Anzahl der Messwerte nähert sich die mittlere Windgeschwindigkeit nach anfänglich großen Schwankungen einem Wert von etwa 9,9 m/s. Betrachtet man die Windgeschwindigkeit aufgeteilt nach Jahreszeiten und ihrem prozentualen Auftreten ([Abb. 5](#)) erkennt man deutliche Unterschiede zwischen den Sommer- und Wintermonaten. Während die Kurve im Sommer einen eher steilen Verlauf mit einem Maximum bei ca. 8 m/s aufweist, erkennt man im Winter ein deutlich häufigeres Auftreten von hohen Windgeschwindigkeiten. Die Kurve verläuft wesentlich flacher und hat ihr Maximum bei etwa 10 m/s. Die Windgeschwindigkeit liegt im Sommer im Mittel bei 8,3 m/s und im Winter bei 11,4 m/s. Bei der Betrachtung des gemessenen vertikalen Windprofils ([Abb. 6](#)) an der Fino1-Plattform fallen ebenfalls jahreszeitliche Unter-

Fig. 6: The vertical wind speed profile
 Abb. 6: Das vertikale Windprofil

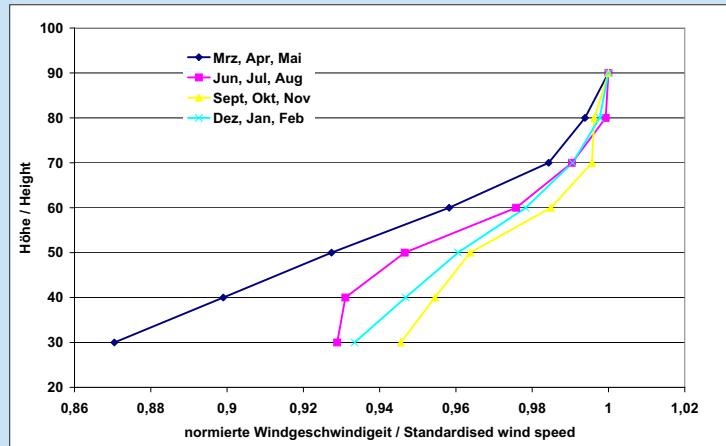
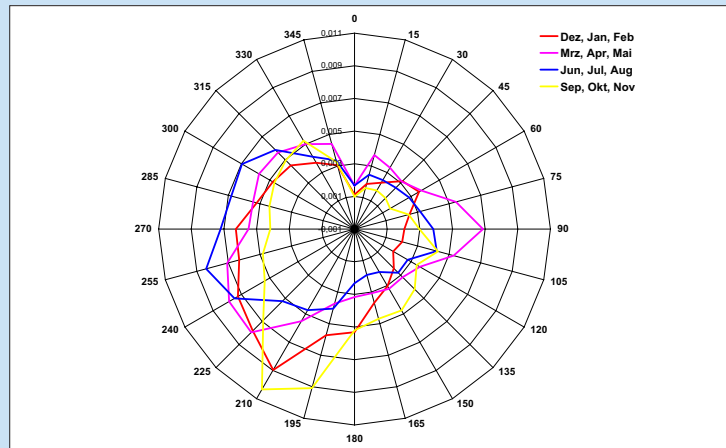


Fig. 7: Distribution of Wind Directions divided into seasons
 Abb. 7: Verteilung der Windrichtung aufgeteilt nach Jahreszeiten (2004-2008)



speed with the height is relatively small. This is due to a cumulative occurrence of inversion weather conditions in spring, resulting in a stabilisation of the atmosphere. Whether the atmospheric boundary layer under open water conditions shows a neutral, labile or stable stratification generally depends on the advection of air masses with different physical properties. Compared to onshore where the boundary layer is frequently characterized by a diurnal cycle, the solar irradiation is of little importance because of the heat capacity and a well-mixed surface layer of the ocean.

Wind Direction

In spring the occurrence of inversions is promoted by the advection of relatively warm air masses flowing from land to sea over the cold water of the North Sea. Considering the seasonal distribution of wind directions, there is an additional maximum for eastern wind direction in spring (Fig. 7). The remaining seasons are ruled by the predominant flow from southwestern to western directions, which are characteristic for our latitudes.

Temperature Profile

The temperature stratification has a determining influence on the wind profile at the Fino1-platform. Fig. 8 shows the relation between the temperatures at 100 m and 40 m height for the period of 2004 to June 2008 based on a 6-

schiede auf. Während es in den Monaten März bis Mai zu einer deutlichen Geschwindigkeitszunahme mit der Höhe kommt, ist die Zunahme der Geschwindigkeit in den übrigen Monaten vergleichsweise gering. Die Ursache hierfür liegt in einem gehäuften Auftreten von Inversionswetterlagen im Frühjahr und einer damit einhergehenden Stabilisierung der Luftmassen. Ob die atmosphärische Grenzschicht über dem offenen Wasser eine neutrale, labile oder stabile Schichtung aufweist, wird in der Regel durch die Advektion von Luftmassen mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften bestimmt. Die zeitliche Varianz der solaren Einstrahlung, als häufig dominierender Faktor für die Eigenschaften der Grenzschicht über Land, spielt auf Grund der hohen Wärmekapazität und der guten Durchmischung der Oberfläche des Wassers nur eine untergeordnete Rolle.

Windrichtung

Begünstigt wird das Auftreten der Inversionen im Frühjahr durch die Advektion relativ warmer Luftmassen von Land über das noch kalte Wasser der Nordsee. Betrachtet man die Verteilung der Windrichtung zu den verschiedenen Jahreszeiten, lässt sich im Frühjahr ein zusätzliches Maximum für östliche Windrichtungen erkennen (Abb. 7). In den übrigen Jahreszeiten dominiert die in unseren Breiten vorherrschende südwestliche bis westliche Strömung.

Temperaturprofil

Die Temperaturschichtung hat einen entscheidenden Ein-

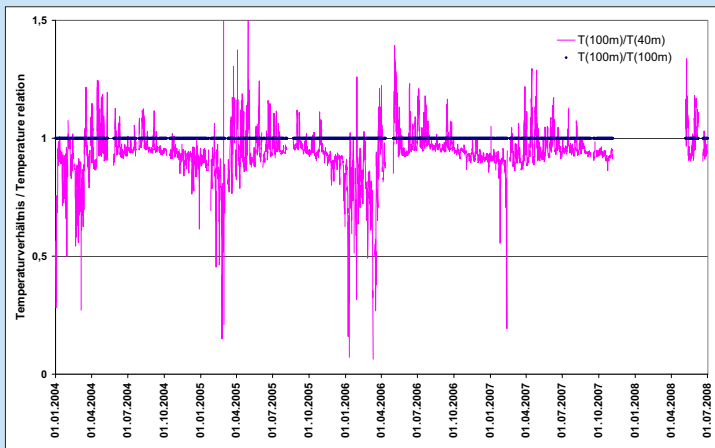


Fig. 8: Temperature relation 100 m to 40 m height
 Abb. 8: Temperaturverhältnis 100 m zu 40 m Höhe

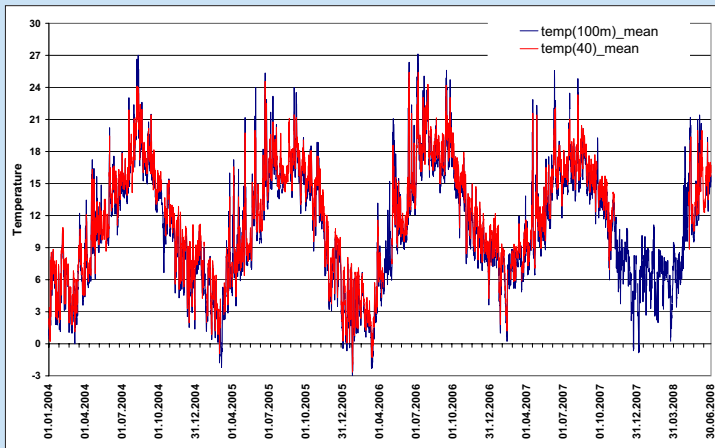


Fig. 9: Long term temperature during the period 2004 – June 2008 using 6-hour means
 Abb. 9: Temperaturzeitreihe von 2004 – bis Juni 2008 basierend auf 6-stündigen Mittelwerten

hour mean. A temperature relation smaller one indicates a temperature decrease, while a value greater than one signals a temperature increase with height. As already seen regarding the wind, a higher frequency of inversion in spring can be recognised again. Fig. 9 shows the temperatures in 40 m and 100 m height as a time series. Based on the 6-hour mean values, the temperature range comprises approx. 30°C for the whole measuring period. During the past four years the temperature fell below zero for a few days only. The average temperature is 10.7°C at 100 m height and 11.9°C at 40 m height.

Future Prospects

During the past five years a broad range of meteorological data has been collected at Fino1-platform, so that by now a reliable idea of the average conditions of the atmospheric boundary layer in the German Bight can be obtained. The continuous measuring operation has recently been guaranteed for the next three years. With regard to the planned initiation of the Fino3-platform north west of Sylt during the next months, even more detailed conclusions about the meteorological and hydrographical conditions in the German North Sea can be made in future.

fluss auf das Windprofil an der Fino1-Plattform. In Abb. 8 ist das Verhältnis der Temperatur in 100 m Höhe zu der Temperatur in 40 m Höhe basierend auf einem Sechsstunden-Mittel für den Zeitraum von 2004 bis Juni 2008 dargestellt. Ein Temperaturverhältnis kleiner eins stellt eine Temperaturabnahme dar, während ein Wert größer eins eine Zunahme der Temperatur mit der Höhe anzeigt. Auch hier lässt sich erkennen, dass Inversionen im Frühjahr am häufigsten auftreten und hier ihre größte Ausprägung besitzen. In der Abb. 9 sind die Temperaturen in 40 m und 100 m Höhe als Zeitreihe dargestellt. Legt man die 6-stündigen Mittelwerte zu Grund schwankt die Temperatur über den gesamten Zeitraum gesehen um ca. 30°C. Die Null Grad Marke wurde in den letzten viereinhalb Jahren dabei nur an wenigen Tagen unterschritten. Die mittlere Temperatur beträgt hierbei in 100 m Höhe 10,7 °C und auf 40m Höhe 11,9°C.

Ausblick

Die in den vergangenen fünf Jahren an der Fino1-Plattform gesammelten Daten liefern inzwischen ein verlässliches Bild über die mittleren Bedingungen der atmosphärischen Grenzschicht in der Deutschen Bucht. Der kontinuierliche Messbetrieb wurde vor kurzem für die nächsten drei Jahre sicher gestellt. Mit Hinblick auf die geplante Inbetriebnahme der Fino3-Plattform nordwestlich von Sylt in den nächsten Monaten können zukünftig so noch genauere Aussagen über die meteorologischen und hydrographischen Verhältnisse in der deutschen Nordsee getroffen werden.