

Abschlussbericht

Zentralprojekt: FINO

Betrieb und Erweiterung der FINO-Datenbank, Fortsetzung der meteorologischen Messungen an FINO1, Fortsetzung des ozeanographischen Messbetriebes FINO1, FINO2 und FINO3

Förderkennzeichen: 0329905H

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE



Hamburg, Februar 2022

„Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor“

Abschlussbericht

Zentralprojekt: FINO

Betrieb und Erweiterung der FINO-Datenbank, Fortsetzung der meteorologischen Messungen an FINO1, Fortsetzung des ozeanographischen Messbetriebes FINO1, FINO2 und FINO3

Förderkennzeichen: 0329905H

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE



Hamburg, Februar 2022

Inhalt

1. Förderer, Koordinator und Kooperationspartner	6
2. Einleitung.....	8
2.1. FINO-Plattformen	9
3. Projektbeschreibung und -struktur	11
3.1. Projektziele und deren Erfüllung	11
3.2. Gründe für Änderungen vom Projektplan.....	14
4. AP 1: Projektkoordination	15
4.1. Meetings und Konferenzen	15
4.2. Fortbildungen	15
4.3. Beschaffung	15
4.4. Berichte	16
5. AP 2: Messprogramm auf den FINO-Stationen	16
5.1. Logistische Planung	16
5.2. Ozeanographische Messungen (alle FINO-Stationen)	17
5.2.1. Seegang	18
5.2.1.1. Seegangsmessboje.....	18
5.2.1.2. Radarpegel.....	18
5.2.1.3. Akustische Seegangsmessung	18
5.2.2. Strömungen	19
5.2.3. Temperatur und Salzgehalt.....	19
5.2.3.1. Temperatur	19
5.2.3.2. Salzgehalt.....	19
5.2.3.3. Sauerstoff.....	19
5.2.4. pH-Messungen	19
5.3. Meteorologische Messungen (FINO1).....	21
5.4. Meteorologische Messungen (FINO2).....	21
5.5. Wartungsarbeiten des BSH.....	21
5.5.1. FINO1.....	22
5.5.2. FINO2.....	23
5.5.3. FINO3.....	24
6. Ausgewählte Ergebnisse	26
6.1. FINO1.....	26
6.1.1. Strömung	26
6.1.2. Seegang	30

6.1.3.	Temperatur, Salzgehalt und Sauerstoff.....	33
6.2.	FINO2.....	35
6.2.1.	Strömung.....	35
6.2.2.	Seegang.....	35
6.2.3.	Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff.....	38
6.2.4.	Trübung.....	38
6.2.5.	pH.....	38
6.3.	FINO3.....	38
6.3.1.	Strömung.....	38
6.3.2.	Seegang.....	42
6.3.3.	Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff.....	45
7.	AP 3: Datenmanagement.....	47
7.1.	Datenvalidierung.....	48
7.2.	Datenspeicherung und Archivierung.....	48
7.3.	Administration der Datenbank.....	48
7.4.	Veröffentlichungen.....	50
8.	Schlusswort.....	51
9.	Anhang.....	52
9.1.	Referenzen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
9.2.	Liste der Veröffentlichungen von Projektpartnern.....	52
9.3.	Liste weiterer Veröffentlichungen basierend auf FINO-Daten.....	52

Abkürzungsverzeichnis

ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
AP	Arbeitspaket
AWAC	Acoustic Wave and Current Meter
CTD	Conductivity, Temperature Depth Sensor
FINO	Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
LIDAR	Light Detection and Ranging
MARNET	Marines Umweltmessnetz in Nord- und Ostsee
MOBO	Monitoring Boje
OWEA	Offshore-Wind-Energie-Anlage
OWP	Offshore Windpark
RAVE	Research at Alpha Ventus
WindSeeG	Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See
WIPAFF	Wind Park Far Field

1. Förderer, Koordinator und Kooperationspartner

Förderer:

Der „Betrieb und die Erweiterung der FINO-Datenbank, Fortsetzung der meteorologischen Messungen an FINO1, Fortsetzung des ozeanographischen Messbetriebes FINO1, FINO2 und FINO3“ – ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi, seit November 2021 BMWK), vertreten durch das Forschungszentrum Jülich GmbH (Projektträger Jülich, PTJ), gefördertes Projekt.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Koordinator:

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH).

Kontakt BSH:

Kai Herklotz

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

Bernhard-Nocht-Straße 78

20359 Hamburg

Tel. 040 3190 3230

Email: Kai.Herklotz@BSH.de

Kooperationspartner:

Die UL International GmbH (ehemals DEWI) sowie das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) sind seit Beginn des Projekts bzw. der Inbetriebnahme der Stationen Kooperationspartner des BSH. Seit Januar 2021 ist die WIND-Consult Ingenieurgesellschaft für Umweltschonende Energiewandlung mbH Kooperationspartner.

Kontakt UL International GmbH:

Dr. Tom Neumann
Head of Research & Studies
UL International GmbH
Ebertstrasse 96
26382 Wilhelmshaven
Tel. 04421 4808 814
Email: T.Neumann@ul.com

Kontakt IOW:

Dipl. Ing. Erik Stohr
Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)
Seestraße 15
18119 Rostock
Tel. 0381 5197 147
Email: erik.stohr@io-warnemuende.de

Kontakt WIND-Consult:

Dipl.-Ing. J. Schwabe
(Geschäftsführer)
WIND-consult Ingenieurgesellschaft für umweltschonende Energieumwandlung mbH
Reuterstraße 9
18211 Bargeshagen
Tel.: 038203 50725
Email: joachim.schwabe@wind-consult.de

2. Einleitung

Die Bundesregierung plant den Ausstoß von Treibhausgasen bis 2030 um mindestens 65 % im Vergleich zu 1990 zu reduzieren und strebt bis 2045 Treibhausgasneutralität, ab 2050 negative Emissionen an (§3 KSG). Dieses Ziel erfordert eine schrittweise Umstellung der Energiegewinnung von fossilen Brennstoffen hin zu regenerativen Energiequellen. Bis 2050 sollen erneuerbare Energien zu 100 Prozent die Stromversorgung decken.

Ein wesentlicher Bestandteil zur Gewährleistung der Stromversorgung ist die Energiegewinnung auf See. Die Windenergie auf See soll bis 2030 auf 20 GW und bis 2040 auf 40 GW ausgebaut werden (§1 WindseeG). Um diesen Ausbau zu erzielen wurde und wird die Forschung im Bereich der Offshore-Windenergie aufgrund von Beschlüssen des Deutschen Bundestages verstärkt gefördert.

Ein Förderschwerpunkt sind die drei Forschungsplattformen FINO 1, 2 und 3 in Nord- und Ostsee.

Das BSH führt in Kooperation mit der UL International GmbH seit September 2003 auf der Forschungsplattform FINO1 ozeanographische und meteorologische Messungen durch. Das IOW übt in Zusammenarbeit mit dem BSH die ozeanographischen Messungen auf der Forschungsplattform FINO2 in der Ostsee seit 2007 aus. 2009 wurde mit der FINO3-Station eine zweite Forschungsplattform in der Nordsee errichtet. Seit 2021 werden in Kooperation mit WIND-Consult die meteorologischen Messungen am Standort FINO2 durchgeführt. Mit den gewonnenen Daten der FINO-Stationen können die Ertragsaussichten von zukünftigen Offshore-Windparks abgeschätzt sowie die Belastung, Ermüdung und Lebensdauer der technischen Einrichtungen und der Konstruktionen als Ganzes untersucht werden. Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen war und ist der Einfluss der Meeresphysik auf Offshore-Bauwerke und mögliche Veränderungen der Meeresphysik durch diese. Die meeres-physikalischen Daten sind gleichzeitig eine wichtige Grundlage für weitere Forschungsvorhaben, die im Rahmen des FINO-Projekts durchgeführt werden, beispielsweise die Projekte RAVE, WiPAFF, X-Wakes und MoBo und die meeres-biologischen Untersuchungen des IOW.

Ein zusätzliches Ziel für die drei FINO-Stationen in Nord- und Ostsee ist die möglichst lückenlose Erfassung und Speicherung mehrjähriger Zeitreihen der Messgrößen Strömung, Seegang und Wasserstand sowie Druck, Salzgehalt, Sauerstoff und Temperatur. Diese Messdaten werden in der gemeinsamen FINO-Datenbank (siehe fino.bsh.de) gespeichert und stehen wissenschaftlichen Anwendern und der Öffentlichkeit über das Internet zur Verfügung (bislang mehr als 1.800 registrierte Nutzer aus über 450 verschiedenen Einrichtungen).

Das Forschungsprojekt (Förderungsnummer: 0329905H) wurde für den Zeitraum vom 01.07. 2018 bis zum 30.06.2021 bewilligt und kostenneutral bis zum 31.08.2021 verlängert.

2.1. FINO-Plattformen



Abbildung 1: Die obere Abbildung zeigt die Positionen der Stationen. Die unteren Abbildungen zeigen die drei Forschungsplattformen (v. l. n. r. FINO1, FINO2 und FINO3).

Die FINO-Forschungsplattformen wurden in drei potentiellen Eignungsgebieten in unmittelbarer Nähe von damals geplanten und beantragten größeren Offshore-Windparks in der Nord- und Ostsee errichtet. Abbildung 1 zeigt die geographische Lage und Anordnung der drei FINO-Plattformen. Die Plattformen FINO1 und FINO3 befinden sich in der Nordsee. Etwa 45 km nördlich von Borkum, in unmittelbarer Nähe des Windparks Borkum Riffgrund I und II, dem im Westen gelegenen Trianel Windparks Borkum und des ersten deutschen Offshore-Windparks alpha ventus, steht die Station FINO1. Die Forschungsplattform FINO3 liegt etwa 80 km westlich von Sylt. Nahe der Station befinden sich die Offshore Windparks Sandbank 24, Nördlicher Grund, DanTysk und OSB Butendiek. Die FINO2-Plattform steht in der Ostsee etwa 33 km nördlich von Rügen an der Seegrenze Dänemark-Deutschland-Schweden am Südrand der Untiefe Kriegers Flak. In unmittelbarer Nähe liegt der deutsche Windpark Baltic 2 von EnBW.

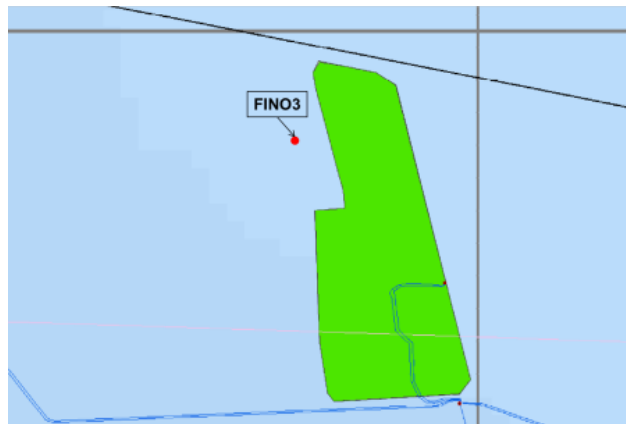
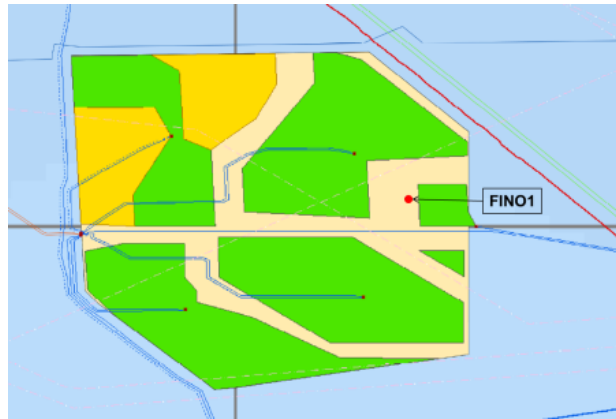


Abbildung3: Detail-Karten der einzelnen FINO-Stationen mit den umgebenen Windparks (grün: in Betrieb, orange: im Bau). Oben: FINO1, Mitte: FINO2, Unten: FINO3.

3. Projektbeschreibung und -struktur

Das Projekt „Betrieb und Erweiterung der FINO-Datenbank, Fortsetzung der meteorologischen Messungen an FINO1, Fortsetzung des ozeanographischen Messbetriebes FINO1, FINO2 und FINO3“ ist ein Kooperationsvorhaben zwischen dem BSH, der UL International GmbH, dem IOW und der WIND-Consult Ingenieurgesellschaft für umweltschonende Energieumwandlung mbH. Die Projektkoordination, die Betreuung und Durchführung der ozeanographischen Messungen auf den FINO-Stationen 1 und 3 sowie das Datenmanagement aller Daten, deren Bearbeitung und die Administration der Datenbank oblagen dem BSH. Die UL International GmbH war für die meteorologischen Messungen auf der FINO1 zuständig. Das IOW übernahm die wesentliche Betreuung und Durchführung der ozeanographischen Messungen auf der FINO2-Station. WIND-Consult war ab Januar 2021 als Kooperationspartner für meteorologische Messungen auf der FINO2 zuständig. Zusätzlich zu diesen Arbeiten waren alle Projektpartner für die Logistik sowie Wartung der installierten Sensorik und deren Infrastruktur zuständig. Eine graphische Übersicht der Projektstruktur ist in Abbildung4 dargestellt.

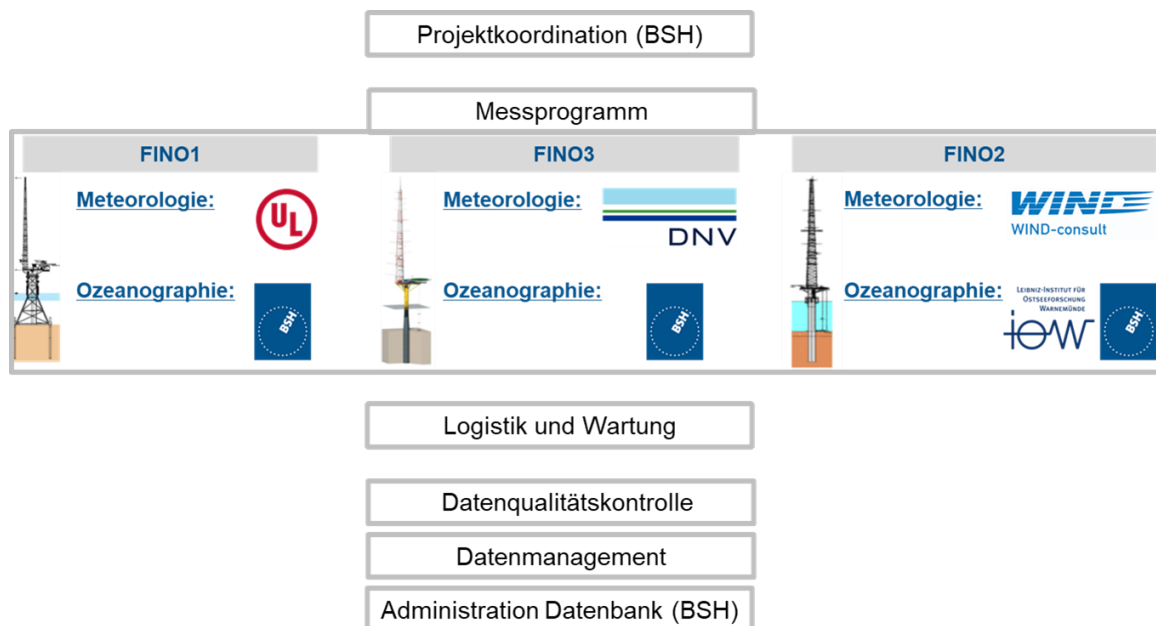


Abbildung 4: Struktur des FINO-Projekts.

3.1. Projektziele und deren Erfüllung

Das Ziel des Projektes war die Fortführung der Aufnahme, Archivierung und Bereitstellung möglichst lückenloser Zeitreihen meteorologischer und ozeanographischer Messgrößen in ausreichender zeitlicher und räumlicher Auflösung an den Forschungsplattformen in der Nordsee (FINO1 und FINO3) und in der Ostsee (FINO2).

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die gemessenen Parameter.

Tabelle 1: Messgrößen des FINO-Projekts.

Meteorologie	Ozeanographie
Windgeschwindigkeit, Windrichtung	Seegang, Wasserstand
Turbulenz	Strömung
Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchte	Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff
UV-Strahlung	pH-Wert
Niederschlag	Trübung, Fluoreszenz Chlorophyll

Die Daten werden in Fast- Echtzeit bzw. nach Gerätebergung und Datensicherung der Öffentlichkeit über die FINO-Datenbank für kommerzielle und nicht-kommerzielle Zwecke kostenfrei zur Verfügung gestellt. Um als hochwertige Datenquelle zu dienen, werden die gewonnenen Daten vor Veröffentlichung einer Datenqualitätskontrolle (DQK) unterzogen. Die Anpassung und Erweiterung der DQK-Routinen ist wesentlicher Bestandteil der Arbeit in der Projektlaufzeit.

Im Anhang des Berichtes ist eine Statistik über die Datenverfügbarkeit der nicht-autarken Messgeräte zu finden. Die Verfügbarkeit ist farbcodiert mit Rot (<50% Verfügbarkeit), gelb (50%-75% Verfügbarkeit) und grün (>80% Verfügbarkeit). Aufgrund der eingeschränkten Möglichkeit von Wartungseinsätzen beding durch die COVID-19-Pandemie sind einige Datenlücken größer als gewöhnlich. Jedoch sind viele, besonders längere Datenlücken, erklärbar oder auf technische Probleme der Datenbank zurückzuführen. Beispielsweise liegen einige Lücken der Messreihe beim Strömungsmesser (FINO1) vor. Diese sind damit zu begründen, dass das Gerät erst im Frühjahr/Sommer 2019 in Betrieb genommen wurde. Fehlende Daten am Ende des Projektraums sind auf veränderte Datenübertragungswege und der Umstellung auf ein neues Datenbanksystem zurückzuführen. Diese Daten werden schnellstmöglich nachgeladen. Generell liegen Ausfälle oftmals in den, wetterbedingt, wartungsärmeren Zeiten (Dezember bis März). Am Standort FINO2 fehlen aufgezeichnete Messdaten (v.a. 2019) in der Datenbank. Diese Daten sind jedoch gesichert und werden schnellstmöglich nachgeladen. Das Fehlen in der Datenbank konnte bislang nicht rekonstruiert werden. Prinzipiell hat das RADAC-Messgerät über den gesamten Zeitraum eine hohe Datenverfügbarkeit gewährleistet. Daten der Seegangsboje fehlen zwar ebenfalls in der Datenbank, jedoch wurde diese im Sommer 2020 auch vom Standort entfernt. Das Ersatzgerät (3D-RADAC) ist aufgrund einer noch nicht abgeschlossenen Einmessung noch nicht in der Datenbank enthalten. Der Standort FINO3 konnte eine hohe Datenverfügbarkeit bis zum Februar 2020 bereitstellen. Die Messkette wurde jedoch durch eine Kollision mit einer Monitoring-Boje zerstört. Aufgrund der aktuellen Pandemie war eine Wiederinbetriebnahme erst im September 2021 teilweise möglich.

Die erhobenen Daten sind erforderliche Grundlage für die Planung, den Bau und den Betrieb von bestehenden und geplanten Offshore Gründungen und OWEAs. Des Weiteren erlauben ausreichend lange Zeitreihen Erkenntnisse über den wechselseitigen Einfluss zwischen Meeresphysik/ Meteorologie und OWEAs während unterschiedlicher Ausbaustufen der angrenzenden Windparks.

Darüber hinaus fließen die Messdaten zur Validierung und Assimilation in atmosphärisch-physikalische und ozeanographische Vorhersage- und Klimamodelle des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und des Helmholtz-Zentrums Hereon (ehemals HZG).

Weiterhin sind die Daten ein wichtiger Bestandteil des Forschungsprojektes Research at Alpha Ventus (RAVE), der wissenschaftlichen Begleitforschung zum Offshore-Testfeld Alpha Ventus. Die in den Projekten RAVE und FINO erhobenen Daten haben zusätzlich einen großen Anteil an den kommenden in-situ Validationen für die Berichte der meteorologischen und ozeanographischen Verhältnisse nach §10 WindSeeG.

An allen oben aufgeführten Projektzielen wurde kontinuierlich während der gesamten Projektlaufzeit gearbeitet. Dazu gehören insbesondere Anschaffung, Installation, Weiterentwicklung und Wartung ozeanographischer und meteorologischer Messgeräte sowie logistische Maßnahmen zur Gewährleistung des Betriebs der FINO Stationen und der kontinuierlichen Aufnahme, Übertragung und Bereitstellung qualitativ hochwertiger Daten in Echtzeit, in Nahe-Echtzeit und in nachprozessiertem Zustand.

Das Projekt umfasste drei Arbeitspakete, zusammenfassend dargestellt in Abbildung 5. Das meteorologische Messprogramm bei FINO 2 wurde ab Januar 2021 vom Partner WIND-Consult in diesem durchgeführt, davor bereits als beauftragtes Unternehmen der Plattformbetreiber.



Abbildung 5: Arbeitspakete des FINO-Projekts ohne das später im Projekt aufgenommene Arbeitspaket „meteorologische Messungen FINO2 (Wico)“.

3.2. Gründe für Änderungen vom Projektplan

Kurzzeitig auftretende Ausfallzeiten in einzelnen ozeanographischen Messungen konnten teilweise durch redundante Datenerhebungen kompensiert werden. Beispielsweise ergänzten Daten von autark messenden Sensoren die Daten der kabelgebundenen Temperatursensoren oder auch der Strömungsmesser.

Aufgrund des längerfristigen Ausfalls eines kabelgebundenen Strömungsmessers (FINO3) wurden zusätzliche Schiffsreisen angesetzt. Diese führten zu einem erhöhten Arbeitsaufwand. Um den Ausfall der Strömungsmesser und die daraus resultierenden Datenlücken so klein wie möglich zu halten, wurden autarke Strömungsmesser ausgelegt. Bis zur ausstehenden Reparatur der kabelgebundenen Strömungsmesser musste dieses Vorgehen beibehalten werden. Nachteile dieses Verfahrens liegen in der Verfügbarkeit der Daten. Mögliche Messausfälle werden bei den eingesetzten autarken Systemen erst nach der jeweiligen Einsatzzeit des autarken Messsystems festgestellt, da erst dann die Daten ausgelesen werden können.

Aufgrund mehrerer Abrisse der Seegangsbojen am Standort FINO2 wurde ein zusätzlicher Radarpegel (nachfolgend 3D-Radac genannt) installiert, um die Seegangsboje zu ersetzen. Der 3D-Radac kann wie die Seegangsboje auch die Richtungsparameter des Seegangs messen. Nach einem kurzen Parallelbetrieb zwecks Abgleich der Messergebnisse von Boje und 3D-Radac kam es zu einem erneuten Abriss der Seegangsboje, so dass der Parallelbetrieb deutlich reduziert wurde. Aufgrund der guten Erfahrungen in der Projektlaufzeit, sowie guten Erfahrungen innerhalb des RAVE-Projektes, werden demnächst die FINO-Plattformen in der Nordsee (FINO1 und FINO3) ebenfalls mit einem 3D-Radac ausgerüstet.

An den Standorten FINO1 und FINO3 wird der Seegang redundant gemessen mithilfe von Seegangsbojen, Radacs (ohne Richtungsmessungen) und Strömungsmessern (FINO1). Durch diese Redundanz konnte ein längerer technischer Ausfall eines Radac-Systems (FINO1) ausgeglichen werden.

Die größte Lücke in den Messungen betrifft die ozeanographischen Messungen der Messkette am Standort FINO3. Infolge eines Sturmes hat sich eine Messboje des Projekts „Monitoring-Boje“ losgerissen und ist mit der FINO3-Messkette kollidiert. Durch die Kollision wurde die gesamte Messkette stark beschädigt und außer Betrieb gesetzt. Nach dieser Kollision und der notwendigen Bergung der Monitoring-Boje war die FINO3-Messkette abgerissen. Eine Neuausbringung der Messkette hat aus verschiedenen Gründen deutlich länger gedauert als gewöhnlich. Aufgrund des ungewöhnlichen Vorfalls mussten ausreichende Aufnahmen der gegebenen Situation gemacht werden, um das weitere Vorgehen sicher und sinnvoll zu gestalten. Des Weiteren war die Verankerung der Messkette nicht mehr auf der Sollposition, so dass vor einer Messketten-Neuausbringung das Setting Vorort erst vom Plattformbetreiber instandgesetzt werden musste. Außerdem kam es durch die derzeitige COVID19-Pandemie zu diversen Verschiebungen und erschwerten Bedingungen von geplanten Offshore-Einsätzen.

4. AP 1: Projektkoordination

Der Betrieb der bereits laufenden Messungen wurde gewährleistet und koordiniert. Dazu gehören der Austausch und die Koordination zwischen den Projektpartnern, den Messinstituten UL, IOW und WIND-Consult, den Betreibern der Forschungsplattformen FH Kiel und DNV GL, sowie den Forschern deren Projekte in unmittelbarem Zusammenhang mit FINO stehen (z. B. RAVE, WIPAFF).

4.1. Meetings und Konferenzen

Das FINO Kick-Off Meeting für diese Projektphase fand unter Beteiligung der Projektpartner am 27.05.2019 im BSH Hamburg statt.

Am 16.06.2021 fand ein Online Workshop zum Kennenlernen der Forschungsmöglichkeiten an, auf und mit den FINO Forschungsplattformen sowie der FINO Datenbankstatt. Der Workshop wurde organisiert durch das PTJ. Ziel des Workshops war es, die vielfältigen Forschungsmöglichkeiten der FINO Plattformen vorzustellen und Interessierten einen Einstieg in die Welt der Offshore Forschung zu bieten. Die Zielgruppe waren insbesondere Unternehmen und Institutionen, die die Plattformen noch nicht genutzt haben bzw. noch nicht kennen.

Am 22.09.2021 fand eine hybride FINO Konferenz statt. In der eintägigen Veranstaltung wurden umfangreiche Forschungsthemen- und Ergebnisse aus unterschiedlichen Disziplinen vorgestellt (<https://www.fino-offshore.de/fino-konferenz.html>).

4.2. Fortbildungen

Für das Betreten von Offshore-Windparks und Arbeiten an OWEAs und Plattformen wird vom jeweiligen Betreiber der Nachweis von bestimmten Sicherheitszertifikaten gefordert. Zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit bei Wartungseinsätzen haben die Mitarbeiter des Projekts an entsprechenden Kursen zum Erwerb und zur Auffrischung der Zertifikate teilgenommen.

4.3. Beschaffung

Für die Aufrechterhaltung und Optimierung der ozeanographischen Messungen auf den FINO-Plattformen wurden diverse Beschaffungen getätigt.

Für die Plattformen in der Nordsee (FINO1 und FINO3) wurden zur Instandhaltung der Messkette durch den Einsatz von Keflar die Lebenszeit der Messketten optimiert. Die Ummantelung der Messkette in Bereichen besonderer mechanischer Belastung hat die Anzahl der defekten Kabel deutlich reduzieren können.

In der BSH-eigenen Werkstatt konnten aus dem beschafften Titan weitere Schutzkörbe und Gestelle für die Messgeräte gebaut werden. Dadurch erhalten die Sensoren einen zusätzlichen Schutz vor den mechanischen Einflüssen der rauen Bedingungen auf See.

Geräte, welche zu alt waren und nicht mehr den Qualitätsstandards des BSH entsprachen oder defekt waren, wurden neu beschafft. Dafür seien exemplarisch MicroCat-Sensoren (Multifunktionsgeräte zur Erfassung von Temperatur, Leitfähigkeit (Salzgehalt) und Druck) genannt.

Des Weiteren wurden neue Strömungsmesser des Modells „Aquadopp“ beschafft, welche witterungsbedingt noch nicht installiert werden konnten.

Für den Standort FINO2 in der Ostsee wurden ein dreidimensional messender Radarpegel (3D Radac) beschafft. Dieser ist deutlich wartungsärmer als eine Seegangsboje. Aufgrund häufiger Abrisse der Seegangsboje war es notwendig ein zuverlässigeres Gerät für diese Lokation zu installieren.

4.4. Berichte

Die Projektpartner haben während der Projektlaufzeit quartalsweise Zwischenberichte erstellt und diese ans BSH gesendet. Ein Gesamtzwischenbericht wurde vom BSH erstellt am Ende eines jeden Kalenderjahres an das PTJ übermittelt.

5. AP 2: Messprogramm auf den FINO-Stationen

Im Rahmen des technischen Messprogramms werden seit September 2003 umfangreiche Messdaten aufgezeichnet (FINO1). Diese Daten werden seit dem Frühjahr 2004 in hoher zeitlicher Auflösung gemessen, an Land übertragen und dort validiert. Dies umfasst sowohl ozeanographische wie auch meteorologische Daten, welche seit 2007 in die Online-Datenbank eingespeist werden.

Ebenfalls seit 2007 ist das ozeanographische Messsystem in der Ostsee in Betrieb (FINO2). Die Position der FINO2 repräsentiert einen wichtigen Offshore-Windenergie-Standort in der südlichen Ostsee. Mit der Messaufnahme liefert die Plattform wichtige Informationen, die für den Bau und Betrieb von vorhandenen und geplanten Windparks von enormer wirtschaftlicher Bedeutung sind. Im August 2009 wurde die FINO3 in Betrieb genommen. Sie ermöglicht die Aufnahme von Daten in der nordöstlichen Deutschen Bucht.

5.1. Logistische Planung

Für einen kontinuierlichen Betrieb der Messgeräte auf den Stationen wurden in Abstimmung mit den Unterauftragnehmern und Betreibern der Stationen regelmäßige Wartungseinsätze durch koordinierten Einsatz von Personal und Transportmittel wie Schiffe bzw. Helikopter durchgeführt. Um auch kurzfristig auf Probleme reagieren zu können ist eine kontinuierliche Kontrolle der Messdaten sowie ein stetiger Kontakt mit den Plattformbetreibern vonnöten. Auch muss eine kontinuierliche Verfügbarkeit Gewährleistung der Verfügbarkeit notwendiger Werkzeuge, Materialien und Systemkomponenten gesichert werden. Für lückenlose Daten in hoher Qualität erfolgen regelmäßige Kalibrationen und Kontrollen der genutzten Sensoren. Um stets auf dem aktuellen Stand der Technik und Wissenschaft zu bleiben, ist ein steter Kontakt mit Herstellern von Messequipment aufrecht zu erhalten.

Die Wartungsarbeiten auf den FINO-Plattformen konnten aufgrund der Corona-Pandemie sowie aufgrund des Abrisses der Messkette (FINO3) nicht in dem geplanten Umfang durchgeführt werden und somit die geplanten und notwendigen Service-Intervalle nicht eingehalten werden. Dies gilt insbesondere für die ozeanographischen Messungen. Details zu den Wartungsarbeiten des BSH sind in Kapitel 5.5. beschrieben.

5.2. Ozeanographische Messungen (alle FINO-Stationen)

Durch das BSH wird eine Vielzahl ozeanographischer Parameter an den FINO-Forschungsplattformen aufgezeichnet. Die Daten dienen einer Vielzahl verschiedener Anwendungen. So lassen sich Wechselwirkungen zwischen der Meeresphysik auf OWEAs und mögliche Veränderungen der Meeresphysik durch OWEAs untersuchen. Die gleichzeitige Erfassung von Seegangs-, Strömungs- und Wasserstandsdaten ergeben zusammen mit den meteorologischen Parametern einen vollständigen Satz an Umgebungsparametern zur Bewertung und Modellierung der Bauwerksdynamik und Belastung in realer Offshore-Umgebung. Für die biologischen Untersuchungen und Forschung in der Materialkunde sind im Wesentlichen die hochaufgelösten Zeitreihen des Sauerstoff- und Salzgehalts, sowie der Temperatur in Zusammenhang mit Strömungsdaten die Datengrundlage für weitere Bewertungen. Diese Daten dienen unter anderem dazu, klimarelevante Veränderungen zu erkennen und zu quantifizieren. Die Messgeräte werden vor den Einsätzen im BSH-eigenen Kalibrierlabor kalibriert. Kalibriert werden die vom BSH verwendeten MicroCats, T40-Temperatursensoren sowie die Sauerstoff-Optoden. Durch die regelmäßigen Kalibrierungen können jederzeit die Daten mit der höchstmöglichen Genauigkeit aufgenommen werden.

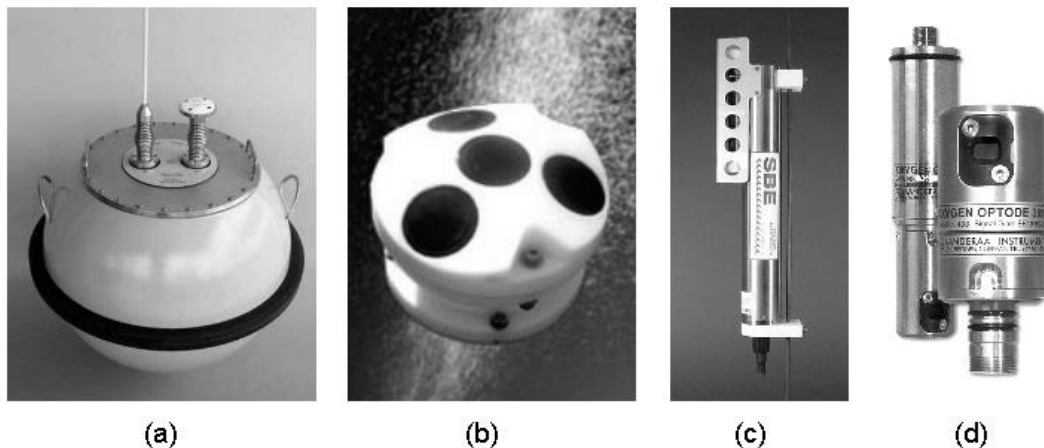


Abbildung 6: Übersicht der eingesetzten ozeanographischen Sensoren: (a) Directional Waverider Boje (www.datawell.nl zur Seegangsmessung); (b) AWAC Strömungsmesser (www.nortek.no); (c) Temperatur-, Leitfähigkeits- und Drucksensor (www.seabird.com); (d) Sauerstoffsensoren (www.aanderaa.com).

An der FINO2 werden darüber hinaus durch das IOW die Trübung sowie die Chlorophyll-Fluoreszenz in drei ausgewählten Niveaus gemessen, um in Verbindung mit den Strömungs- und Seegangsdaten eine biochemische Zustandsbeschreibung zu erhalten. Zudem wurde begonnen zusätzlich pH-Messungen durchzuführen um eine bessere Beurteilung der heterogenen, biochemischen, vertikalen Verhältnisse und der zukünftigen Entwicklung im Zusammenhang der fortschreitenden Versauerung der Meere zu erreichen. Es wurde im Antrag darauf hingewiesen, dass es aufgrund des elektrischen Korrosionsschutzes auf FINO2 problematisch sein kann diese Messgeräte einzusetzen, daher wurde eine zusätzliche Verankerung mit Funkboje für den operativen Einsatz AWAC/pH in Betracht gezogen. Dies scheiterte allerdings an den Bestimmungen des Windparkbetreibers.

Die Daten werden nach Möglichkeit redundant erhoben, um Ausfälle von Messgeräten kompensieren zu können. Bei diesen Arbeiten können das BSH und das IOW auf eine jahrzehntelange Expertise

zurückgreifen. Hierdurch wurde eine hohe Datenverfügbarkeit erreicht. Nachfolgend werden die einzelnen Parameter und deren Messsysteme kurz erläutert. Tabelle gibt eine Übersicht.

Die Daten werden täglich und zum Teil in Nahe-Echtzeit, z.B. Seegang und Wassertemperatur, übertragen und in der Datenbank sowie auf den Webseiten des FINO Projektes veröffentlicht.

5.2.1. Seegang

Seegang ist der durch Windenergie erzeugte Schwingungszustand der Meeresoberfläche (Wellen) und setzt sich aus Windsee und Dünung zusammen. Die Wellenhöhen der Windsee sind abhängig von der Windstärke, der Wirkdauer des Windes und der Windstreichlänge (Fetch). Die Dünung ist Seegang aus weiter entfernten Sturmgebieten, der sich über große Distanzen unabhängig vom lokalen Wind ausbreitet.

Die relevanten Messgrößen sind die signifikante und maximale Wellenhöhe, die Wellenperioden und die Wellenrichtung.

Die Seegangsparameter werden redundant mit je einer Seegangsboje und je einem Radarpegel aufgezeichnet. Die Kenntnis des aktuell vorherrschenden Seegangs sowie die Langzeiterfassung der Seegangsbedingungen dienen als Basisinformationen für belastbare und optimierte Planungen von Offshore-Projekten. Zudem sind die Messungen Grundvoraussetzung für einen kosten- und ressourcenoptimierten Einsatz von Schiffen sowie für kosten-optimierte Betriebs- und Wartungsstrategien. Die Seegangsdaten, insbesondere bei extremen Seegangssituationen, bieten eine wichtige Grundlage für Lastberechnungen an Offshore-Bauwerken und bei entsprechend langer Erfassung für die Überprüfung oder Anpassung der Lebenslaufzeiten.

5.2.1.1. Seegangsmessboje

Die Boje folgt den Bewegungen der Meeresoberfläche und bestimmt die Wellenhöhe durch Messungen der vertikalen und horizontalen Beschleunigungen. Der verwendete Bojentyp ist eine Directional Waverider Boje Mark III der Firma Datawell. Die Seegangsdaten (30-Minuten-Werte) werden über eine Funkverbindung zum Datenerfassungssystem auf der Forschungsplattform übertragen.

5.2.1.2. Radarpegel

Zusätzlich wird der Seegang mit Radarpegel der Firma RADAC aufgezeichnet. Dieses Gerät ist an einer festen Struktur oberhalb der Wasseroberfläche installiert und misst zeitlich hochaufgelöst die Seegangsparameter (signifikante Wellenhöhe, maximale Wellenhöhen, Wellenperiode) und den Wasserstand. Gemittelte 10-Minuten-Werte werden übertragen.

An der FINO2 Station wurde ein 3D RADAC installiert, das zusätzlich in der Lage ist die Wellenrichtung zu bestimmen. Eine Einmessung des neuen Gerätes konnte allerdings noch nicht durchgeführt werden.

5.2.1.3. Akustische Seegangsmessung

Als weiteres Gerät zur Erfassung des Seegangs wird das Acoustic Wave And Current Meter (AWAC) der Firma Nortek verwendet. Das Messprinzip basiert auf der Doppler-Frequenzverschiebung eines rückgestreuten akustischen Signals. Das AWAC misst drei Welleneigenschaften: Druck, die orbitale

Wellengeschwindigkeit und Oberflächenauslenkung. Daraus lassen sich die Seegangparameter. (signifikante Wellenhöhe, maximale Wellenhöhen, Wellenperiode und Wellenrichtung) bestimmen. Es werden stündliche Werte geliefert.

5.2.2. Strömungen

Als Strömungsmessgerät an den FINO-Plattformen wird entweder ein Acoustic Wave And Current Meter (AWAC) der Firma Nortek oder ein Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) der Firma Teledyne RD Instruments verwendet. Diese Geräte sind sowohl zur Erfassung von Strömungsprofilen, als auch für Seegangsmessungen ausgelegt. Durch die spezielle Konfiguration des Gerätes werden dreidimensionale Strömungsvektoren über das vertikale Strömungsprofil ermittelt. Die Energieversorgung wird per Kabelverbindungen oder autark mittels Batterie gewährleistet. Die Strömungsmessungen werden in 10-Minuten Intervallen durchgeführt.

5.2.3. Temperatur und Salzgehalt

Auf den FINO-Plattformen sind Messketten im Einsatz. Diese Messketten haben in unterschiedlichen Wassertiefen Sensoren zur Bestimmung von Wassertemperatur, Salzgehalt und Sauerstoff verbaut. Das BSH ist für den Betrieb der Messketten auf den Plattformen FINO1 und FINO3 zuständig. Die Messkette der FINO2-Forschungsplattform betreibt das IOW; Details zu den Messungen und Ergebnissen sind im Bericht des IOW im Anhang dargestellt. Von allen Sensoren werden stündlich Werte übertragen. Die folgenden Informationen beziehen sich auf die Messketten der Plattformen FINO1 und FINO3.

5.2.3.1. Temperatur

Die Wassertemperatur wird redundant kabelgebunden mit MicroCAT-Sonden der Firma Sea-Bird Scientific und autark mit NKE-Sensoren gemessen. Auf der FINO1 sind zusätzliche kabelgebundene Temperatursensoren (T40-Sensoren) im Einsatz. Allgemein bestimmen diese Sensoren die Wassertemperatur mittels Widerstandsmessungen.

5.2.3.2. Salzgehalt

Die kabelgebundenen MicroCAT-Sonden der Firma Sea-Bird Scientific erheben neben der Wassertemperatur ebenfalls den Salzgehalt. Dieser wird über die Messung der Leitfähigkeit des Wassers berechnet.

5.2.3.3. Sauerstoff

Die genutzten Optoden der Firma Aanderaa verwenden einen optischen Sensor zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts und des Sauerstoffsättigungsindex.

5.2.4. pH-Messungen

Für die pH Messungen an FINO2 wurden Sami-pH Messgeräte der Firma Sunburst Sensors inklusive eines vom IOW entwickelten UV- Antifoulingssystems eingesetzt. Eine nähere Beschreibung zur Testphase dieser Messungen wird im Abschlussbericht des IOW gegeben.

Tabelle 2: Ozeanographische Messungen an den Stationen FINO1, FINO2 und FINO3.

Datenaufnahme			Stationen		
Parameter	Messgerät	Erfasste Größen	FINO1	FINO2	FINO3
Seegang	Seegangsboje (Directional Waverider)	Seegangsspektrum, signifikante Wellenhöhe, maximale Wellenhöhe, Wellenrichtung, Wellenperiode	✓	✓	✓
	Profilierender Strömungsmesser (AWAC / ADCP)	Signifikante Wellenhöhe, maximale Wellenhöhe, Wellenrichtung, Wellenperiode	✓	✓	x
	Radarpegel (RADAC)	Signifikante Wellenhöhe, maximale Wellenhöhe, Wellenperiode	✓	✓	✓
	3D-Radarpegel (RADAC)	signifikante Wellenhöhe, maximale Wellenhöhe, Wellenrichtung, Wellenperiode	x	✓	x
	Kamera (MOBOTIX)	Wellenbeobachtung	x	x	✓
Strömung	Profilierender Strömungsmesser (AWAC / ADCP)	Strömungsgeschwindigkeit und -richtung in verschiedenen Schichten der Wassersäule	✓ (15 Schichten)	✓ (22 Schichten)	✓ (20 Schichten)
Wasserstand	Radarpegel (RADAC)	Wasserstand	✓	✓	✓
Umwelt-monitoring	Sauerstoffsonden (Aanderaa-Optoden)	Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigung in unterschiedlichen Tiefenstufen	✓ (drei Tiefenstufen)	✓ (drei Tiefenstufen)	✓ (zwei Tiefenstufen)
	Temperaturfühler (T40 / NKE)	Temperatur	✓ (vier Tiefenstufen)	x	✓ (vier Tiefenstufen)
	CTD-Sonden (MicroCAT)	Salzgehalt, Temperatur, Druck (Sauerstoff) in unterschiedlichen Tiefenstufen	✓ (zwei Tiefenstufen)	✓ (10 Tiefenstufen)	✓ (zwei Tiefenstufen)
	Wetlabs FLNTU in 3 Stufen	Trübung, Fluoreszenz, ChlA	x	✓ (drei Tiefenstufen)	x
	Strömungsmesser (AWAC / ADCP)	Bodennahe Temperatur	✓	✓	✓

5.3. Meteorologische Messungen (FINO1)

Die meteorologischen Parameter auf der FINO1-Station wurden von der UL International GmbH erhoben. Zu dieser Aufgabe zählten u.a. die Wartung und die Sicherstellung des Erhalts der meteorologischen Sensoren und dem dazugehörigen Messsystem. Es wurden Wind-, Temperatur- und Luftfeuchtmessgerate sowie weitere Sensoren und deren Infrastrukturen regelmäßig überprüft (vor-Ort oder per Fernzugriff), gewartet und ggf. ausgetauscht.

In diesem Projektabschnitt wurden ein Scanning LiDAR (light detection and ranging), ein horizontal ausgerichtetes Lidar erprobt sowie eine Temperaturmessung neu auf der Plattform installiert. Zudem wurden durch Vibrationen erzeugte Signale der Windfahnen als fehlerhaft identifiziert. Nach einem Tausch der Windfahnen gegen einen neuen Fahnentyp konnten diese Fehlerquelle beseitigt werden.

Die meteorologischen Messungen auf der FINO1 umfassen nun 18 Jahre lange Zeitreihen der Windgeschwindigkeiten auf der Nordsee. Mit diesem herausragenden Datensatz ist es möglich, die Veränderungen der Windverhältnisse, zu verschiedenen Ausbaustufen der angrenzenden Windparks der Nordsee hervorgerufen werden, zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigen einen eindeutigen Trend zu reduzierten Windgeschwindigkeiten und einer Zunahme der Turbulenzintensität, einhergehend mit dem zunehmenden Ausbau der die Plattform umgebenden Windparks.

Näheres kann dem UL-Bericht im Anhang entnommen werden.

5.4. Meteorologische Messungen (FINO2)

Die meteorologischen Messungen auf der FINO2-Station wurden von der WIND-Consult Ingenieurgesellschaft für umweltschonende Energiewandlung mbH seit 2007 durchgeführt und seit Januar 2021 in dieses Projekt aufgenommen. Das Hauptziel der Messungen ist eine genaue Erfassung von meteorologischen Daten zu den Windverhältnissen im Bereich der südlichen Ostsee bis zu einer Höhe von ca. 100 m ü. dem mittleren Meeresspiegel. Mit den gewonnenen Daten lassen sich auch an diesem Standort die Auswirkungen der Windparks auf Windgeschwindigkeiten und Turbulenzintensität untersuchen.

Der Aufgabenbereich umfasst die Erfassung, Speicherung und Plausibilitätsprüfung der Messdaten und Wartungs- und Reparaturarbeiten.

Zu den gemessenen Parametern gehören Windgeschwindigkeit und Windrichtung, Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag und Globalstrahlung. Die Sensoren sind in einer Messkette auf dem Messmast in verschiedenen Höhenstufen installiert. Die aufgenommenen Daten werden nach einer Plausibilitätskontrolle als 10- Minuten-Mittel an das BSH übermittelt und in der FINO-Datenbank zur Verfügung gestellt

Eine detaillierte Beschreibung des Messprogramms und der Ergebnisse sind dem WIND-Consult Bericht im Anhang zu entnehmen.

5.5. Wartungsarbeiten des BSH

Die FINO-Plattformen wurden zumeist mit dem Helikopter (FINO1 & FINO3) und dem Schiff (FINO2) bedient, wobei ein standardmäßiger Wartungseinsatz 3 Tagen entsprach. Arbeiten im Umfeld der

Plattformen (wie z.B. Taucharbeiten und Geräteausbringungen) erfolgten zumeist von BSH-Schiffen. In Abbildung 7 sind die Wartungseinsätze im Projektzeitraum dargestellt (FINO1/FINO3 per Helikopter & FINO2 per Schiff). Es gab 21 Wartungseinsätze am Standort FINO1 und 12 Wartungseinsätze am Standort FINO3. Im Frühjahr 2020 kam es aufgrund der Kollision einer „Monitoring-Boje“ mit der Messkette zu einem Messkettenabriss bei der FINO3 (s. Kapitel 3.2). Aufgrund von Bestandsaufnahmen der Schäden, Vorbereitungen durch den Betreiber (u.a. Neusetzen der Verankerung), Vorbereitungen durch das BSH (u.a. Neubau einer Messkette) sowie Einschränkungen durch die COVID19-Pandemie sind in den Jahren 2020 und 2021 deutlich weniger FINO3-Wartungen erfolgt als gewöhnlich. Da das BSH auf der FINO2 nur für die Seegangsmessungen verantwortlich ist, sowie durch Einschränkungen durch die COVID19-Pandemie, erfolgten an diesem Standort nur vier Wartungseinsätze.

Die regelmäßige Wartung der Seegangsbojen, deren Austausch und die Überprüfung der Verankerungen der Messketten erforderten zusätzliche Schiffseinsätze. Ferner wurden autarke Strömungsmesser per Schiff ausgebracht und getauscht. Der Großteil der Schiffseinsätze wurde mit BSH-eigenen Schiffen durchgeführt.

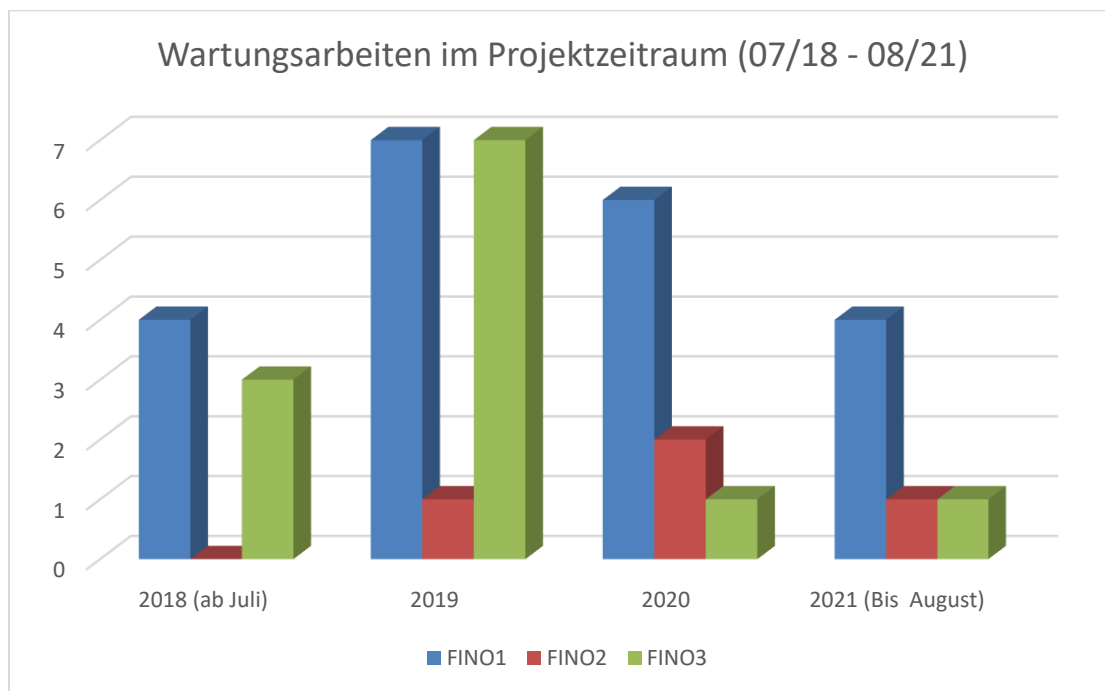


Abbildung 7: Anzahl der Wartungseinsätze (FINO1 und FINO3: Helikopter, FINO2: Schiff) im Projektzeitraum vom 01.07.2018 - 31.08.2021.

5.5.1. FINO1

Die Seegangsboje wird alle drei Monate kontrolliert und gewartet, dabei wurde u.a. das Verankerungsmaterial überprüft. Im halbjährlichen Rhythmus erfolgte der Austausch der Seegangsbojen, da dann umfangreiche Arbeiten (z.B. Batterietausch, Tausch der Opferanoden, Reinigung) an der Boje vorgenommen werden müssen.

Das RADAC-Messgerät (Radarpegel) zur Messung des Seegangs erwies sich als zumeist wartungsarm und lieferte über die nahezu gesamte Projektlaufzeit zuverlässig Messdaten. Erst gegen Ende des

Projektzeitraums kam es zu vermehrten Messausfällen. Eine Funktionsprüfung und Datenkontrolle fand tägliche per Fernzugriff statt.

Zu Beginn der Projektphase wurde ein autarker Strömungsmesser verwendet, welcher im Mai 2019 durch die Inbetriebnahme eines kabelgebundenen Strömungsmessers (AWAC) ersetzt werden konnte.

Im Inneren der Jacket-Tragkonstruktion der FINO1 ist die Messkette mit verschiedenen ozeanographischen (kabelgebundenen und autarken) Sensoren untergebracht. Die Messkette wurde in Zyklen von ca. sechs bis acht Wochen gereinigt. Dazu wird die gesamte Messkette gehoben und mit einem Hochdruckreiniger gesäubert. Biofouling ist, speziell in den biologisch aktiven (da lichtdurchfluteten) oberen Schichten der Wassersäule, eine Herausforderung für das Mess- und Wartungskonzept. Durch u.a. starke Gezeitenströmungen und Seegang wurde die Messkette mechanisch stark beansprucht. Dies betraf in besonderem Maße die Daten- und Versorgungskabel sowie deren Steckerverbindungen. Folglich war zusätzlich zur Wartung der Messgeräte eine Reparatur von Kabelbrüchen oder defekten Steckverbindungen notwendig.

Die Durchführung der Vergleichsmessungen ist Teil eines jeden Wartungseinsatzes. Aufgrund der starken Wetterabhängigkeit jedoch nicht immer durchführbar. Die so ermittelten Korrekturwerte gewährleisten die Qualität der Daten und lassen eine Drift der Messwerte rechtzeitig erkennen. Die dabei verwendeten Sonden werden regelmäßig im BSH-eigenen Kalibrierlabor kalibriert, gewartet und vorbereitet. Getauschte Sonden der Messkette wurden ebenfalls im BSH-eigenen Kalibrierlabor kalibriert und für den nächsten Einsatz vorbereitet.

Zum Schutz der vielfältigen Messgeräte fertigt die BSH-eigene Werkstatt Schutzkörbe aus Titan an. Die Werkstatt stellte in Zusammenarbeit mit dem FINO-Personal außerdem neue Messketten her, wenn ein kompletter Austausch dieser notwendig war. Durch regelmäßige Anpassungen und Verbesserungen haben die von uns verwendeten Messketten mittlerweile eine zu erwartende Lebenszeit von ca. 2 Jahren.

5.5.2. FINO2

Bei der in der Ostsee gelegenen Forschungsplattform FINO2 oblag dem BSH die Betreuung der Seegangsmessungen (Seegangsboje und Radarpegel). Der Radarpegel erwies sich, wie bei der FINO1-Plattform, als wartungsarm. Es erfolgten ebenfalls tägliche Funktionsprüfungen per Fernkontrolle.

Bei der Seegangsboje herrschte jedoch ein erhöhter Betreuungsaufwand, da sich die Boje mehrfach von der Verankerung löste und abtrieb, vermutlich aufgrund des verstärkten Baubetriebs des umliegenden in Bau befindlichen Windparks. In diesem Fall erfolgte eine Meldung über die driftende Boje, sowie die Berechnung der Driftbewegung. Nachfolgend musste die Bergung der Boje mittels Schiff in die Wege geleitet werden. Nach Funktionsprüfung des Messgerätes wurde die Boje erneut, bei entsprechender Schiffverfügbarkeit, ausgebracht.

Um Datenlücken durch driftende Bojen zu vermeiden, wurde ein dreidimensional messender Radarpegel (3D-Radac) im August 2020 durch das BSH installiert und in Betrieb genommen. Der geplante zeitweise Parallelbetrieb von Seegangsboje und 3D-Radac konnte aufgrund einer verfrüht defekten Seegangsboje nur kurzzeitig aufrechterhalten werden.

5.5.3.FINO3

Die routinemäßige Wartung der Messsensorik war vergleichbar mit der der FINO1. Die Messkette mit Sensoren für Salzgehalts-, Sauerstoff- und Temperaturmessung musste im Intervall von sechs bis acht Wochen gehoben und gereinigt werden, um die Sensoren, Kabel und Mess-/Schutzkörbe von Bewuchs zu befreien (Abb. 8, 9 & 10). Möglicherweise beschädigte Komponenten wurden getauscht oder wieder in Stand gesetzt.



Abbildung 8: Bewuchs der Messkette vor der Wartung.



Abbildung 9: Bewuchs der Messkette und eines Schutzkorbes vor der Wartung.

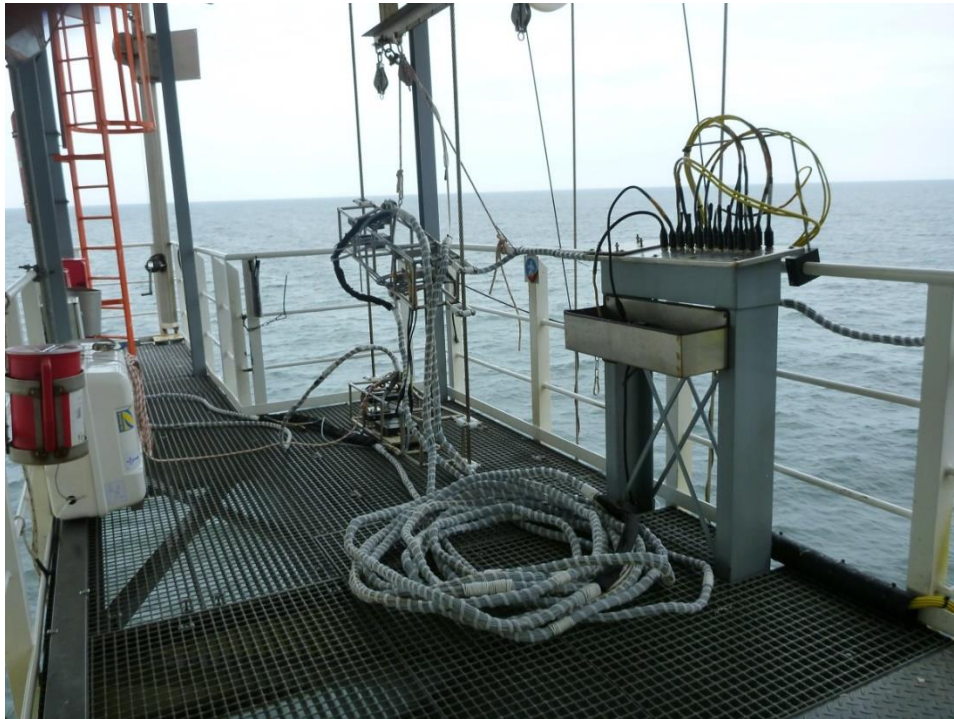


Abbildung 10: Messkette nach der Wartung und Reinigung.

Der Betreuungs- und Wartungsaufwand der Seegangsboje und des Radarpegels entsprach dem auf der FINO1-Station.

Da aufgrund geringer Schiffszeit, ungünstiger Wetterbedingungen und der aktuellen COVID19-Pandemie kein kabelgebundener Strömungsmesser in Betrieb genommen werden konnte, musste ein autarkes Gerät genutzt werden. Der Tausch dieses Messgerätes erfolgte in ca. einjährigen Intervallen.

6. Ausgewählte Ergebnisse

Die Forschungsplattformen FINO haben im Laufe der Projektlaufzeit eine Vielzahl von Daten aufgenommen. In den folgenden Abschnitten wird eine Auswahl der ozeanographischen Daten der einzelnen FINO-Stationen präsentiert.

6.1. FINO1

6.1.1. Strömung

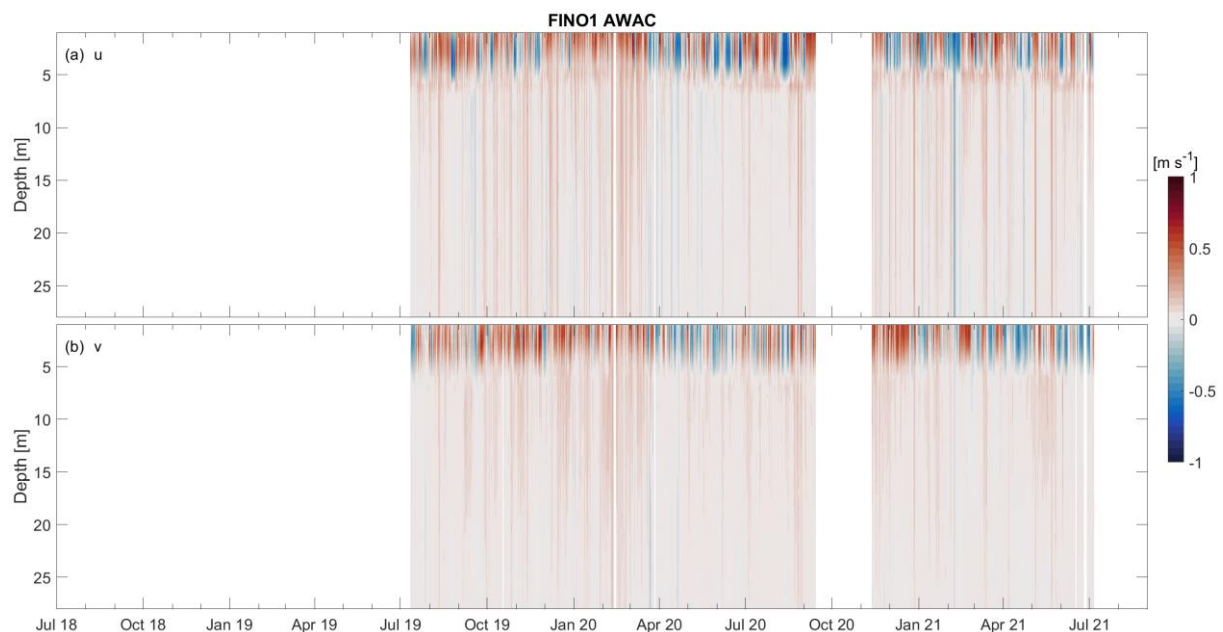


Abb. 11: Hovmöller Diagramm der Strömungskomponenten aus den AWAC Messung bei FINO1. Positive Werte in Rot zeigen die ostwärts (u-Komponente) bzw. nordwärts gerichtete Strömung (v-Komponente), negative Werte in blau zeigen die westwärts (u-Komponente) bzw. südwärts gerichtete Strömung (v-Komponente). Dargestellt sind stündliche 40-Stunden Tiefpass gefilterte Werte.

Die Strömung bei FINO1 wurde seit Sommer 2019 mit einem AWAC erfasst (siehe Kapitel 5.2.2). Dieses Gerät erlaubt vom Boden in etwa 30 m Tiefe aus eine Aufnahme über die gesamte Wassersäule (Abb. 11). In den oberen Schichten bis etwa 7 m lassen sich Strömungsmaxima identifizieren, die sich von darunterliegenden Messungen stark abgrenzen. Dieses Signal hat seine Ursache in Rückstreuungseffekten von der Oberfläche die akustische Messung kontaminieren. Das bedeutet, dass oberflächennah keine verlässlichen Messungen erfolgen. Im Rahmen der Datenqualitätskontrolle wurde begonnen eine Anwendung zu entwickeln, dass die kontaminierten Messwerte automatisiert identifiziert und entsprechend mit standardisierten Flags als schlechte Werte kennzeichnet.

Die Datenlücken im September und Oktober 2020, sowie ab Juli 2021 habe ihre Ursache in einer fehlerhaften Datenübertragung. Vor Juli 2019 wurden die Strömungen mit einem ADCP der Firma RDI gemessen.

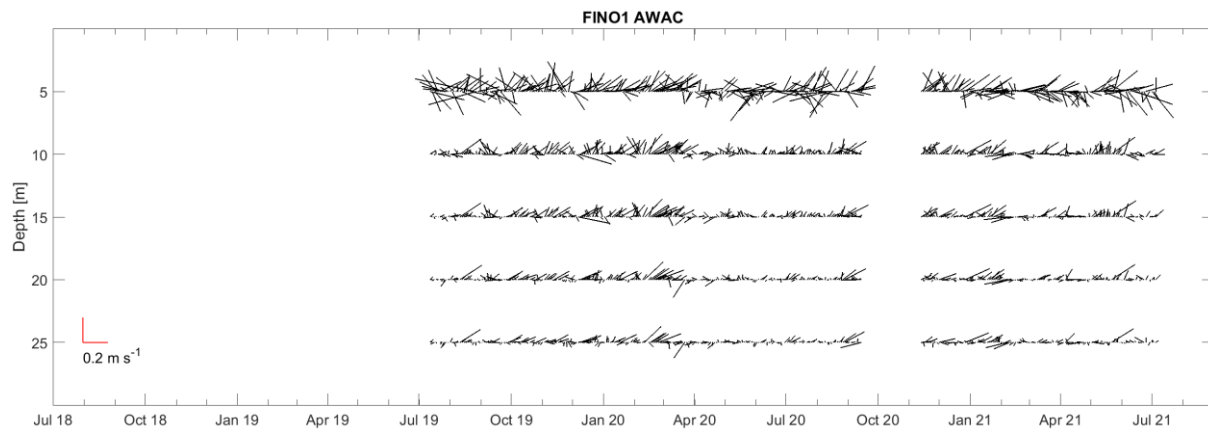


Abb. 12: Vektor Diagramm der Strömung aus den AWAC Messungen bei FINO1 auf ausgewählten Tiefenstufen. Dargestellt sind ein Vektor für jeden zweiten Tag aus stündlichen 40-Stunden Tiefpass gefilterten Werten.

Die Zeitreihen der gezeitenbereinigten (40h Tiefpass gefilterten) AWAC Strömungsmessungen bei FINO1 zwischen Juli 2019 und Juli 2021 zeigen unterhalb der kontaminierten Tiefe eine vertikal homogene Struktur (Abb. 11 & Abb. 12). Die Variabilität ist in Stärke und Richtung innerhalb der Wassersäule konsistent. Die mittlere Strömungsamplitude nimmt zwischen 10 m und 25 m von 0.05 m s^{-1} auf 0.01 m s^{-1} ab und ist zwischen 36° und 54° (relativ zu 0°N), also nordostwärts gerichtet. Die Strömungsellipsen (Abb. 13) zeigen, dass die Variabilität der gezeitenbereinigten Strömung im Wesentlichen entlang der Südwest-Nordost Achse liegt und sich mit zunehmender Tiefe polarisiert.

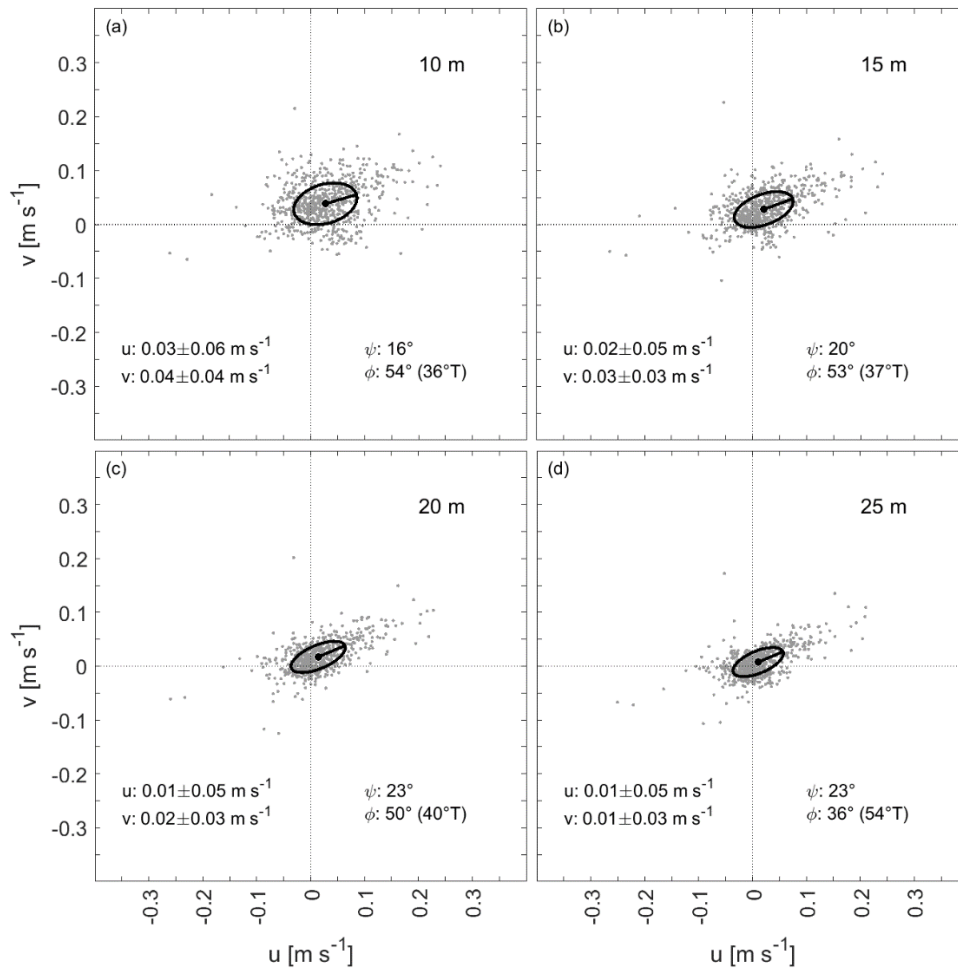


Abb. 13: Streudiagramm der Strömungskomponenten (u , v) aus den AWAC Messungen bei FINO1 auf ausgewählten Tiefenstufen. Die mittlere Strömung (Schwarzer Punkt) sowie die Ellipse der Standardabweichung und deren Orientierung der Hauptachse (schwarze Linie) sind dargestellt, Mittelwerte und Standardabweichung sind angegeben, die Richtung der Hauptachse der Ellipse (ψ) Relative zur x-Achse, sowie die Richtung der mittleren Strömung (ϕ) relativ zur x-Achse (relativ zum geographischen Norden). Dargestellt sind tägliche Mittelwerte aus stündlichen 40-Stunden Tiefpass gefilterten Werten.

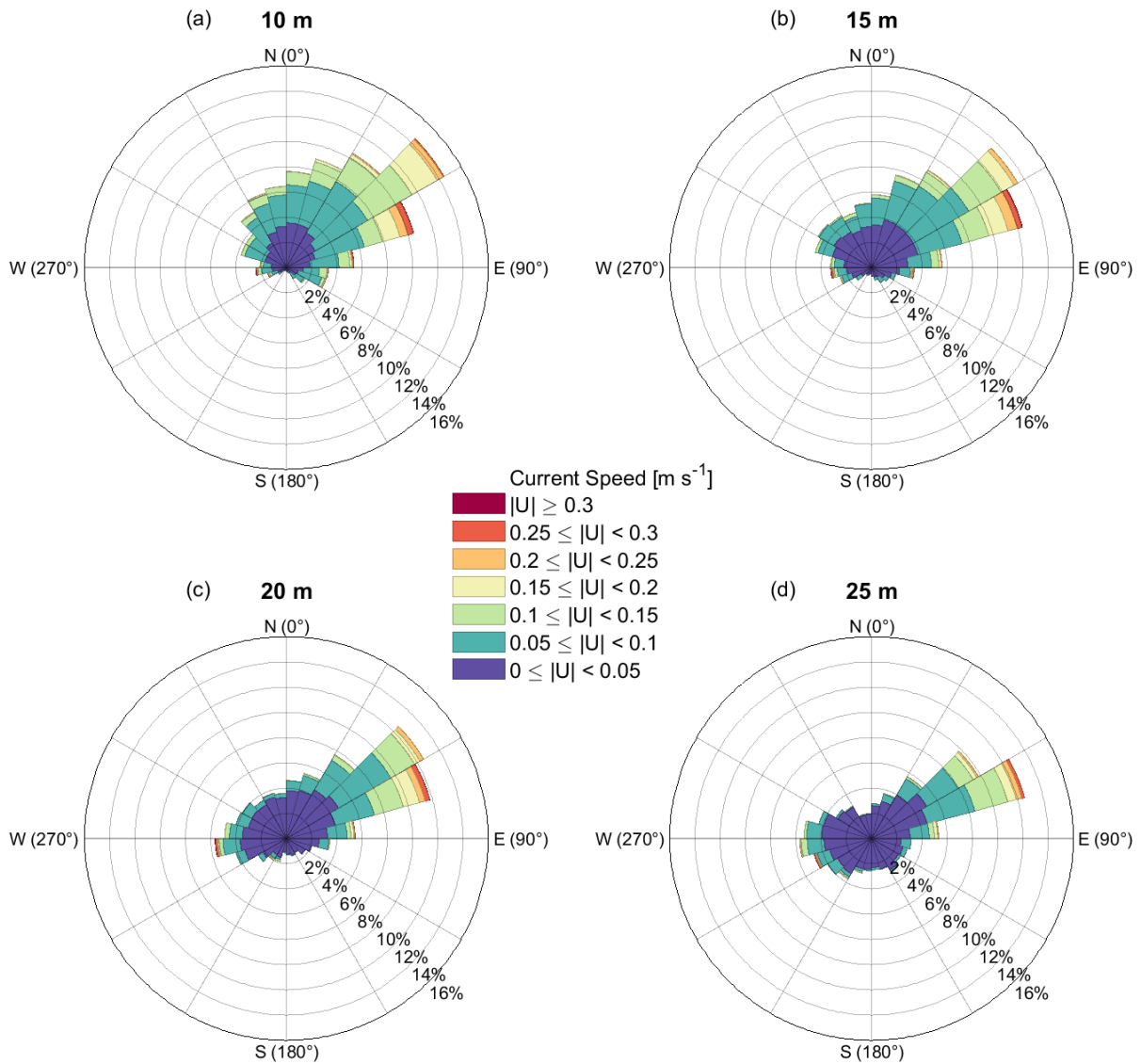


Abb. 14: Rosen-Diagramm der Strömung aus den AWAC Messungen bei FINO1 auf ausgewählten Tiefenstufen. Dargestellt ist die Verteilung der Strömungsamplitude und Strömungsrichtung aus stündlichen 40-Stunden Tiefpass gefilterten Werten.

In Abb. 14 ist die Verteilung der Strömungsamplitude und Strömungsrichtung der gezeitenbereinigten stündlichen Werte auf verschiedenen Tiefenniveaus innerhalb der Wassersäule dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass mit zunehmender Tiefe die Nord-Ausprägung in der Strömungsrichtung abnimmt und sich eine west-wärtige Komponente verstärkt.

6.1.2. Seegang

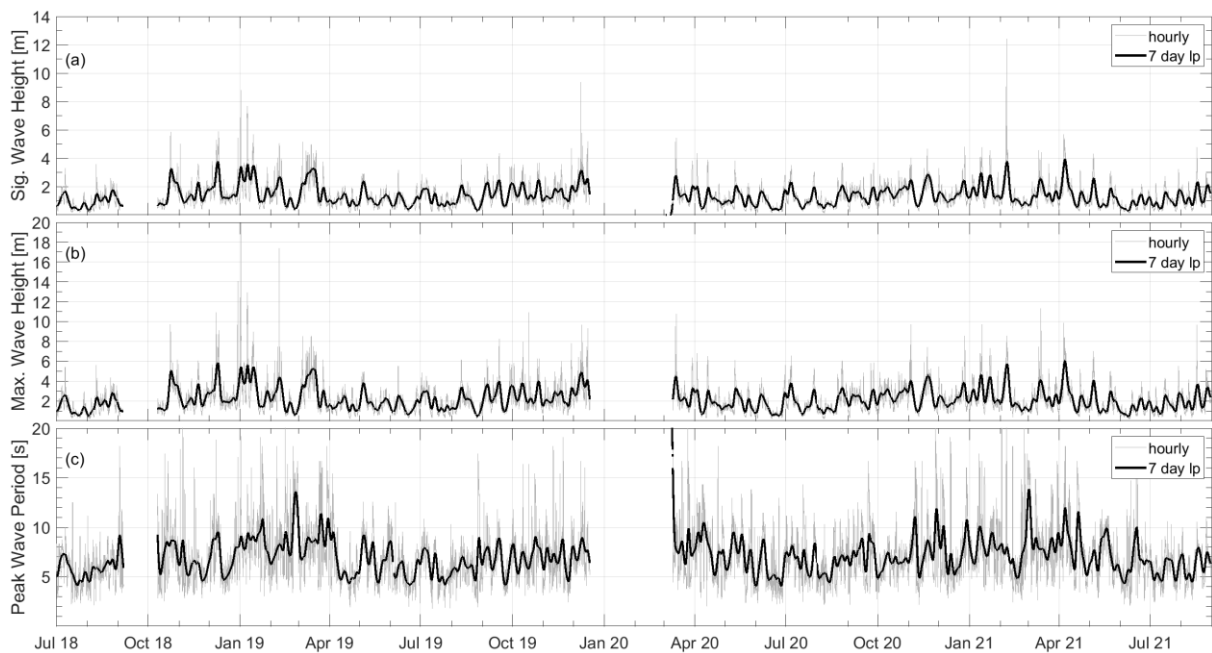


Abb. 15: Zeitreihen der (a) signifikanten Wellenhöhe, (b) der maximalen Wellenhöhe und (c) der Wellenperiode aus den DWR Messungen bei FINO1. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte (grau) und 7-Tage Tiefpass gefilterte Werte (schwarz).

Die kontinuierlichsten Seegangsmessungen wurden mit der Seegangsboje (DWR; Kapitel xx) aufgezeichnet. Stündliche gemittelte Werte der signifikanten Wellenhöhe variieren im Beobachtungszeitraum von Juli 2018 bis August 2021 zwischen ca. 0 und 12 m und liegen im Mittel bei 1 m (Abb. 15 & 16). Vom DWR wurden zeitweise maximale Wellenhöhen von über 20 m beobachtet. Ein Vergleich mit den Daten des RADAC Systems erlauben es, diese hohen Werte als unrealistische Ausreißer zu bewerten. Die größten maximale Wellenhöhen liegen daher bei etwa 11 m.

Die Datenlücken ergeben sich aus technischen Problemen mit der Seegangsboje. Im März 2020 wurde eine neue Boje ausgelegt.

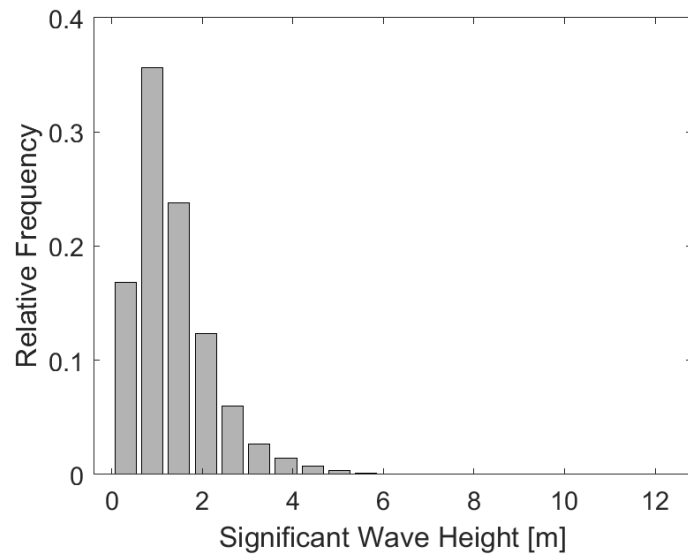


Abb. 16: Histogramm der signifikanten Wellenhöhe aus den DWR Messungen bei FINO1.

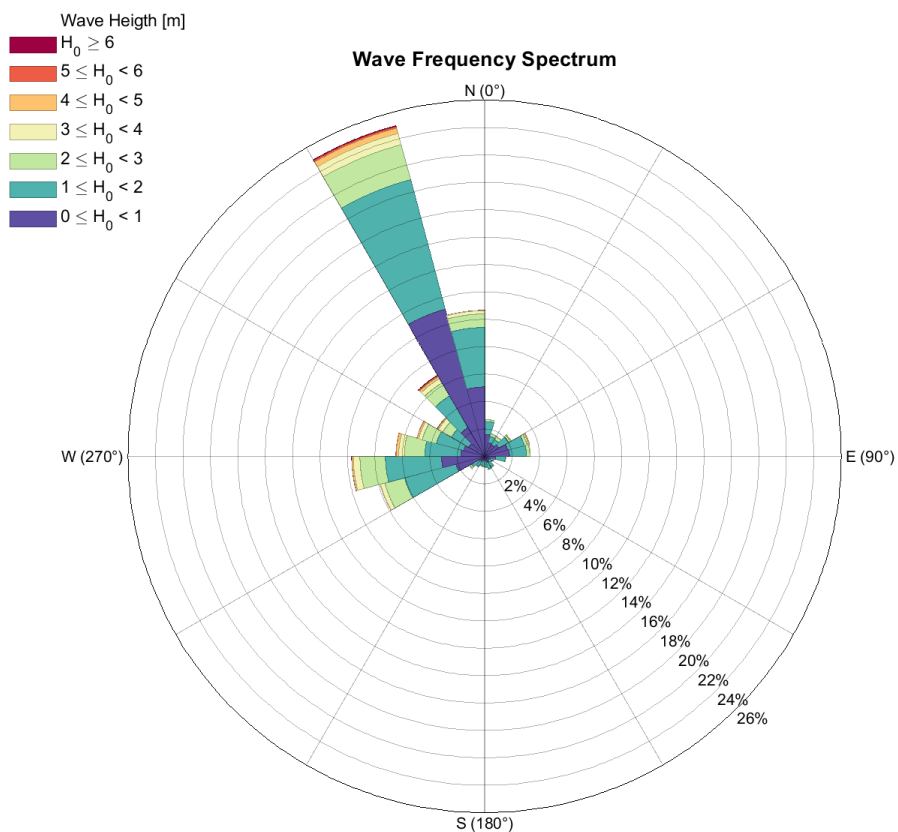


Abb. 17: Rosen-Diagramm für aus stündlich gemittelten DWR Messungen bei FINO1. Dargestellt ist die Verteilung der signifikanten Wellenhöhe und Richtung aus der die Wellen kommen.

Die Darstellung der Verteilung der Seegangsmessungen in einem Rosen-Diagramm zeigt die Hauptwellenrichtung aus Nord-Nord-West mit dem größten Anteil von Wellen mit einer signifikanten

Wellenhöhe zwischen 1-2 m (Abb. 18). Aus südlicher Richtung kommend wurde nur ein geringer Anteil an Wellen beobachtet.

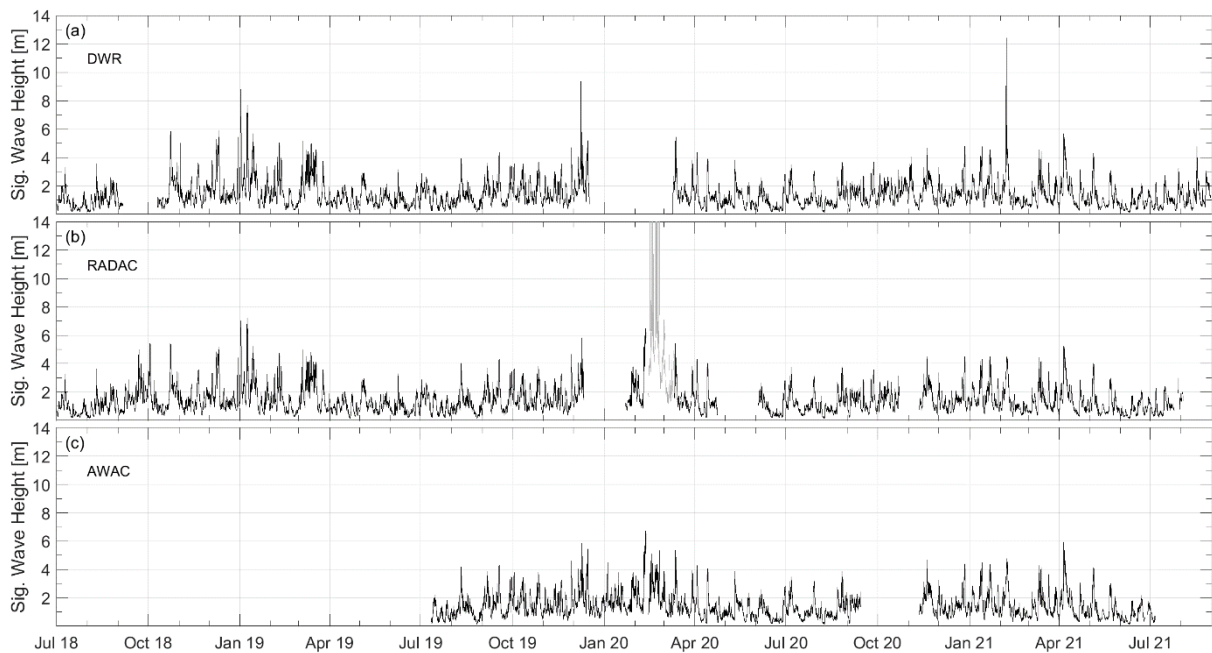


Abb. 18: Zeitreihen der signifikanten Wellenhöhe aus (a) DWR, (b) 1D RADAC und (c) AWAC Messungen bei FINO1. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte. Zwischen 14. Februar und 11. März 2020 liefert das RADAC schlechte Daten (grau in (b)).

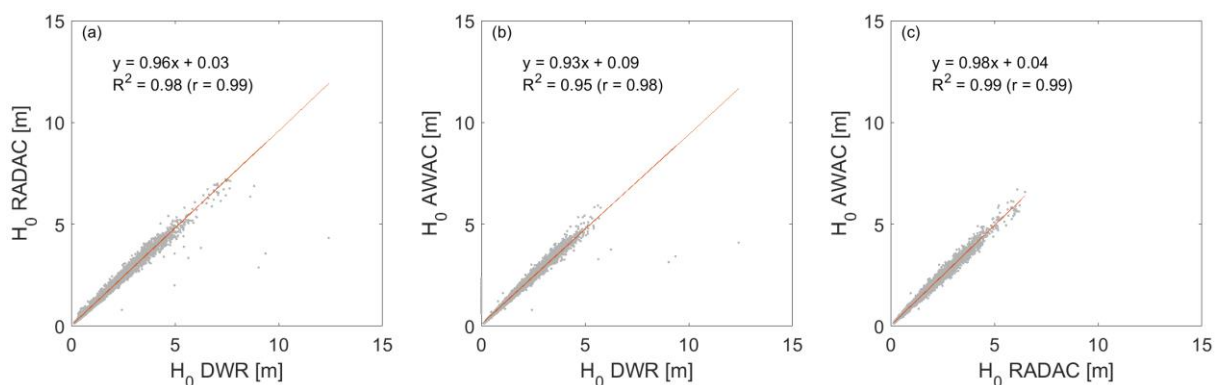


Abb. 19: Vergleich der signifikanten Wellenhöhe zwischen Messungen von (a) DWR und 1D RADAC, (b) DWR und AWAC und (c) RADAC und AWAC bei FINO1. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte (grau) und der Fit aus einer linearen Regression (rot). Die R^2 Statistik sowie der Korrelationskoeffizient r sind angegeben.

Der Seegang wurde an der FINO1-Station redundant gemessen, d.h. gleiche Parameter sind mit verschiedenen Geräten und verschiedenen Messprinzipien erfasst worden. Die in Abb. 18 & 19 gezeigten signifikanten Wellenhöhen veranschaulichen die gute Übereinstimmung der Daten der verschiedenen Messgeräte mit ihren unterschiedlichen Messprinzipien. Die dargestellten Ergebnisse lassen den Vorteil für die Redundanz der Messungen gut erkennen, entstandene Datenlücken

innerhalb eines Datensatzes können durch redundant erhobene Daten kompensiert werden. So entsteht ein möglichst lückenloser Datensatz.

6.1.3. Temperatur, Salzgehalt und Sauerstoff

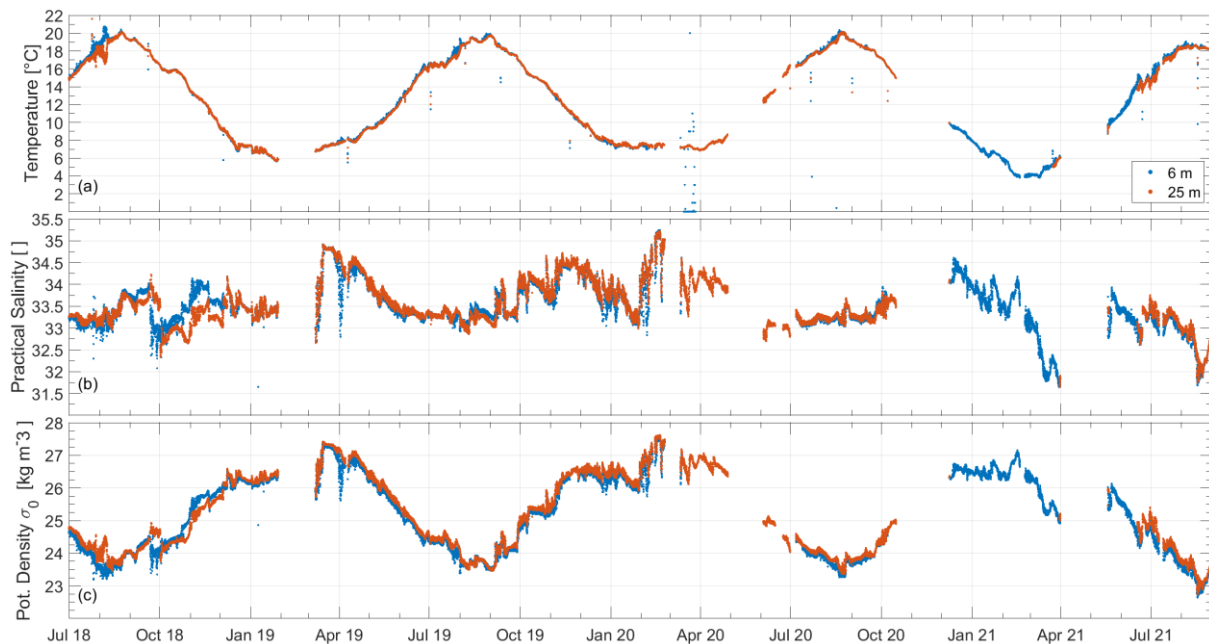


Abb. 20: Zeitreihen (a) der Temperatur, (b) des Salzgehalts und (c) der potentiellen Dichte aus MicroCat CTD Messungen bei FINO1 für die Tiefenstufen 6 m (blau) und 25 m (rot). Dargestellt sind stündliche Mittelwerte.

Die mit den MicroCat CTD Sonden gemessenen Temperatur und Salzgehaltszeitreihen auf 6 m und 25 m wurden auf einige Datenlücken kontinuierlich aufgezeichnet (Abb. 20). Neben dem Jahrgang lässt sich die Ausprägung der sommerlichen Deckschicht erkennen. Kurz vor Erreichen des Maximums im Sommer nimmt die Variabilität zu. Das Winterminimum zwischen Januar und April 2020 ist etwa 1°C wärmer als 2019 (siehe auch Abb. 21). Das Minimum im Folgejahr ist mit etwa 4°C wieder deutlich kälter. In der zweiten Jahreshälfte 2018 gibt es mutmaßlich ein Problem mit der Qualität der Daten. Hier liegt die Dichte in 6 m zeitweise über den Werten der Dichte in 25 m. Die Daten werden als schlechte Daten gekennzeichnet. Im Dezember 2018 wurde die MicroCats getauscht.

Die Salzgehalte liegen teilweise nahe bzw. über 35 (März 2019 und Februar 2020), die auf einen starken Einfluss von Wasser atlantischen Ursprungs hindeuten. Ein ausgeprägtes Salzgehaltsminimum ist im März 2021 zu beobachten.

Die Datenlücken ergeben sich hauptsächlich aus fehlerhaften Datenübertragungen durch Probleme mit dem Controller.

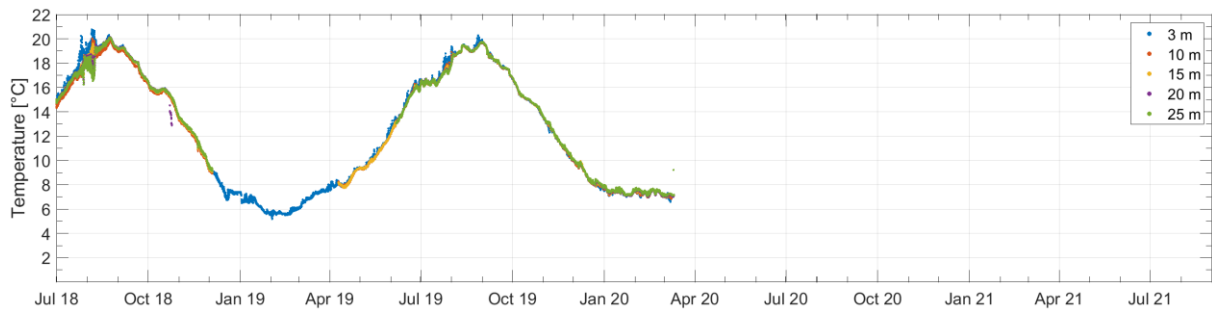


Abb. 21: Zeitreihen der Temperatur aus NKE Messungen bei FINO1 für verschiedene Tiefenstufen. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte.

Die Zeitreihen der NKE Temperatur Messungen wurden auf fünf Tiefenstufen erhoben (Abb. 21). Auch hier ist das im Vergleich zum Vorjahr wärmere Minimum zwischen Januar und April 2020 zu beobachten. Im Juli- August 2018 zeigt sich anhand der MicroCat und NKE Messungen eine besonders stark ausgeprägte Variabilität der Temperatur in der gesamten Wassersäule.

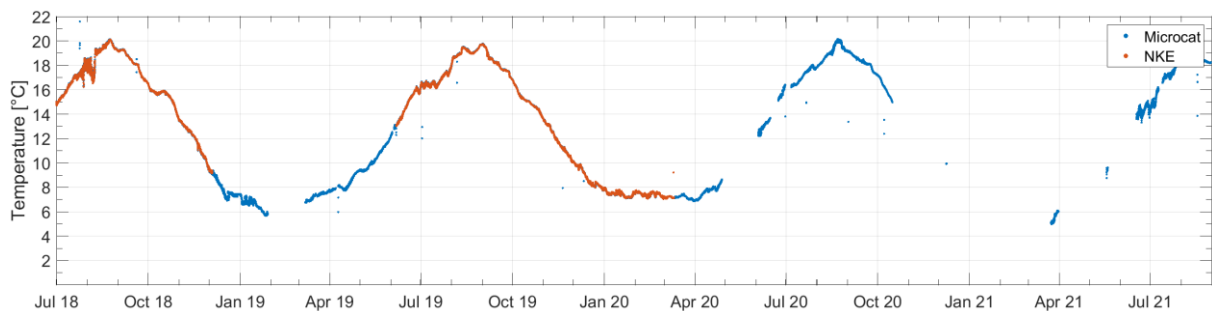


Abb. 22: Vergleich der Zeitreihen der Temperatur aus MicroCat CTD und NKE Messungen bei FINO1 für 25 m. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte.

Die NKE und MicroCat Messungen wurden auf 25 m redundant erhoben und zeigen im überlappenden Zeitraum eine sehr gute Übereinstimmung (Abb 22). Die mittlere Abweichung liegt bei ± 0.02 °C.

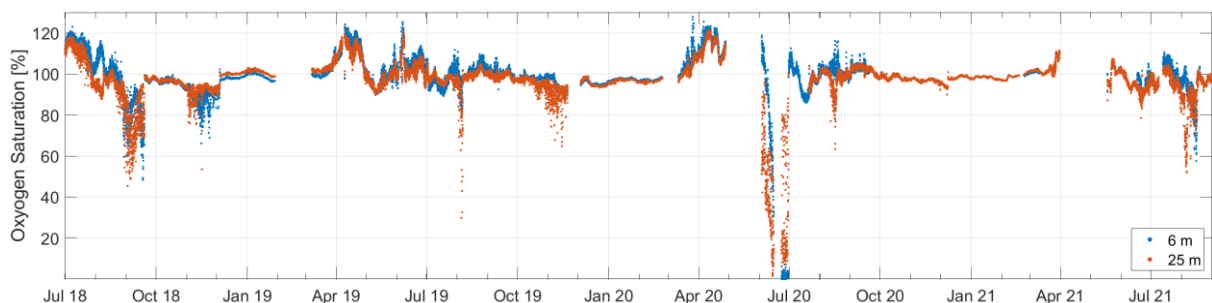


Abb. 23: Zeitreihen der Sauerstoffsättigung aus Optoden Messungen bei FINO1 für die Tiefenstufen 6 m (blau) und 25 m (rot). Dargestellt sind stündliche Mittelwerte.

Die Sauerstoffmessungen der Optoden in 6 m und 25 m liefern bis auf einige Datenlücken kontinuierliche Zeitreihen (Abb. 23). Die Sauerstoffsättigung unterliegt aufgrund einer Vielzahl von

biochemischen und physikalischen Prozessen einer starken Variabilität auf unterschiedlichen Zeitskalen. Die Ursache für die stark abnehmenden Werte bis zu 0% sind nicht klar, aber mit hoher Wahrscheinlichkeit in einem technischen Defekt im Gesamtsystem zu finden

6.2. FINO2

6.2.1. Strömung

Die Messungen wurden durch das IOW mit einem profilierenden Strömungsmesser durchgeführt. Näheres ist dem Abschlussbericht des IOW im Anhang zu entnehmen.

6.2.2. Seegang

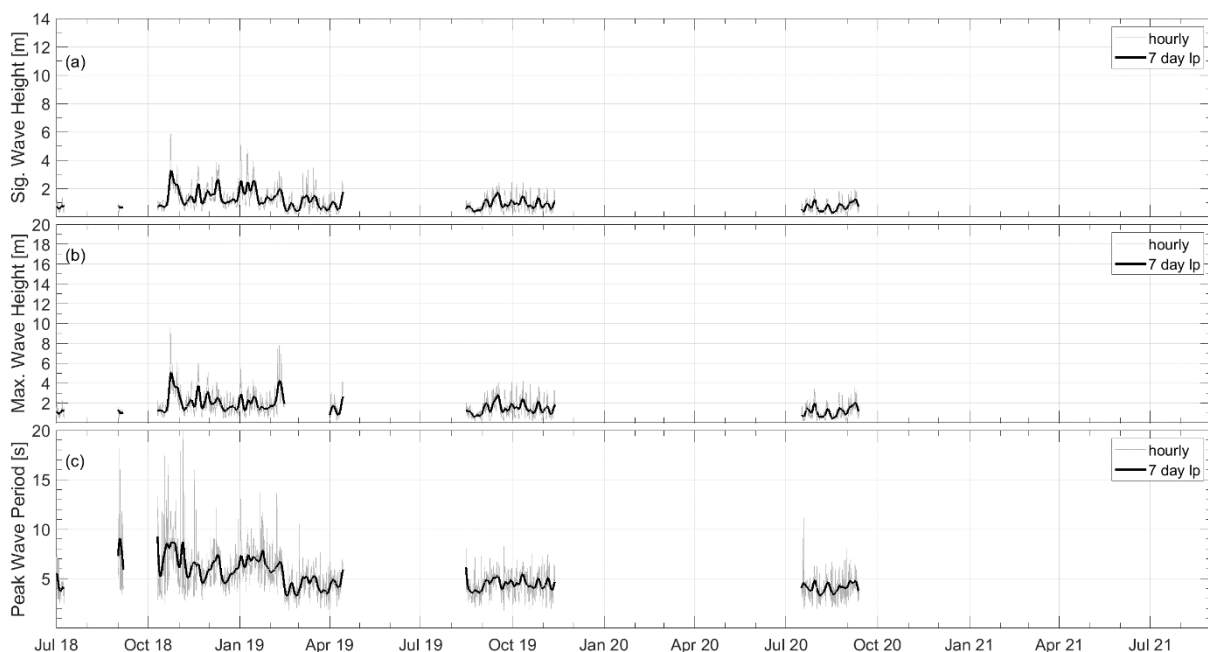


Abb. 24: Zeitreihen der (a) signifikanten Wellenhöhe, (b) der maximalen Wellenhöhe und (c) der Wellenperiode aus den DWR Messungen bei FINO2. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte (grau) und 7-Tage Tiefpass gefilterte Werte (schwarz).

Die Zeitreihen der Seegangsbojenmessungen weisen eine Vielzahl von Lücken auf (Abb. 24). Diese sind durch mehrmalige Abrisse der Boje von ihrer Position verursacht. Die mittlere signifikante Wellenhöhe im beobachteten Zeitraum liegt bei etwa 1m (Abb. 25.) Die Hauptwellenrichtung ist aus Südwest und West, sowie zu einem geringeren Anteil aus östlicher Richtung. Die Wellen mit den höchsten Amplituden ($\geq 5\text{m}$) wurden aus nordwestlicher Richtung kommend beobachtet (Abb. 26). Die Seegangsboje wurde während der Projektphase mehrmals abgerissen woraus sich größere Datenlücken ergeben. Hinzu kam eine unverhältnismäßig schnelle Entladung der Batterien während der letzten Auslegung in 2020. Um zukünftig weitere Abrisse und damit verbundene Schäden sowie logistischen Aufwand zu vermeiden. Wurde ab September 2020 auf eine erneute Auslegung der Boje verzichtet. Die Seegangsmessungen sollen dann stattdessen mit einem 3D-Radac durchgeführt werden.

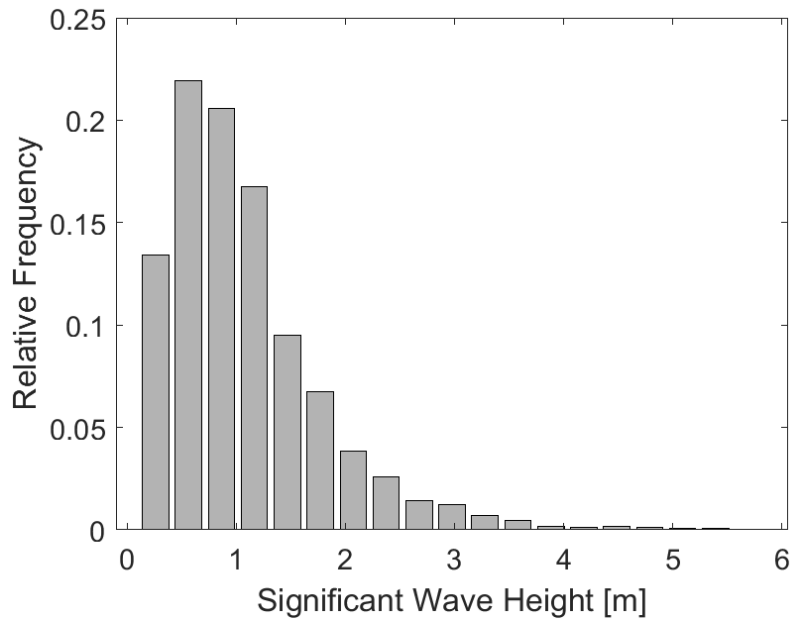


Abb. 25: Histogramm der signifikanten Wellenhöhe aus den DWR Messungen bei FINO2.

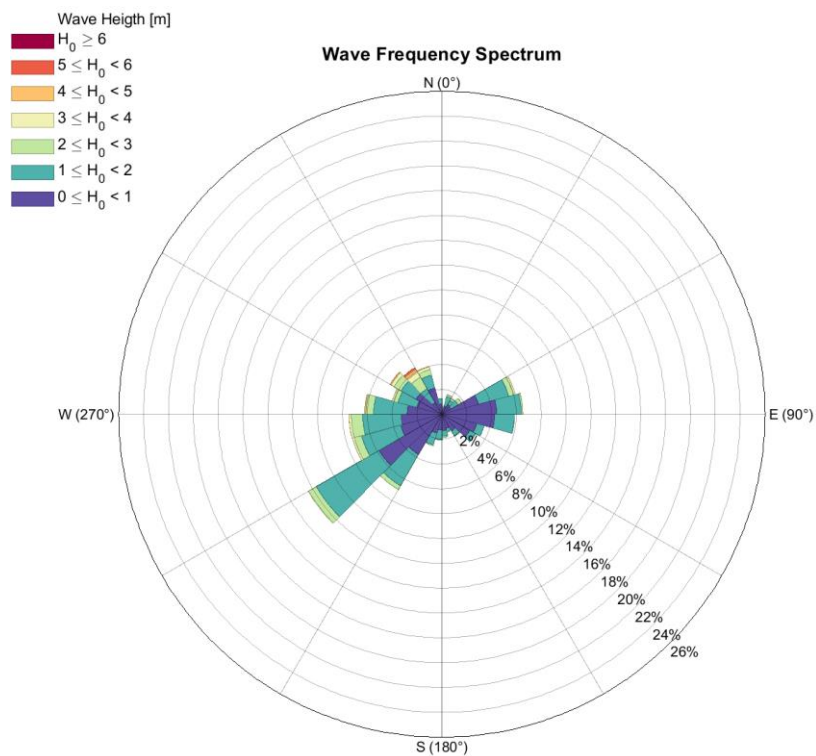


Abb. 26: Rosen-Diagramm für aus stündlich gemittelten DWR Messungen bei FINO2. Dargestellt ist die Verteilung der signifikanten Wellenhöhe und Richtung aus der die Wellen kommen.

Die Seegangsmessungen wurden zusätzlich zur Seegangsboje mit dem Radarpegel (Radac) und einem AWAC (IOW) durchgeführt. Aufgrund von großen Lücken in den Zeitreihen gibt es kaum überlappende zeitgleiche Messungen, können aber zusammengeführt einen Großteil der Lücken in den

Seegangsmessungen schließen (Abb. 27). Die Verwendung des neu installierten 3D- Radac erlaubt zukünftig die Wellenrichtung zu bestimmen und die fehlenden Messungen der Seegangsboje zu kompensieren.

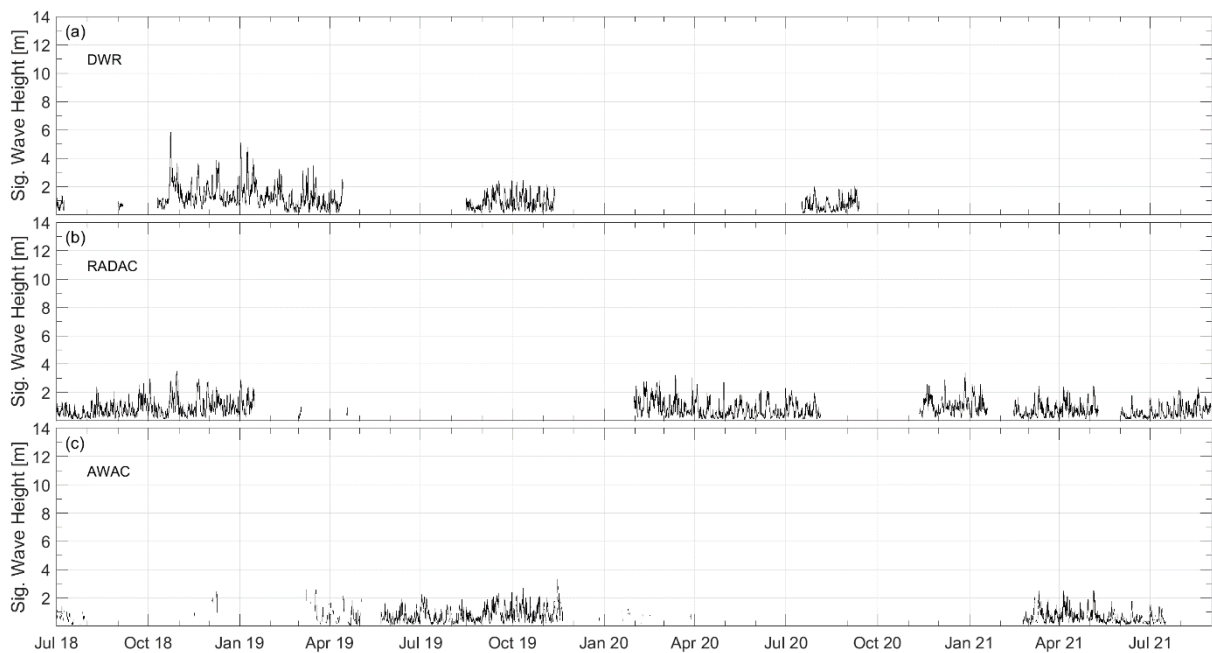


Abb. 27: Zeitreihen der signifikanten Wellenhöhe aus (a) DWR, (b) 1D RADAC und (c) AWAC Messungen bei FINO2. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte.

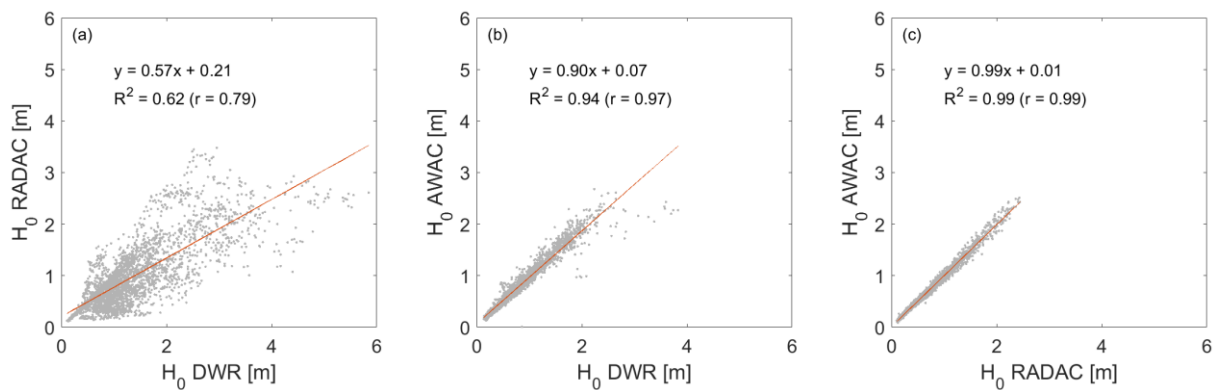


Abb. 28: Vergleich der signifikanten Wellenhöhe zwischen Messungen von (a) DWR und 1D RADAC, (b) DWR und AWAC und (c) RADAC und AWAC bei FINO2. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte (grau) und der Fit aus einer linearen Regression (rot). Die R^2 Statistik sowie der Korrelationskoeffizient r sind angegeben.

Zwischen Radac und Seegangsboje gibt es zeitweise Abweichungen, deren Ursache bisher nicht geklärt werden konnte (Abb. 27 & 28). Die Statistik ist durch die geringere Überlappung etwas weniger aussagekräftig als bei FINO1.

6.2.3. Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff

Die Messungen wurden durch das IOW auf zehn Tiefenstufen für Temperatur und Salzgehalt und auf drei Tiefenstufen für Sauerstoff durchgeführt. Die hohe vertikale Auflösung ist aufgrund der starken thermo-salinen Schichtung in der Ostsee zwingend erforderlich Näheres ist dem Abschlussbericht des IOW im Anhang zu entnehmen.

6.2.4. Trübung

Die Messungen wurden durch das IOW auf drei Tiefenstufen durchgeführt (siehe 6.2.3). Näheres ist dem Abschlussbericht des IOW im Anhang zu entnehmen.

6.2.5. pH

Die neuen Messgeräte zur pH Messung befinden sich noch in einer Testphase. Die Messungen sind zunächst auf ein Tiefenniveau (6m) beschränkt. Die Messungen wurden zwischen November 2020 und Mai 2021 mit Leihgeräten und ab Juli 2021 mit durch Projektmittel angeschaffte Geräte durchgeführt. Näheres ist dem Abschlussbericht des IOW im Anhang zu entnehmen

6.3. FINO3

6.3.1. Strömung

Die Strömungsdaten wurden von einem profilierenden Strömungsmesser über die gesamte Wassersäule erhoben (Abb. 29). Auch hier zeigen sich die ausgeprägten Maxima/Minima in der oberen Wassersäule, die ihre Ursache in Rückstreuungseffekten von der Oberfläche die akustische Messung kontaminieren. Das bedeutet, dass oberflächennah keine verlässlichen Messungen erfolgen.

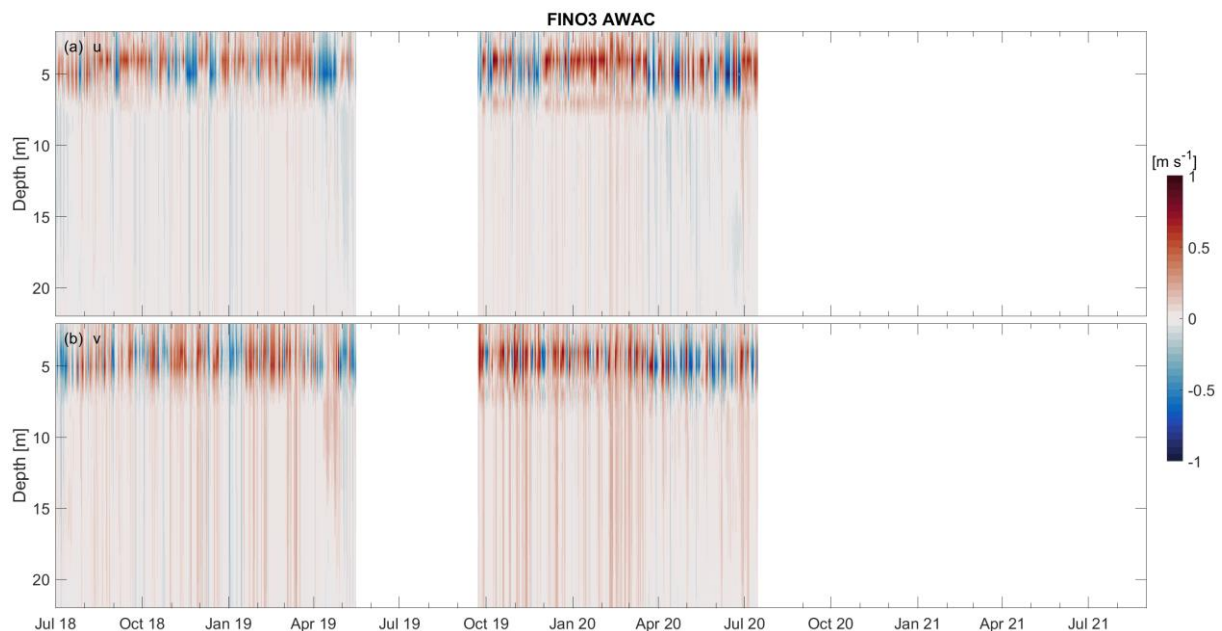


Abb. 29: Hovmöller Diagramm der Strömungskomponenten aus den AWAC Messung bei FINO3. Positive Werte in rot zeigen die ostwärts (u-Komponente) bzw. nordwärts gerichtete Strömung (v-Komponente), negative Werte in blau zeigen die westwärts (u-Komponente) bzw. südwärts gerichtete Strömung (v-Komponente). Dargestellt sind stündliche 40-Stunden Tiefpass gefilterte Werte.

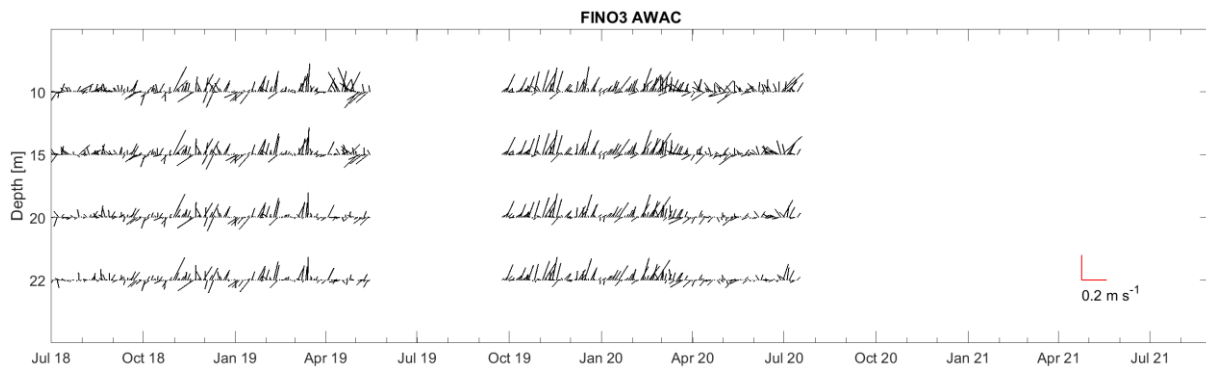


Abb. 30: Vektor Diagramm der Strömung aus den AWAC Messungen bei FINO3 auf ausgewählten Tiefenstufen. Dargestellt sind ein Vektor für jeden zweiten Tag aus stündlichen 40-Stunden Tiefpass gefilterten Werten.

Die Zeitreihen der gezeitenbereinigten (40h Tiefpass gefilterten) Strömungsmessungen bei FINO3 zwischen Juli 2018 und Juli 2020 zeigen unterhalb der kontaminierten Tiefe eine vertikal homogene Struktur (Abb. 29 & 30). Die Variabilität ist in Stärke und Richtung innerhalb der Wassersäule konsistent. Die mittlere Strömungsamplitude nimmt zwischen 10 m und 22 m von 0.04 m s^{-1} auf 0.02 m s^{-1} ab und ist zwischen 356° und 5° (relativ zu 0° Nord), also nordwärts gerichtet. Die Strömungsellipsen (Abb. 31) zeigen, dass die Variabilität der gezeitenbereinigten Strömung im Wesentlichen entlang der Süd-Süd-West - Nord-Nord-Ost Achse liegt und sich mit zunehmender Tiefe polarisiert. Die Datenlücke zwischen Mai und September 2019 ergibt sich durch leere Batterien. Die Daten ab Juli 2020 wurden noch nicht ausgelesen, da das autark messende Gerät noch nicht geborgen werden konnte.

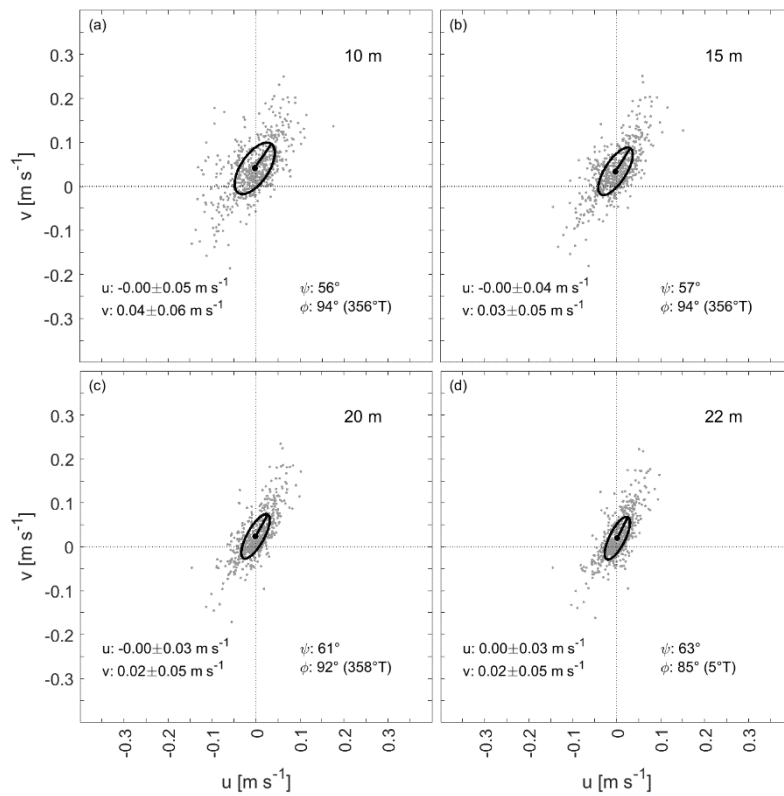


Abb. 31: Streudiagramm der Strömungskomponenten (u , v) aus den AWAC Messungen bei FINO3 auf ausgewählten Tiefenstufen. Die mittlere Strömung (Schwarzer Punkt) sowie die Ellipse der Standardabweichung und deren Orientierung der Hauptachse (schwarze Linie) sind dargestellt. Mittelwerte und Standardabweichung sind angegeben, die Richtung der Hauptachse der Ellipse (ψ) Relative zur x-Achse, sowie die Richtung der mittleren Strömung (ϕ) relativ zur x-Achse (relativ zum geographischen Norden). Dargestellt sind tägliche Mittelwerte aus stündlichen 40-Stunden Tiefpass gefilterten Werten.

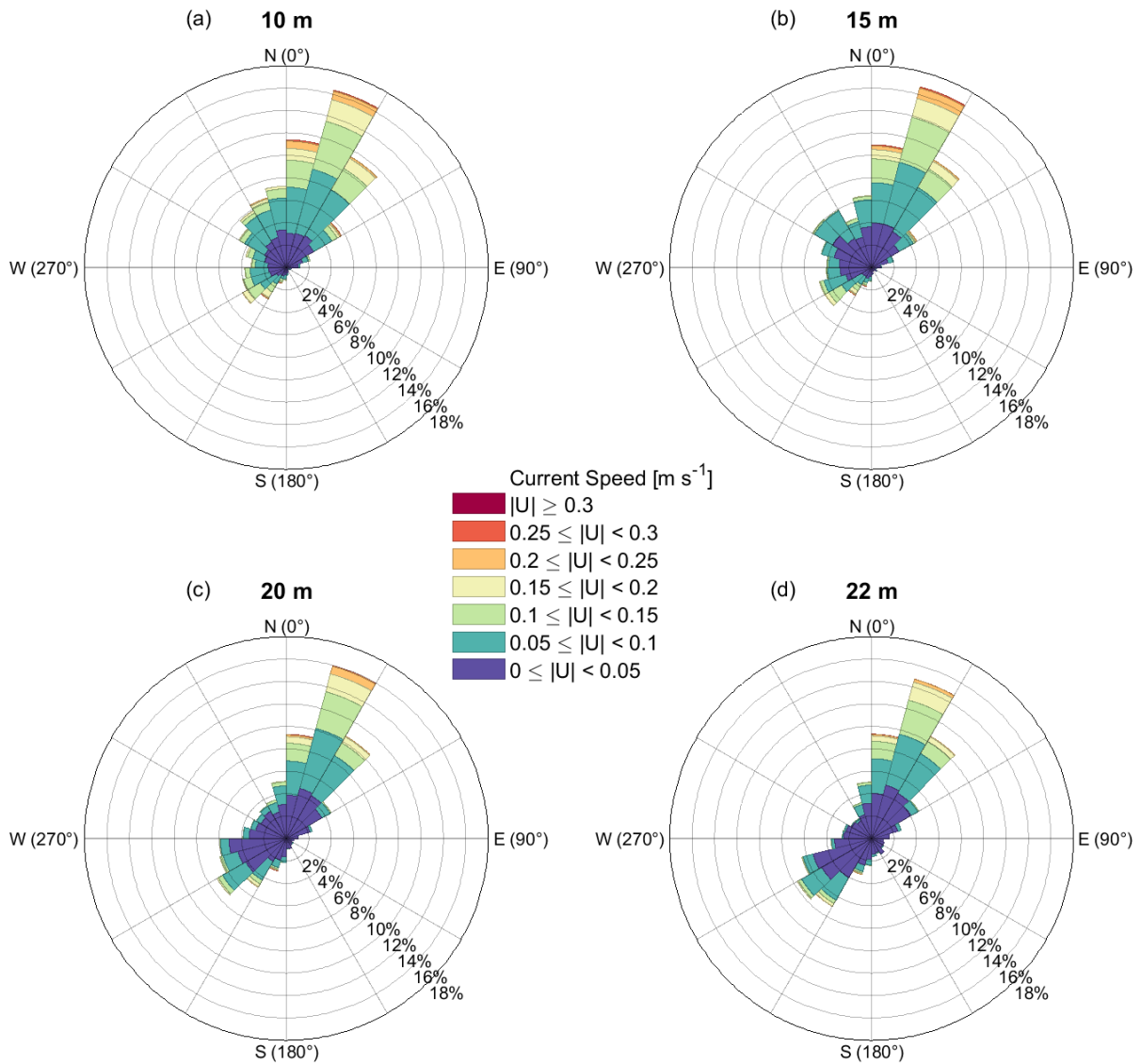


Abb. 32: Rosen-Diagramm der Strömung aus den AWAC Messungen bei FINO3 auf ausgewählten Tiefenstufen. Dargestellt ist die Verteilung der Strömungsamplitude und Strömungsrichtung aus stündlichen 40-Stunden Tiefpass gefilterten Werten.

Die Verteilung der Strömungsamplitude und Strömungsrichtung der gezeitenbereinigten stündlichen Werte auf verschiedenen Tiefenniveaus innerhalb der Wassersäule ist in Abb. 32 dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass mit zunehmender Tiefe die Nord-Ausprägung in der Strömungsrichtung abnimmt und sich eine süd-westwärtige Komponente verstärkt.

6.3.2. Seegang

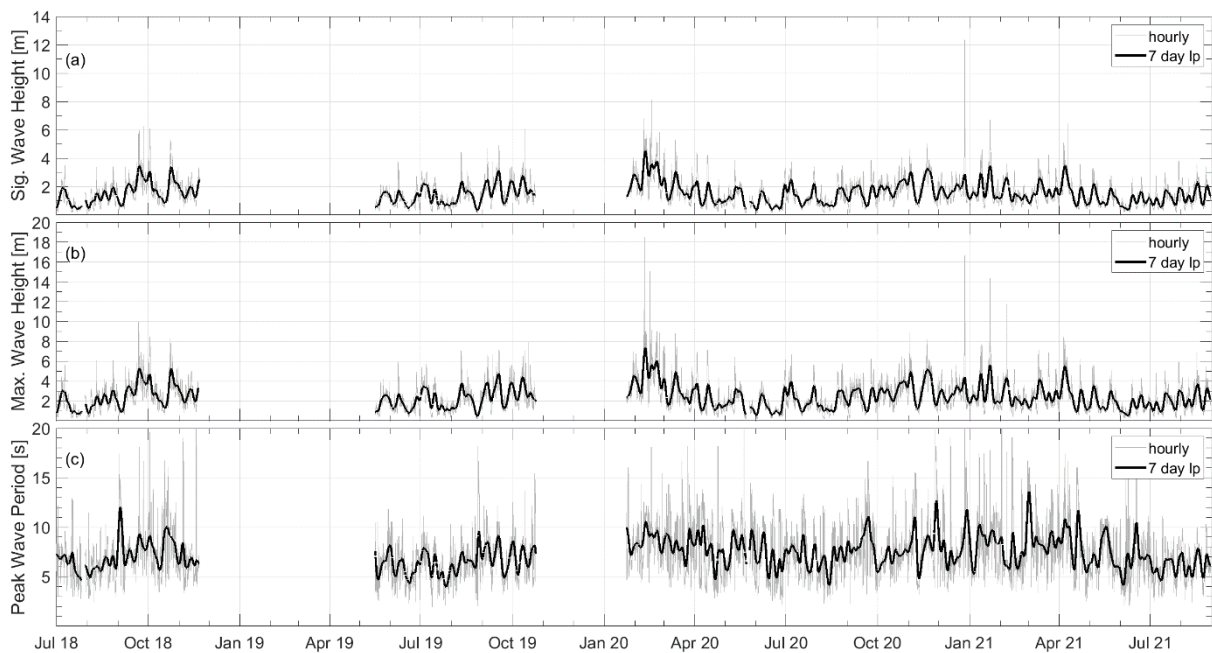


Abb. 33: Zeitreihen der (a) signifikanten Wellenhöhe, (b) der maximalen Wellenhöhe und (c) der Wellenperiode aus den DWR Messungen bei FINO3. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte (grau) und 7-Tage Tiefpass gefilterte Werte (schwarz).

Die Seegangsmessungen wurden mit der Seegangsboje (DWR; Kapitel 5.2.1) aufgezeichnet. Stündliche gemittelte Werte der signifikanten Wellenhöhe variieren im Beobachtungszeitraum von Juli 2018 bis August 2021 zwischen ca. 0 und 12 m und liegen im Mittel bei 1,5 m (Abb. 33 & 34). Maximale Wellenhöhen erreichten im beobachteten Zeitraum bis zu 18 m (10. Februar 2020). Auch zeigt sich durch einen Vergleich mit den RADAC Daten, dass diese Werte unrealistische Ausreißer sind. Die höchsten maximalen Wellenhöhen liegen im beobachteten Zeitraum bei etwa 10 m.

Ab Oktober 2019 ergibt sich eine Datenlücke aufgrund eines Abrisses der Boje.

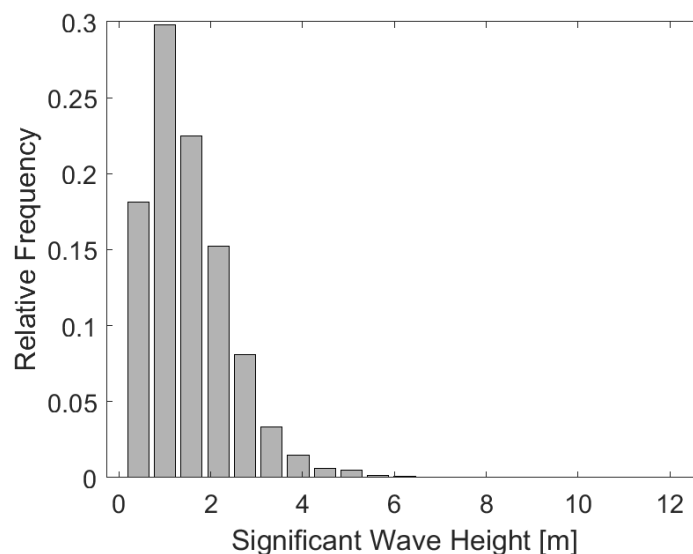


Abb. 34: Histogramm der signifikanten Wellenhöhe aus den DWR Messungen bei FINO3.

Die Darstellung der Verteilung der Seegangsmessungen in einem Rosen-Diagramm zeigt die Hauptwellenrichtung aus Nord-West und Süd-West mit dem größten Anteil von Wellen mit einer signifikanten Wellenhöhe zwischen 1-2 m (Abb. 35).

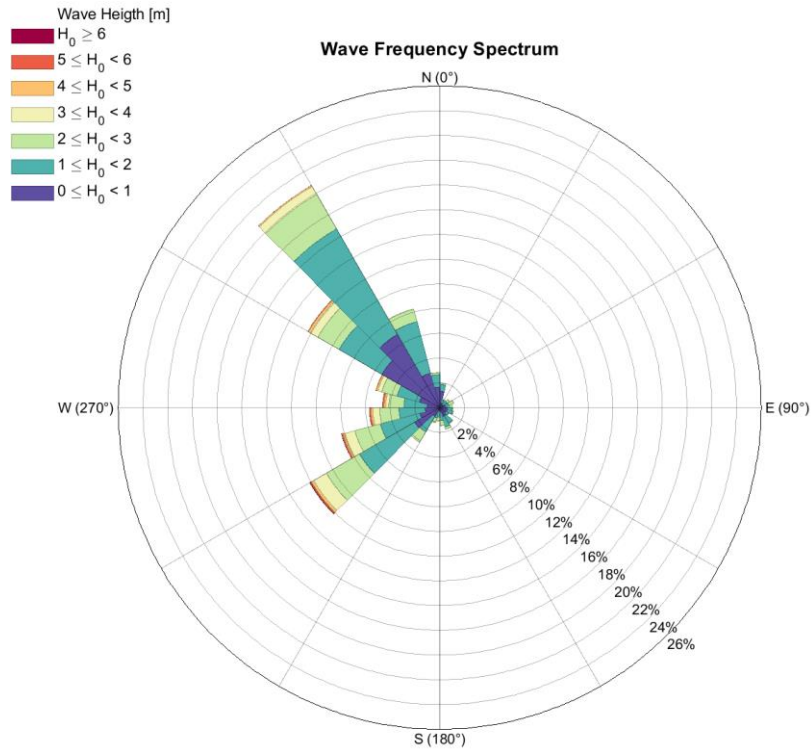


Abb. 35 Rosen-Diagramm für aus stündlich gemittelten DWR Messungen bei FINO3. Dargestellt ist die Verteilung der signifikanten Wellenhöhe und Richtung aus der die Wellen kommen.

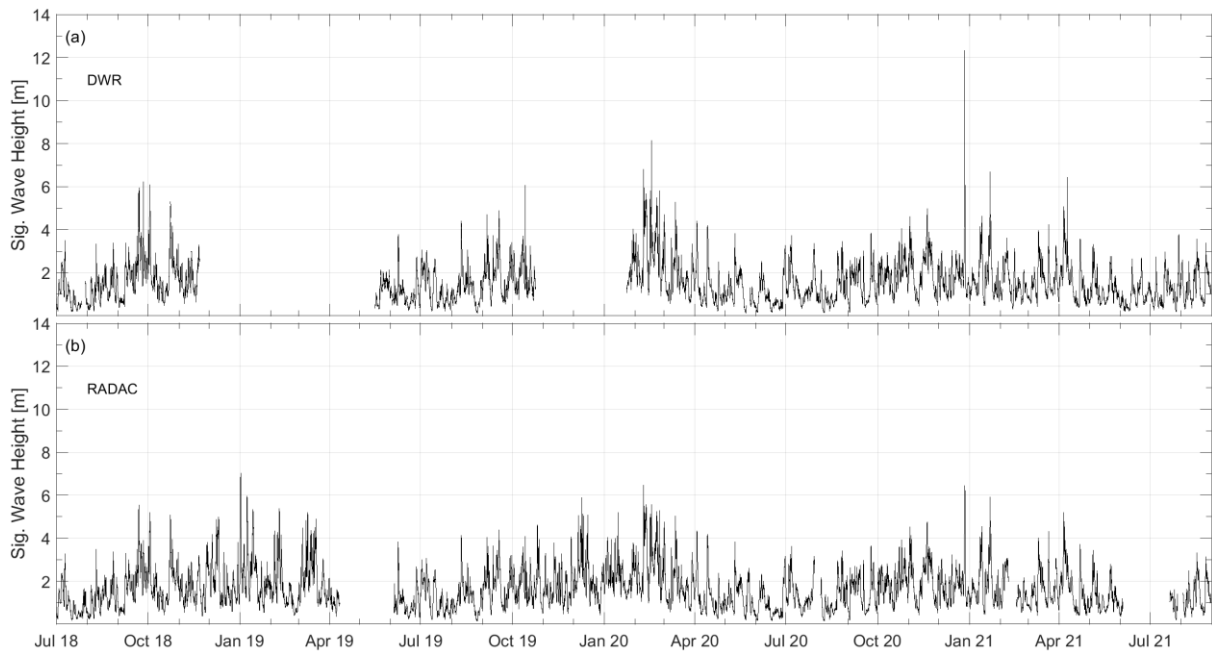


Abb. 36: Zeitreihen der signifikanten Wellenhöhe aus (a) DWR, (b) 1D RADAC Messungen bei FINO3. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte.

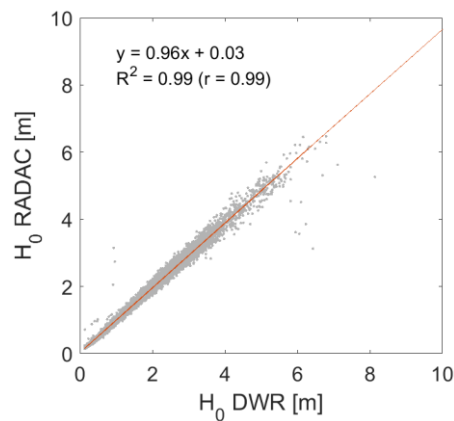


Abb. 37: Vergleich der signifikanten Wellenhöhe zwischen Messungen von DWR und 1D RADAC bei FINO3. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte (grau) und der Fit aus einer linearen Regression (rot). Die R^2 Statistik sowie der Korrelationskoeffizient r sind angegeben.

Der Seegang wurde an der FINO3-Station ebenfalls redundant gemessen. Der Vergleich der signifikanten Wellenhöhen zwischen Messungen der Seegangsboje und dem 1D Radac zeigen eine sehr gute Übereinstimmung (Abb. 36 & 37). Die entstandenen Datenlücken innerhalb eines Datensatzes können durch redundant erhobene Daten kompensiert werden und zu einem lückenlosen Datensatz zusammengeführt werden.

6.3.3. Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff

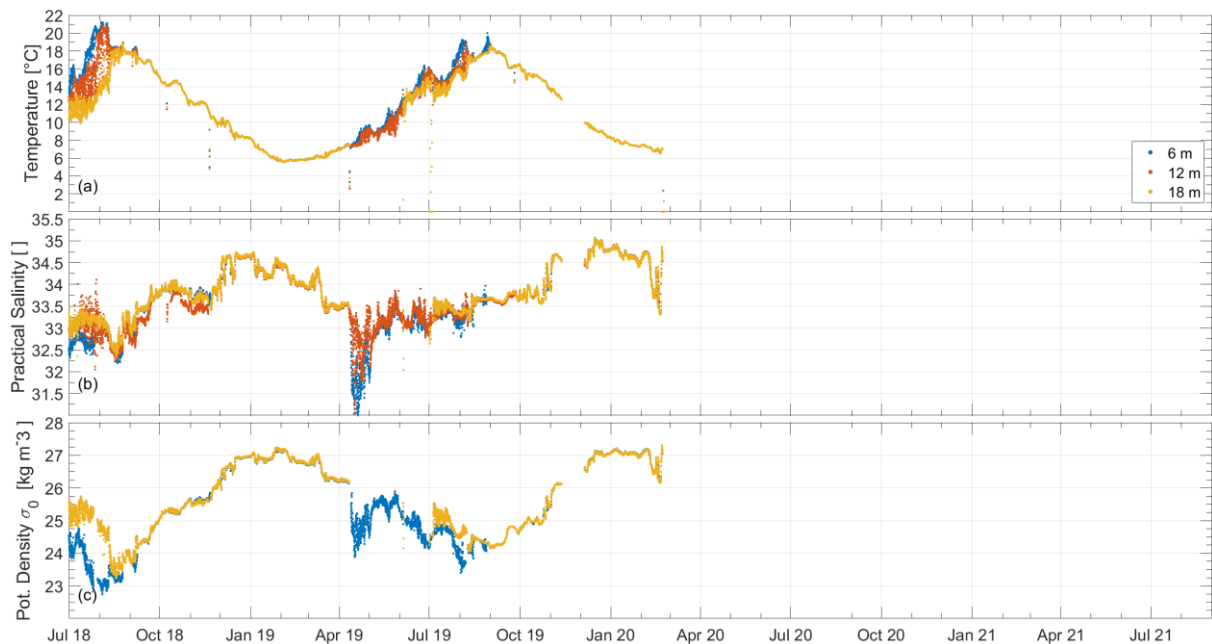


Abb. 38: Zeitreihen (a) der Temperatur, (b) des Salzgehalts und (c) potentiellen Dichte aus MicroCat CTD Messungen bei FINO3 für die Tiefenstufen 6 m (blau), 12 m (rot) und 18 m (gelb). Dargestellt sind stündliche Mittelwerte.

Die mit den MicroCat CTD Sonden gemessenen Temperatur und Salzgehaltszeitreihen auf 6 m, 12 und 18 m wurden, abgesehen von einigen kurzen Datenlücken, bis zum März 2020 kontinuierlich aufgezeichnet (Abb. 38). Danach wurde die Aufzeichnung durch einen Abriss der Messkette unterbrochen. Neben dem Jahresgang lässt sich die Ausprägung der sommerlichen Deckschicht erkennen. Kurz vor Erreichen des Maximums im Sommer nimmt die Variabilität zu.

Die Salzgehalte liegen teilweise nahe bzw. über 35 (Dezember 2019 und Januar 2020), die auf einen starken Einfluss von Wasser atlantischen Ursprungs hindeuten. Ein ausgeprägtes Salzgehaltsminimum ist im April 2021 zu beobachten.

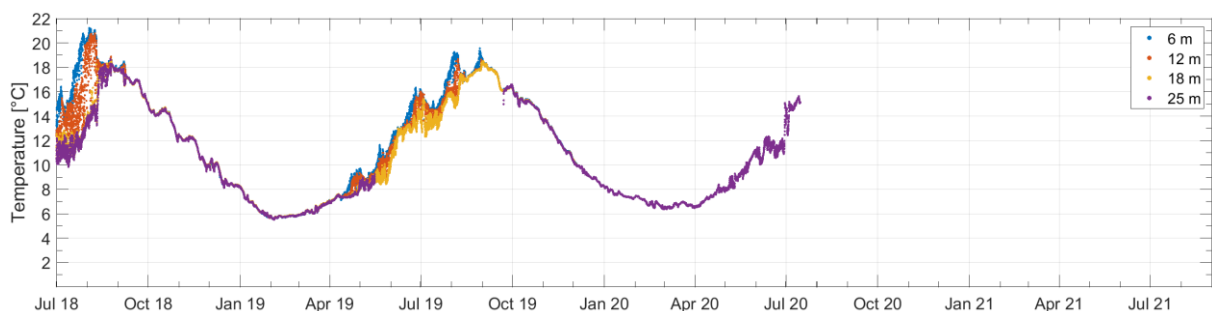


Abb. 39: Zeitreihen der Temperatur aus NKE Messungen bei FINO3 für verschiedene Tiefenstufen. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte.

Die Zeitreihen der NKE Temperatur Messungen bei FINO3 wurden auf vier Tiefenstufen erhoben (Abb. 39). Neben dem Jahresgang ist die Ausbildung einer sommerlichen Deckschicht gut zu erkennen. Im Frühjahr und Sommer, besonders stark im Juli- August 2018, zeigt sich anhand der MicroCat und NKE Messungen eine erhöhte Variabilität der Temperatur in der gesamten Wassersäule.

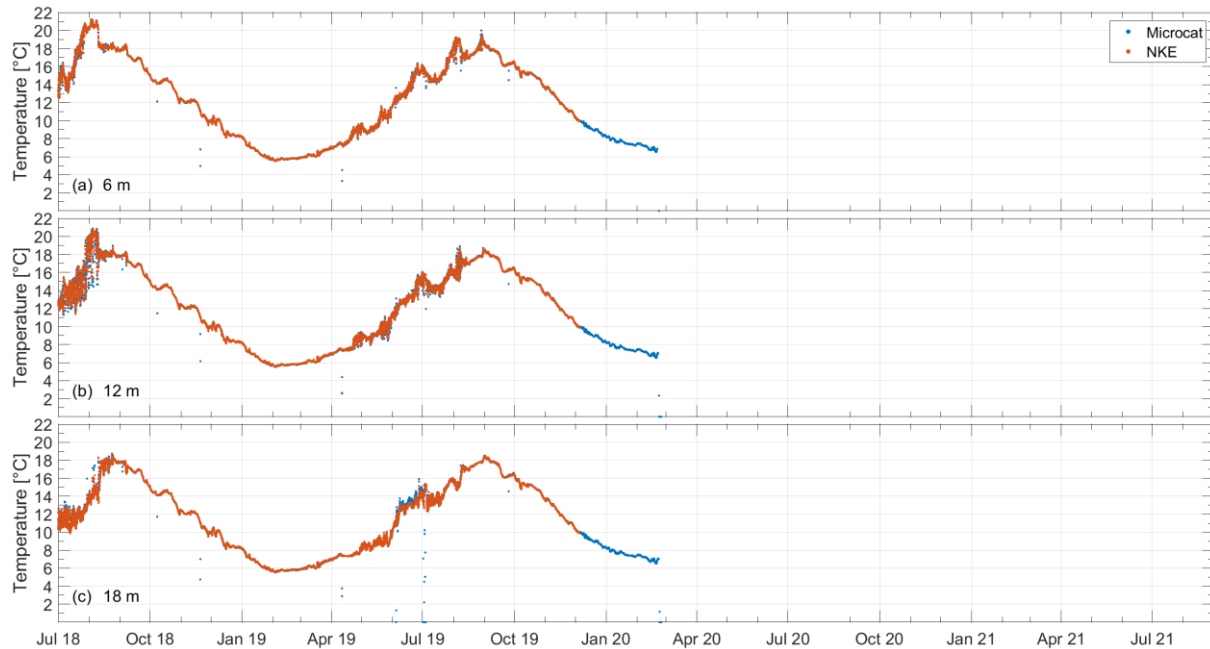


Abb. 40: Vergleich der Zeitreihen der Temperatur aus MicroCat CTD und NKE Messungen bei FINO3 für (a) 6m, (b) 12 m und (c) 25 m. Dargestellt sind stündliche Mittelwerte.

Die NKE und MicroCat Messungen wurden auf 6 m, 12 m und 18 m redundant erhoben und zeigen im überlappenden Zeitraum eine sehr gute Übereinstimmung (Abb. 40). Die mittleren Abweichungen liegen bei $\pm 0,03^{\circ}\text{C}$ (6 m), $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ (12 m) und $\pm 0,06^{\circ}\text{C}$ (18 m).

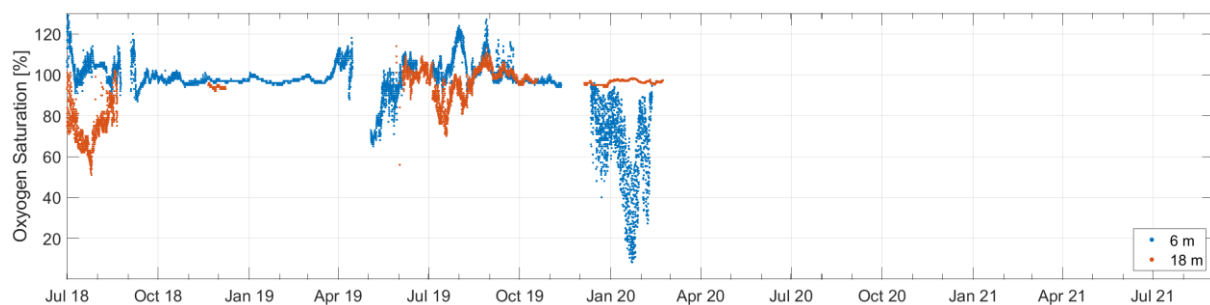


Abb.41: Zeitreihen der Sauerstoffsättigung aus Optoden Messungen bei FINO3 für die Tiefenstufen 6 m (blau) und 18 m (rot). Dargestellt sind stündliche Mittelwerte.

Die Sauerstoffmessungen der Optoden in 6 m und 18 m reichen bis Februar 2020, wobei die Messungen in 18m große Lücken enthält. Die Ursache für die stark abnehmenden Werte auf 6m bis etwa 10% im Januar 2020 sind nicht klar.

Die Messkette wurde durch eine Kollision mit einer Monitoring Boje (MOBO) abgerissen. Daher gibt es seit Februar 2020 keine Daten der an der Messkette befestigten Geräte.

7. AP 3: Datenmanagement

Das Datenmanagement für die auf den FINO-Stationen erhobenen Daten umfasste die Arbeitspakete Datenvalidierung, Datenspeicherung und Archivierung sowie die Administration der FINO-Datenbank. Um eine hohe Datenqualität garantieren zu können, sind verschiedene Maßnahmen zur Datenkontrolle notwendig. Die Daten wurden stets redundant gespeichert, und mittels automatisierter Routinen und visueller Kontrolle plausibilisiert. Ein Überblick über die Datenübertragungswege der FINO Stationen zur FINO-Datenbank ist in Abbildung 42 dargestellt.

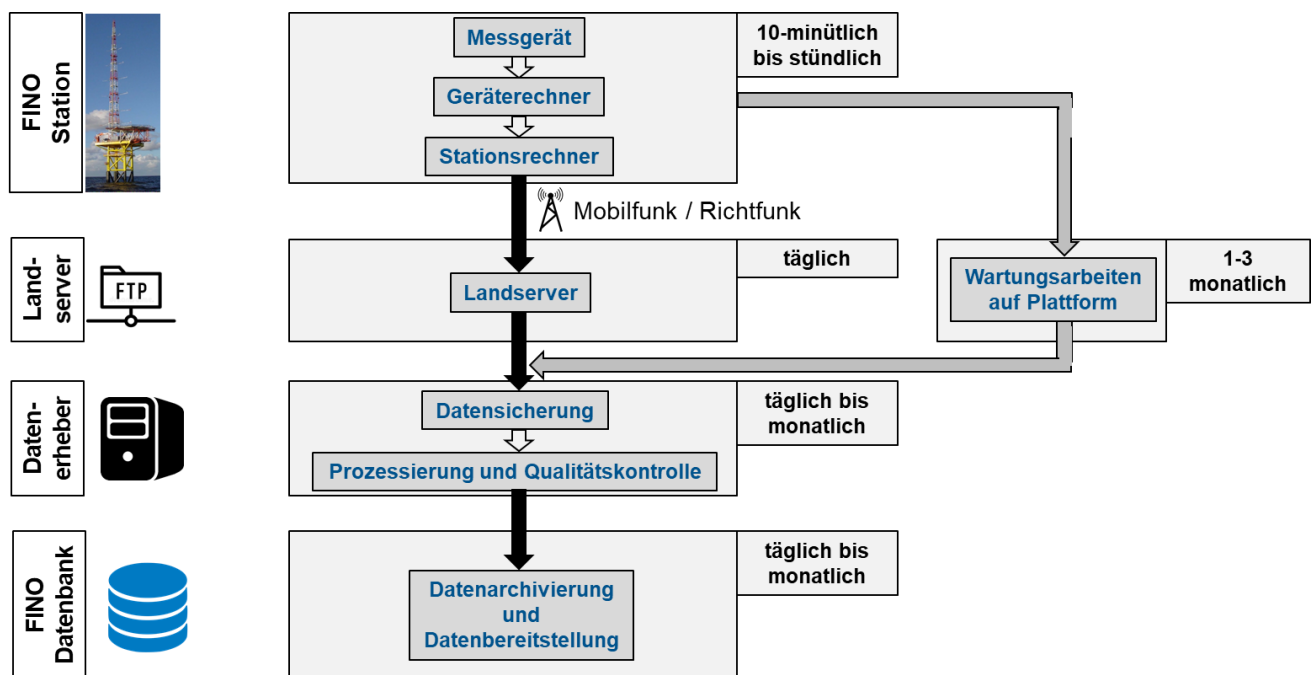


Abb. 42: Schematische Darstellung der Datenübertragungswege von den FINO-Stationen zur FINO-Datenbank.

Grundlage für eine flexible und langfristige Datensicherung ist eine Datenbank, in der die Daten archiviert werden. Am BSH werden die auf FINO1, FINO2 und FINO3 gewonnenen Daten in einer Datenbank („ODIN-Datenbank“) gespeichert. Eine Sicherung der Daten wird täglich durch automatisierte Verfahren durchgeführt. Physikalisch befindet sich diese Datenbank im Sicherheitsbereich des Rechenzentrums des BSH auf einem Server. Demzufolge ist der Zugriff auf diese Daten nur für Mitarbeiter des BSH möglich. Der Zugriff externer Nutzer auf die Datenbank erfolgt über eine Kopie (Spiegelung) der Datenbank außerhalb des Sicherheitsbereiches des BSH-Netzwerkes. Der Zugang zu dieser öffentlichen Datenbank (der Spiegelung der „ODIN-Datenbank“) erfolgt nach der Freigabe der Nutzerrechte. Die Benutzerrechte werden dabei beim BSH beantragt und erteilt. Auf die öffentliche FINO-Datenbank können alle Interessenten, denen Nutzerrechte eingeräumt wurden, zugreifen. Die Wartung und Instandhaltung der Datenbank und der dazugehörigen Hardware erfolgt durch das BSH. Die Wartung des vor der Firewall befindlichen Servers, sowie die Spiegelung und Sicherung der Datenbank wird vom BSH erbracht. Eine

Modernisierung der für die Nutzer sichtbaren Schnittstelle mit der Datenbank ist derzeit in der Realisierungsphase.

Die hohe Nachfrage nach den FINO-Daten aus Wirtschaft, Wissenschaft und staatlichen Einrichtungen unterstreicht die Bedeutung und den Erfolg des FINO-Projektes. Wesentliche Bestandteile der Projektarbeit sind die Betreuung der bestehenden Datenbank-Nutzer, die Bearbeitung von neuen Anträgen für Zugriffsrechte, und Unterstützung bei Fragen oder technischen Problemen der Datenbank-Nutzer bei der Verwendung der Daten.

Die Transformation in eine moderne leistungsfähigere Datenbank wurde zum Projektende hin noch begonnen. Damit wird auch die langfristige Sicherung der Daten garantiert.

7.1. Datenvalidierung

Um Daten von hoher Qualität zur Verfügung zu stellen, ist die Qualitätsprüfung der Daten unerlässlich. Für die ozeanographischen Daten detektiert eine automatisierte Routine nicht plausible Werte und kennzeichnet diese entsprechend. Nachfolgend werden die Daten visuell überprüft. Die Qualitätskontrolle der meteorologischen Daten beziehungsweise ozeanographischen Daten der FINO2-Station wird durch die Projektpartner durchgeführt.

7.2. Datenspeicherung und Archivierung

Auf den Plattformen wurden die Daten der erhobenen ozeanographischen Parameter Temperatur, Leitfähigkeit, Salzgehalt, Druck, Sauerstoff, Strömung und Seegang auf zentralen Stationsrechnern aufgezeichnet. Die Funktionsfähigkeit dieser Rechner wird täglich per Fernzugriff überprüft. Diese Rechner übermitteln die Daten stündlich an das BSH, so dass die Daten in Nahe-Echtzeit zur Verfügung stehen. Anschließend erfolgt im BSH die Aufbereitung der Daten.

Die UL International GmbH erhält die meteorologischen Daten von der FINO1-Forschungsplattform. Nach der Prüfung der Daten werden die Rohdaten und die geprüften Daten an das BSH übergeben.

Die WIND-Consult übermittelt die geprüften meteorologischen Daten der FINO2 an das BSH.

Zusätzlich werden meteorologische Daten der Forschungsplattform FINO3 vom Betreiber DNV (GL Garrad Hassan Deutschland GmbH) an das BSH übermittelt.

Bei jedem Wartungseinsatz werden die gesamten ozeanographischen Daten auf externen Datenträgern gesichert, da einige Datensätze zu groß für eine Live-Datenübertragung an das BSH sind. Nach dem Transport der Daten bzw. Datenträger zum BSH findet die Archivierung der Daten auf einem Server statt. Eine Sicherung der Daten erfolgt per Bandlaufwerk und durch eine Spiegelung der Daten am BSH Dienstsitz Rostock. Dank dieser doppelten Sicherung führt ein Ausfall von z.B. einem Speichermedium nicht zum Verlust der Daten.

Abschließend erfolgt der Import aller Daten in die FINO-Datenbank.

7.3. Administration der Datenbank

Vor dem Einspeisen in die BSH-eigene Datenbank werden die relevanten Parameter aus den Datensätzen gefiltert und qualitätskontrolliert. Anschließend werden sie in die vom BSH betriebene FINO-Datenbank transferiert und dort zur Verfügung gestellt. Zusätzlich werden ausgewählte Messwerte stündlich im Internet präsentiert.

In der FINO-Datenbank (<http://fino.bsh.de>) sind die bisher aufgezeichneten ozeanographischen und meteorologischen Daten online abrufbar.

Die Zeitreihen der FINO1 beginnen 2003, die der FINO2 im Jahre 2007 und die der FINO3 2013. Die Datenbank ermöglicht eine graphische Darstellung der Daten, sowie deren Download. Zurzeit sind 1865 Datenbanknutzer registriert. Dies entspricht einem Zuwachs von ca. 35 % verglichen mit dem Ende des vorherigen Projektzeitraums. Wie in Abbildung 2 dargestellt, sind nationale und internationale Nutzer aus dem wirtschaftlichen, wissenschaftlichen und institutionellen Bereich registriert. In Abbildung 25 sind die neuerstellten bzw. reaktivierten Accounts vom 01.10.2020-30.09.2021 (letztes Jahr des Projektzeitraums) aufgeführt. Dies waren insgesamt 146 Neuregistrierungen/Reaktivierungen. Deutlich ist zu sehen, dass im Vergleich zur Gesamtstatistik (Abb. 24) die Daten noch stärker aus der Wirtschaft nachgefragt werden. Dieser Trend ist vor allem zu sehen, seitdem die FINO-Datenbank kostenfrei für alle Datennutzer verfügbar ist. Häufig werden die Daten für Abschätzungen in Logistikfragen von Windparks und -anlagen, für Ertragsabschätzungen und Lastabschätzungen oder zur Validierung von Modellen verwendet. Die Nutzer der Datenbank werden seitens des BSH betreut: Registrierung und Freischaltung der Nutzer, Beantwortung von Fragen bezüglich des Messaufbaus, der Datenverfügbarkeit oder ähnlichem.

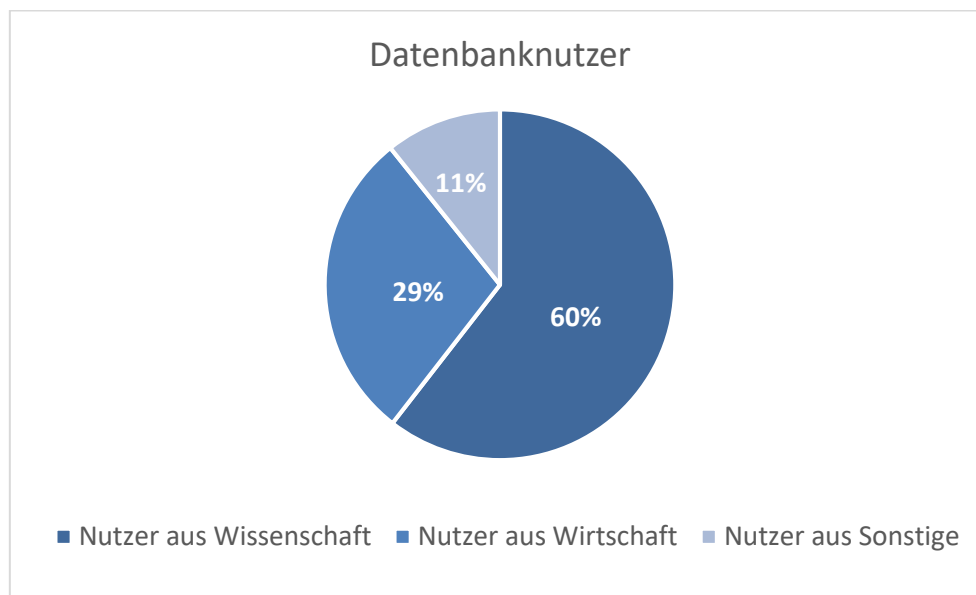


Abbildung 2: Verteilung der registrierten Nutzer der FINO-Datenbank.

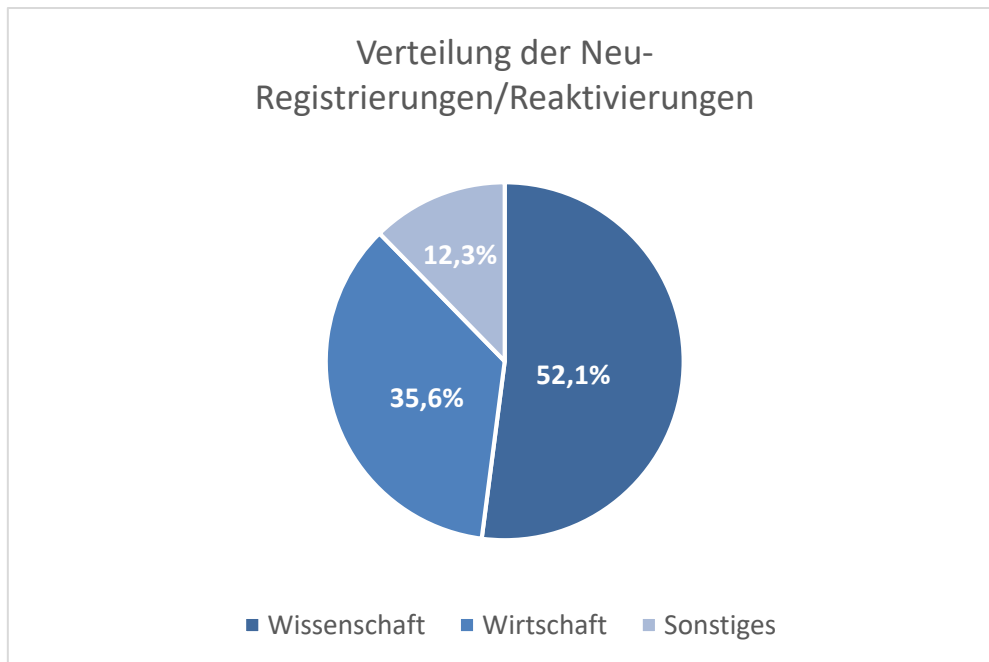


Abbildung 3: Verteilung der Neu-Registrierungen/Reaktivierungen im Projektzeitraum

7.4. Veröffentlichungen

Die Daten des FINO-Projektes stehen nicht nur über die Datenbank der Öffentlichkeit zur Verfügung, sondern auch über Verlinkungen auf Internet-Portalen bzw. -seiten. Jede FINO-Station besitzt darüber hinaus ihre eigene Internetseite (siehe u.a. www.fino1.de) auf der die Livedaten der jeweiligen Station zu finden sind.

Eine genaue Anzahl der Veröffentlichungen, die FINO-Daten verwenden, kann nicht angegeben werden. Zwar ist die Benennung des BMWi und des PTJ als Datenquelle verpflichtend, eine Anmeldung von Publikationen am BSH jedoch nicht. Eine Liste der in diesem Projekt von den Projektpartnern erschienenen Veröffentlichungen befindet sich im Anhang. Zudem wird im Anhang eine Liste relevanter wissenschaftlicher Publikationen seit 2018 aufgeführt, die mit Hilfe einer Suchmaschine speziell für die Literaturrecherche wissenschaftlicher Dokumente erstellt wurde. Bei der Suche wurden nach den Begriffen FINO, BMWi und PTJ gefiltert. Diese Anzahl der Publikationen und die rege Nutzung der FINO-Datenbank zeigt deutlich den Wert der Messdaten, den Nutzen für die Offshore-Industrie und den wissenschaftlichen Nutzen der in dem FINO-Projekt erhobenen Daten.

8. Schlusswort

Die Plattform FINO1 erhebt seit 2003 Offshore-Messdaten. Der dadurch gewonnene umfassende Erfahrungsschatz aller Beteiligten (BSH, UL und IOW) führte zum Erfolg dieses Projekt-Vorhabens. Darüber hinaus war die gute Zusammenarbeit und die schnelle und unkomplizierte Kommunikation zwischen den Projektpartnern von elementarer Bedeutung, um auf Unvorhergesehenes möglichst zügig reagieren zu können.

Durch die weitgehend lückenlose Erfassung der wichtigsten meeresphysikalischen Parameter und die langfristige Speicherung konnte eine große Zahl repräsentativer sowie extremer Ereignisse (wie z.B. Sturmfluten) im Offshore-Bereich dokumentiert werden. Jedoch haben wir uns auch durch die COVID-19-Pandemie sowie den Messkettenabriss (FINO3) neuen Herausforderungen stellen müssen. Diese haben zu häufigeren Lücken geführt, auf welche manchmal nur verzögert reagiert werden konnte. Durch das FINO Projekt konnten die örtlichen Umweltverhältnisse und deren Beeinflussung durch die Plattformen und Windparks im Ansatz untersucht werden. Weitergehende Analysen werden durch andere Projekte durchgeführt. Die Erfassung der Veränderungen der Umwelt durch die Windparks ist von erheblicher Bedeutung. Die in dem Projekt erhobenen Daten wurden über die gesamte Projektlaufzeit stets nachgefragt und haben einen großen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Beitrag (u.a. als wichtige Grundlage zur Erfüllung der Aufgaben die aus dem Wind See-Gesetz hervorgehen) geleistet.

Letztendlich ist die FINO-Datenbank mit historischen und aktuellen Daten eine in dieser Form einmalige Datenbank, welche momentan die einzige umfassende meteorologisch-ozeanographische Grundlage von in-situ Daten für Berichte im Zuge des neuen Gesetzes zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (WindSeeG) bildet.

Wir möchten uns bei allen beteiligten Projektpartnern für die gute Zusammenarbeit in den letzten Jahren bedanken. Nur durch die ausgezeichnete Kooperation und Kommunikation konnte ein solches Projekt erfolgreich sein. Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi, aktuell BMWK) und durch das Forschungszentrum Jülich GmbH (Projektträger Jülich) gefördert. Im August 2021 wurde das Projekt beendet. Die Messungen werden im Nachfolgeprojekt fortgeführt und die Datenbank ausgebaut.

9. Anhang

9.1. Liste der Veröffentlichungen von Projektpartnern

Frühmann, R.K., Neumann, T, Decker H (2021).: Erprobung und Validierung eines Infrarot-Messsystems zur Erfassung der Wasseroberflächentemperatur. FINO Konferenz 2021, Kiel

Frühmann, R.K., Ortensi, M., Neumann, T. (2021). Wind farm wake effects on the wind conditions at FINO1. WESC 2021, Online

Frühmann, R.K., Neumann, T., Ortensi, M. (2021): Impact and opportunities of offshore atmospheric stability: a long-term measurements study at FINO1. Poster at Wind Europe Electric City 2021

9.2. Liste weiterer Veröffentlichungen basierend auf FINO-Daten

Bahamonde, M. I., & Litrán, S. P. (2019). Study of the energy production of a wind turbine in the open sea considering the continuous variations of the atmospheric stability and the sea surface roughness. *Renewable Energy*, 135, 163-175.

Bahamonde García, M. I., Macías Macías, J., Rodríguez González, C., Litrán, S. P., & Sánchez Herrera, M. R. (2022). Modeling of the Wind Potential in the Open Sea and Its Application to the Calculation of Energy. *Energies*, 15(3), 1157.

Bastigkeit, I., Leimeister, M., Watson, W., Wolken-Möhlmann, G., & Gottschall, J. (2021, September). Enhanced design basis for offshore wind farm load calculations based on met-ocean data from a floating lidar system. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2018, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.

Brune, S., Keller, J. D., & Wahl, S. (2021). Evaluation of wind speed estimates in reanalyses for wind energy applications. *Advances in Science and Research*, 18, 115-126.

Chen, W., Schulz-Stellenfleth, J., Grayek, S., & Staneva, J. (2021). Impacts of the assimilation of satellite sea surface temperature data on volume and heat budget estimates for the North Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 126(5), e2020JC017059.

Dissanayake, P., Wurpts, A., & Winter, C. (2019). Storm Classification and the Investigation of Impacts on Beach/dune. *Coastal Structures 2019*, 632-641.

Dornhelm, E., Seyr, H., & Muskulus, M. (2019). Vindby—A serious offshore wind farm design game. *Energies*, 12(8), 1499.

Du, J., Bolaños, R., Larsén, X. G., & Kelly, M. (2019). Wave boundary layer model in SWAN revisited. *Ocean Science*, 15(2), 361-377

Emeis, S., & Wilbert, S. (2021). Measurement Systems for Wind, Solar and Hydro Power Applications. In *Springer Handbook of Atmospheric Measurements* (pp. 1385-1405). Springer, Cham.

- Esselborn, S., Schöne, T., Illigner, J., Weiß, R., Artz, T., & Huang, X. (2022). Validation of recent altimeter missions at non-dedicated tide gauge stations in the Southeastern North Sea. *Remote Sensing*, 14(1), 236.
- Ghobadian, M., & Stammer, D. (2019). Inferring Air-Sea Carbon Dioxide Transfer Velocities From Sea Surface Scatterometer Measurements. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124(11), 7974-7988.
- Hadjihoseini, A., Lind, P. G., Mori, N., Hoffmann, N. P., & Peinke, J. (2018). Rogue waves and entropy consumption. *EPL (Europhysics Letters)*, 120(3), 30008.
- Helbing, G., & Ritter, M. (2020). Improving wind turbine power curve monitoring with standardisation. *Renewable energy*, 145, 1040-1048.
- Hildebrandt, A., Schmidt, B., & Marx, S. (2019). Wind-wave misalignment and a combination method for direction-dependent extreme incidents. *Ocean Engineering*, 180, 10-22.
- Imberger, M., Larsén, X. G., & Davis, N. (2021). Investigation of spatial and temporal wind-speed variability during open cellular convection with the model for prediction across scales in comparison with measurements. *Boundary-Layer Meteorology*, 179(2), 291-312.
- Kretschmer, M., Raach, S., Taubmann, J., Ruck, N., & Cheng, P. W. (2020, September). Wake redirection for active power control: a realistic case study. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1618, No. 2, p. 022059). IOP Publishing.
- Krieger, D., Krueger, O., Feser, F., Weisse, R., Tinz, B., & von Storch, H. (2021). German Bight storm activity, 1897–2018. *International Journal of Climatology*, 41, E2159-E2177.
- Larsén, X. G., & Fischereit, J. (2021). A case study of wind farm effects using two wake parameterizations in the Weather Research and Forecasting (WRF) model (V3. 7.1) in the presence of low-level jets. *Geoscientific Model Development*, 14(6), 3141-3158.
- Lasut, A. (2018). *Occurrence of Wind-Wave Misalignment using FINO and OBLEX data* (Master's thesis, University of Stavanger, Norway).
- Leithead, W., Camciuc, A., Amiri, A. K., & Carroll, J. (2019, October). The X-rotor offshore wind turbine concept. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1356, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
- Møller, M., Domagalski, P., & Sætran, L. R. (2020). Comparing abnormalities in onshore and offshore vertical wind profiles. *Wind Energy Science*, 5(1), 391-411.
- Nybø, A., Nielsen, F. G., & Reuder, J. (2019, October). Processing of sonic anemometer measurements for offshore wind turbine applications. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1356, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.
- Pettas, V., Kretschmer, M., Clifton, A., & Cheng, P. W. (2021). On the effects of inter-farm interactions at the offshore wind farm Alpha Ventus. *Wind Energy Science*, 6(6), 1455-1472.
- Platis, A., Siedersleben, S. K., Bange, J., Lampert, A., Bärfuss, K., Hankers, R., ... & Emeis, S. (2018). First in situ evidence of wakes in the far field behind offshore wind farms. *Scientific reports*, 8(1), 1-10.

- Podein, P., Tinz, B., Blender, R., & Detels, T. (2021). Reconstruction of annual mean wind speed statistics at 100 m height of FINO1 and FINO2 masts with reanalyses and the geostrophic wind. *Meteorologische Zeitschrift*.
- Porchetta, S., Temel, O., Muñoz-Esparza, D., Reuder, J., Monbaliu, J., Van Beeck, J., & van Lipzig, N. (2019). A new roughness length parameterization accounting for wind–wave (mis) alignment. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19(10), 6681–6700.
- Schendel, A., Hildebrandt, A., Goseberg, N., & Schlurmann, T. (2018). Processes and evolution of scour around a monopile induced by tidal currents. *Coastal Engineering*, 139, 65–84.
- Schulz-Stellenfleth, Johannes & Foerderreuther, Silvia & Horstmann, Jochen & Staneva, Joanna. (2021). Optimisation of Parameters in a German Bight Circulation Model by 4DVAR Assimilation of Current and Water Level Observations. *Frontiers in Marine Science*, 8, 648266.
- Schultze, L. K., Merckelbach, L. M., & Carpenter, J. R. (2020). Storm-induced turbulence alters shelf sea vertical fluxes. *Limnology and Oceanography Letters*, 5(3), 264–270.
- Schultze, L. K. P., Merckelbach, L. M., Horstmann, J., Raasch, S., & Carpenter, J. R. (2020). Increased mixing and turbulence in the wake of offshore wind farm foundations. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125(8), e2019JC015858.
- Seyr, H., & Muskulus, M. (2019). Use of Markov decision processes in the evaluation of corrective maintenance scheduling policies for offshore wind farms. *Energies*, 12(15), 2993.
- Seyr, H., & Muskulus, M. (2019). Decision support models for operations and maintenance for offshore wind farms: a review. *Applied Sciences*, 9(2), 278.
- Sim, S. K., Maass, P., & Lind, P. G. (2019). Wind speed modeling by nested ARIMA processes. *Energies*, 12(1), 69.
- Sobotka, A., Rowicki, M., Badyda, K., & Sobotka, P. (2021). Regulatory aspects and electricity production analysis of an offshore wind farm in the Baltic Sea. *Renewable Energy*, 170, 315–326.
- Solbrekke, I. M., Sorteberg, A., & Haakenstad, H. (2021). The 3 km Norwegian reanalysis (NORA3)—a validation of offshore wind resources in the North Sea and the Norwegian Sea. *Wind Energy Science*, 6(6), 1501–1519.
- Tonani, M., Sykes, P., King, R. R., McConnell, N., Péquignet, A. C., O'Dea, E., ... & Siddorn, J. (2019). The impact of a new high-resolution ocean model on the Met Office North-West European Shelf forecasting system. *Ocean Science*, 15(4), 1133–1158.
- Wolff, M. F., Schmietendorf, K., Lind, P. G., Kamps, O., Peinke, J., & Maass, P. (2019). Heterogeneities in electricity grids strongly enhance non-Gaussian features of frequency fluctuations under stochastic power input. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 29(10), 103149.
- Wolken-Möhlmann, G., & Gottschall, J. (2020, October). Dependence of Floating LiDAR performance on external parameters—Are existing onshore classification methods applicable?. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1669, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.

Zhu, F., Bienen, B., O'Loughlin, C., Morgan, N., & Cassidy, M. J. (2018). The response of suction caissons to multidirectional lateral cyclic loading in sand over clay. *Ocean Engineering*, 170, 43-54.

IOW, Seestraße 15, 18119 Rostock

15.10.2021

Warnemünde, den

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

FINO / Kai Herklotz

Bernhard-Nocht-Straße 78

20359 Hamburg

Dipl. Ing. Erik Stohr
IOW FINO2MT
Sektion Physikalische Ozeanographie und
Messtechnik
Telefon: (+49 381) 51 97 - 147
Mobil: (+49 172) 301 – 2413
www.io-warnemuende.de
e-mail: stohr@io-warnemuende.de

Betreff: Abschlussbericht zu §9 Abs. 2

Ihr Zeichen: 0329905G/IOW

Auftragsnummer 10042733

Sehr geehrte Damen und Herren,

anbei übersende ich Ihnen den Abschlussbericht entsprechend Anlage 2 des Vertrages zum „Betrieb und Erweiterung der FINO-Datenbank für FINO1, FINO2 und FINO3, Fortsetzung der Umwelt- und Belastungsmessungen FINO1, Fortsetzung des ozeanographischen Messbetriebes FINO3 und Aufnahme des ozeanographischen Messbetriebes FINO2“.

Mit freundlichen Grüßen

Erik Stohr



Abschlussbericht zu § 9 Abs. 2

Auftraggeber: BSH Hamburg Bernhard-Nocht-Straße 78 20359 Hamburg	Projekt-Kennzeichen:
Auftragnehmer: Leibniz Institut für Ostseeforschung Warnemünde Seestraße 15 D-18119 Rostock-Warnemünde	0329905H/IOW
Auftragsbezeichnung: „Betrieb und Erweiterung der FINO-Datenbank für FINO1, FINO2 und FINO3, Fortsetzung der Umwelt- und Belastungsmessungen FINO1, Fortsetzung des ozeanographischen Messbetriebes FINO3 und Aufnahme des ozeanographischen Messbetriebes FINO2“.	
Laufzeit des Auftrages: 01.07.2018 bis 31.08.2021	

Dipl. Ing. Erik Stohr

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde

Sektion Physik / MT

Seestrasse 15 D-18119 Rostock

Tel.: +49 381 5197 147

Mobil: +49 172 3012 413

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
I) Kurze Darstellung zu	6
1. Aufgabenstellung	6
2. Voraussetzungen, unter denen der FE-Auftrag durchgeführt wurde	7
3. Planungen und Ablauf des Auftrages	8
4. wissenschaftlich, technischer Stand, an den geknüpft wurde, insbesondere	11
• Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des FE-Auftrags benutzt wurden	
• Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste	
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	12
II) Eingehende Darstellung	12
1) Des Aufbaus und der erzielten Ergebnisse	12
2) Des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses	18
3) Des während der Durchführung des FE-Auftrags dem AN bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Auftrags bei anderen Stellen	19
4) Der erfolgten Veröffentlichungen des FE-Ergebnisses nach §11. Wenn zur Wahrung berechtigter Interessen des AN oder Dritter oder aus anderen sachlichen Gesichtspunkten bestimmte Einzelheiten aus dem Bericht vertraulich zu behandeln sind (z.B. Wahrung der Priorität bei Schutzrechtsanmeldungen), so hat der AN den AG ausdrücklich darauf hinzuweisen.	19

III) Dem Schlussbericht ist als Anlage ein kurz gefasster Erfolgskontrollbericht beizufügen, der nicht veröffentlicht wird. Dieser muss im Hinblick auf die Berichtspflicht des AG Angaben enthalten über	19
1) Das wissenschaftlich-technische Ergebnis des FE-Auftrags, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen	19
2) Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte die vom AN oder von am Auftrag Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden, ggf. auch deren standortbezogene Verwertungen (Lizenzen u.a.)	20
3) Die evtl. wirtschaftlichen Erfolgsaussichten nach Auftragsende (mit Zeithorizont)	20
4) Die evtl. wissenschaftlichen und / oder technischen Erfolgsaussichten nach Auftragsende (mit Zeithorizont)	21
5) Die evtl. wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte.	21
6) Arbeiten die zu keiner Lösung geführt haben	21
7) Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer	22
8) Die Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung	22

Vorwort

Die FINO-Plattformen sind drei Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee, die auf der Basis des Strategiepapiers der Bundesregierung zur Windenergienutzung von 2002 in potentiellen Eignungsgebieten für die Offshore-Windenergiegewinnung errichtet wurden. Entsprechend des Programms der Bundesregierung für die Offshore-Windenergiegewinnung sind bis zum Jahr 2030 Offshore-Windparks mit einer Gesamtleistung von insgesamt 20 bis 25 GW zu errichten. Damit verbunden stand das Ziel, die Emission von Treibhausgasen bis zum Jahr 2020 um 40% und bis 2050 um 80-95% zu reduzieren.

Mit Hilfe der drei Forschungsplattformen werden meteorologische und ozeanographische Dauermessungen durchgeführt, die der ökologischen Begleitforschung und Umweltüberwachung während der Errichtung und während des Betriebes der Offshore-Windkraftanlagen dienen. Die baubegleitenden Forschungen bilden die Grundlage für die umweltschonende Errichtung und die Beweissicherung durch die am Bau beteiligten Firmen, sowie für begleitende umweltpolitische Entscheidungen der Bundesregierung.

Die Forschungsplattform FINO 2 in der Ostsee befindet sich seit 2007 in Betrieb. Sie wurde an einem für die Umweltüberwachung und die Ozeanographie in besonderem Maße repräsentativen Standort errichtet, an der Untiefe „Kriegers Flak“ am Nordwestrand des für den Salzwasserhaushalt der Ostsee sehr wichtigen Arkonabeckens. An dieser Lokation ist neben den errichteten Windparks Baltic II (deutsche AWZ) und Kriegers Flak (dänische AWZ) noch ein weiterer Windpark in der schwedischen AWZ geplant, die zusammen ca. 320 Offshore-Windkraftanlagen beinhalten werden.



Abbildung 1:
Forschungsplattform
FINO 2 in der Ostsee

Die hydrographischen Messsysteme und Messungen auf den drei FINO-Plattformen werden durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) koordiniert. Das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) ist seit mehr als 25 Jahren Partner des BSH in Fragen der Forschung und Umweltüberwachung in der Ostsee. Es führt im Auftrage des BSH das international abgestimmte, schiffsgebundene Ostseeüberwachungsprogramm durch und betreibt drei Ostsee-Stationen des marinen Umweltmessnetzes des BSH (MARNET).

Folgerichtig hat sich das IOW daher in 2010 bereit erklärt, auf Basis seiner Erfahrungen beim Aufbau und Betrieb automatischer Stationen in der Ostsee (MARNET, Fehmarn Belt Link Monitoring Projekt usw.), bei erfolgreicher Einwerbung von zusätzlichen Fördermitteln, die Entwicklung, den Aufbau und den Langzeitbetrieb eines Unterwassermesssystems für die ozeanographische Forschung und Überwachung auf der Ostseeplattform FINO2 zu übernehmen. Es wurde ein an die speziellen Gegebenheiten am „Kriegers Flak“ angepasstes Ausrüstungskonzept entworfen, welches dem speziellen Standort in der südlichen Ostsee gerecht wird, mit starker Schichtung sowie hoher vertikaler und zeitlicher Variabilität. Seine Umsetzung ermöglicht die kontinuierliche Erfassung aller wichtigen hydrographischen Daten an der Windmessplattform FINO2, einschließlich stündlicher Datenfernübertragung an die FINO-Datenbank. Auf der Basis dieses Konzeptes konnte das ozeanographische Messsystem für die Plattform FINO2 2011 in die Förderung des BMU mit aufgenommen werden. Zur Umsetzung dieses Konzeptes wurde Anfang 2012 der erste Forschungs- und Entwicklungsvertrag zwischen BSH und IOW geschlossen. Die diesem Bericht zugrundeliegende erste Verlängerung trat zum 01.11.2014 in Kraft.

Das hydrographische Messsystem FINO2 wurde seitdem im Dauerbetrieb weitergeführt und in einigen Punkten überarbeitet. Die inzwischen gewonnenen Langzeitdatenreihen erfüllen in vollem Umfang die Anforderungen des Anlagen- und Errichter-Konsortiums wirtschaftlicher Unternehmen, unterstützen die Forschung zur Offshore-Windenergie und ergänzen die hydrographischen Messungen des bestehenden MARNET-Messnetzes des BSH und IOW in der westlichen Ostsee. Wie sich auf zahlreichen Workshops während der Projektbearbeitung bestätigte, sind die vom neuen System gemessenen Salzgehalts- und Sauerstoffprofile, die Chlorophyll- und Trübungsverteilungen sowie die Seegangs- und Strömungsdaten für die Windenergiebranche von essentieller Bedeutung. Sie bieten darüber hinaus den genehmigenden Behörden eine wichtige Entscheidungshilfe.

I) Kurze Darstellung

1) Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung ergibt sich aus dem vom IOW erarbeiteten Konzept für das Betreiben einer ozeanographischen Messkette für die Plattform FINO2. Weiterhin aus der Förderungsbewilligung 0329905H/IOW mit Förderzeitraum vom 01.07.2018 bis 30.06.2021, mit anschließender kostenneutraler Verlängerung bis 31.08.2021. Darüber hinaus ist der gesonderte Forschungs- und Entwicklungsvertrag zwischen BSH und IOW eine weitere Grundlage. Die Gesamtförderung beinhaltet **den Betrieb und die Erweiterung der FINO-Datenbank für FINO 1, 2 und 3 sowie die Fortsetzung der Umweltmessungen auf FINO 1 und die Fortsetzung der ozeanographischen Messungen auf FINO 2 und 3.**

Der Forschungs- und Entwicklungsvertrag über das benannte Vorhaben zwischen BSH und IOW wurde über ein Gesamtvolumen von 913.436,00 € zur Abgeltung aller Aufwendungen des IOW geschlossen (Auftragsnummer 0329905G /IOW). Der Vertrag trat rückwirkend mit Wirkung vom 01.07.2018 in Kraft. Das IOW begann unmittelbar mit dessen Umsetzung.

Konkretisiert wurden die Aufgaben für das IOW insbesondere durch die vertraglichen Vereinbarungen §5 und das Konzept für das ozeanographische Messsystem FINO 2 und die dazugehörigen Arbeitspakete: Betreuung der ozeanographischen Messungen auf FINO2 und Allgemeine Publikation der Ergebnisse aus dem Forschungs- und Entwicklungsvertrag zwischen BSH und IOW.

Die ozeanographischen Messungen beschreiben die Seegangs- und Strömungsverhältnisse an der Plattform und erfassen Extremereignisse. Sie dienen der allgemeinen Meeresumweltbeobachtung und beschreiben die physikalischen Bedingungen (Wasserstand, Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff). Für diesen Teil der Projektphase sollten pH-Messungen (5m) wieder aufgenommen werden, um der zunehmenden Versauerung der Ostsee Rechnung zu tragen. Es wurde im Antrag darauf hingewiesen, dass es aufgrund des elektrischen Korrosionsschutzes auf FINO2 problematisch sein kann diese Geräte einzusetzen, daher wurde eine zusätzliche Verankerung mit Funkboje für den operativen Einsatz AWAC/pH in Betracht gezogen. Dies scheiterte allerdings an den Bestimmungen des Windparkbetreibers.

Die durchzuführenden Arbeitspakete wurden im Antrag wie folgt benannt:

- Monatliche Wartung der Messkettensensorik
- Quartalsmäßige Wartung der Datenerfassungssysteme
- halbjährliche Austausch des Wellen- und Strömungsmesser
- halbjährlicher Austausch der Messkette
- Vorbereitung und Bau der Messkette in der Werkstatt des IOW

- Systemkontrollen der Austauschsensoren
- Kontrolle der eingesetzten Geräte und Sensoren
- Kalibrierung und Rekalibrierung von Sensoren
- Kontrolle des Datentransfers
- Durchführung von Vergleichsmessungen (angestrebt ist ein 6-8 Wochen Rhythmus) zur Qualitätssicherung
- tägliche Sichtprüfungen der Daten

Zeitraum für die Durchführung der Arbeiten: Juli 2018 – Juni 2021

Kostenneutrale Verlängerung: Juli 2021 – August 2021

2) Voraussetzungen unter denen der FE-Auftrag durchgeführt wurde

Sowohl die EU, als auch Deutschland, sehen in der Gewinnung erneuerbarer Energien mittels Offshore-Windkraftanlagen einen der größten Zukunftsmärkte der nächsten Jahrzehnte. Die deutsche Bundesregierung hat sich in diesem Zusammenhang das Ziel gesetzt, bis 2030 Offshore-Windanlagen mit einer Gesamtleistung von insgesamt 20 bis 25 GW zu errichten. Damit verbunden ist das Ziel, die Emission von Treibhausgasen bis zum Jahr 2020 um 40% und bis 2050 um 80-95% zu reduzieren. Die in diesem Zusammenhang frühzeitig von der Bundesregierung geförderten FINO-Plattformen sowie die nunmehr konkrete Förderung eines ozeanographischen Messsystems, auch für die Ostseeplattform FINO2, stellen die wesentlichste Voraussetzung für die Durchführung des FE-Auftrages dar. Weitere wesentliche Voraussetzung ist der dringende Bedarf der Errichter-Konsortien sowie der genehmigenden Behörden nach begleitenden Langzeitdatenreihen, einschließlich adäquat räumlich und zeitlich aufgelöster ozeanographischer Datenreihen. Hinzu kamen die wissenschaftlichen-technischen Voraussetzungen des IOW zur bestmöglichen Abwicklung des Projektes im wissenschaftlichen Environment der Ökosystemforschung in der Ostsee, unterstützt durch die ingenieurtechnischen Erfahrungen am IOW aus Entwicklung, Aufbau und Dauerbetrieb komplexer automatischer Messstationen-Stationen in der Ostsee (MARNET und andere).

Eine vorher nicht einzukalkulierende Schwierigkeit ergab sich durch die COVID 19 Pandemie, die im Dezember 2019 begann und für mehrere Monate keinerlei Arbeiten auf der Station bzw. im Labor zuließ. Während dieser Phase beschränkte sich die Arbeit auf die online ausführbaren Arbeiten, da auch die Arbeitsstellen pandemiebedingt nicht betreten werden durften. Auch noch in 2020 gab es weitführende Kontaktbeschränkungen, so dass ein geregelter Besuch der Plattform nahezu nicht möglich war.

3) Planung und Ablauf des Auftrages

Der mit dem BSH geschlossene FE-Auftrag lässt sich in drei Komplexe einteilen, die durch das IOW zu bearbeiten waren. Zu diesen Komplexen zählen die tägliche Überwachung der Datenverkehre von der Station in die Datenbanken des IOW / BSH, die halbjährlichen Wechsel der Messgeräte inklusive Vergleichsmessungen und nachfolgende landseitige Wartung des Gerätepools, sowie eine Entwicklungs- und Erprobungsphase der pH-Messungen.

Mit der Verlängerung des Förderantrages zum 01.07.2018 konnten die Aufgaben zur kontinuierlichen Messung der ozeanographischen Messwerte an der FINO₂ weiter geführt werden. Dazu wurden noch in 2018 mehrere Fahrten durchgeführt, um notwendige Reparaturen an der Messkette durchzuführen, die während der kostenneutralen Verlängerung nicht getätigt werden konnten. Im November des gleichen Jahres wurden letztmalig die alten Hauptniveaus verwendet und ein großer Messgeräthewechsel auf der Station durchgeführt. Im Jahr 2019 wurde der Dauerbetrieb der Station fortgeführt, wobei die pH Messungen zunächst zurückgestellt wurden, da ein Messgerät unmögliche Messwerte auswarf und das zweite nach einem Ringvergleich in Norwegen defekt war. Bei dem Ringversuch ergab sich die Option ein für die Ostsee geeigneteres Gerät zu testen (SAMI pH). Im Verlauf des Jahres kam es zu einigen Ausfällen, die der mangelnden Wartungsmöglichkeit und dem daraus resultierenden Verschleiß geschuldet sind. Nachfolgend wird in erster Linie die Arbeit während der Ausfahrten im Berichtsjahr 2019 beschrieben, da diese in der Regel aufzeigen, welche Fehler tatsächlich aufgetreten sind. Zwar sind die Folgen, wie zum Beispiel der Ausfall eines Messgerätes, bereits an Land aufgrund der stündlichen Datenübertragung zu erkennen, aber über die Ursache kann man in der Regel nur mutmaßen. Auffällig ist, dass nach einem festgestellten Fehler relativ viel Zeit vergangen ist, bis das System in einen einwandfreien Zustand versetzt werden konnte. In erster Linie lag es daran, dass im Herbst keine regelmäßig organisierten Ausfahrten stattgefunden haben. Bei der ersten Fahrt des Jahres im April mit der Elisabeth Mann Borgese wurde der routinemäßige Wechsel der zehn Microcat-Niveaus (CTD) durchgeführt. Zusätzlich wurden die Hauptniveaus abgebaut und im 2m Niveau durch ein neu beschafftes WQM ersetzt, so dass sich am Hauptstrang nur noch induktiv gekoppelte Messgeräte befanden. Bei der Inspektion der Messketten wurden mehrere kleine Beschädigungen festgestellt, die vor Ort behoben werden konnten. Im Anschluss an die Fahrt wurden die ausgewechselten Messgeräte einer Grundreinigung mit anschließender Kalibrierung unterzogen, um sie für den nächsten Einsatz vorzubereiten. Auf der folgenden Reise im Mai mit der Baltic Taucher II wurden neben den üblichen Vergleichsmessungen die beiden unteren Hauptniveaus mit den bis dahin eingetroffenen WQM's ausgestattet, so dass ab da alle Hauptniveaus wieder bestückt waren.

Im weiteren Verlauf des Sommers waren dann umfangreiche Taucharbeiten an der Plattform mit der Elisabeth Mann Borgese geplant, die aber aufgrund des Wetters nicht durchgeführt werden konnten, stattdessen wurde das Absatzgestell ausgetauscht, was zu einer Verbesserung der Datenkommunikation

fürte. Darüber hinaus wurde die Waverideboje des BSH wieder ausgesetzt nachdem sie im Vorfeld der Fahrt abgerissen war. Vergleichsmessungen wurden ebenfalls durchgeführt. Die Taucharbeiten wurden auf die EMB-Fahrt im Oktober verschoben.

Auf dieser Reise war der turnusmäßige Messgerätewechsel eingeplant und zusätzlich die im August nicht durchgeführten Tauchaufgaben. Diese waren aufgrund der Wetterbedingungen nicht möglich. Ein Überstieg zur Plattform, wie ursprünglich geplant konnte ebenfalls nicht durchgeführt werden, da seitens des Betreibers kein Personal gestellt werden konnte und somit wurden auf der Reise nur Vergleichsmessungen durchgeführt. In der Folge setzten peu à peu nahezu alle Geräte aus, da die internen Energiesysteme leer waren. Bis zum 16.12. konnten aufgrund der Wetterverhältnisse bzw. der nicht Verfügbarkeit von Schiffen keine weiteren dringend benötigten Fahrten durchgeführt werden.

Im Dezember wurde dann eine Fahrt mit der Baltic Taucher II gemacht, die aufgrund des kleinen Wetterfensters und der vielen Aufgaben nur für die wichtigsten Aufgaben (Betankung, Gerätewechsel) genutzt werden konnte. Dabei wurden alle Microcats sowie 2 Hauptniveaus gewechselt.

In der anschließenden Winterperiode wurden die ausgewechselten Messgeräte einer Grundreinigung mit anschließender Kalibrierung unterzogen, um sie für den nächsten Einsatz vorzubereiten. Gleichzeitig wurden umfangreiche Veränderungen im Bereich des Antifoulingschutzes der Hauptniveaus vorgenommen. Dies wurde notwendig, da im oberen Bereich ein sehr starker Befall von Pocken, Muscheln und Algen auftrat, der die Messungen beeinträchtigte.

Im Jahr 2020 wurde der Dauerbetrieb der Station fortgeführt und die pH Messungen wieder in den Fokus genommen. Basierend auf zwei geliehenen Messgeräten der Firma Sunburst Sensors konnten in diesem Jahr Testmessungen auf der FINO2 Station realisiert werden, die im Weiteren mit Vergleichsmessungen begleitet wurden. Erste Auswertungen erzielten vielversprechende Ergebnisse, wobei die Schichtung der Ostsee mit den unterschiedlichen Salzgradienten nach wie vor ein Problem bei allen Herstellern darstellt. In einem Projekt des IOW und des BSH zusammen mit dem Hersteller wird dabei an einem Verfahren gearbeitet die niedrigen Salzgehalte in der pH Messung zu berücksichtigen. Dabei sind die Sami pH Modular aufgebaut und können ggf. dahingehend erweitert werden. Diese Voraussetzungen zum Anlass nehmend wurden zum Jahresbeginn 2021 zwei dieser Geräte aus Projektmitteln angeschafft und seit dem Frühjahr 2021 eingesetzt.

Während es zu Beginn des Jahres 2020 noch nach einem geregelten Arbeitsablauf aussah, trat im März ein umfassender Lockdown mit massiven Reisebeschränkungen in MV ein. Daher waren im ersten Halbjahr keine praktischen Arbeiten im Labor oder auf der FINO2 möglich. Infolgedessen konnte der für das Frühjahr vorgesehene Wechsel des Messsystems nicht stattfinden, was zu einem nahezu kompletten

Ausfall der Messgeräte Ende März führte (Batteriespannung zu niedrig). Erst in der zweiten Jahreshälfte mit dem Beginn der Lockerungen des Lockdowns konnten die ersten Arbeiten (Kalibrieren, Batteriewechsel, usw.) der im Labor befindlichen Geräte wieder in Angriff genommen werden. Reisebeschränkungen und weitere COVID 19 Auflagen des Bundes, Landes, DNVGL's und IOW's verhinderten weiterhin eine Reise gemeinsam mit dem DNVGL zur Plattform. Erst nach weiteren Lockerungen konnte unter Anwendung umfangreicher Hygienekonzepte im Sommer ein Messgerätewechsel erfolgen. Dieser erfolgte Mitte August zunächst ohne das Betreten der Plattform durch die Forschungstaucher des IOW, da dem Betreiber kein Schiff zur Verfügung stand, um zur Plattform zu gelangen. Die Hygienekonzepte des IOW ließen keine Mitfahrt von institutsfremden Personen mit dem eigenen Forschungsschiff Elisabeth Mann Borgese zu. Aufgrund der Wetterbedingungen mussten die Taucharbeiten bereits nach 4 Stunden abgebrochen werden, so dass lediglich vier der zehn Microcats gewechselt werden konnten. Wenige Tage später nachdem der Betreiber ein Schiff chartern konnte, gab es die Möglichkeit zu einem Rendezvous auf der Plattform, bei dem auch die anderen Geräte getauscht werden konnten. Auch die weiteren Monate standen unter dem Einfluss der Pandemie und machten das kontinuierliche Arbeiten schwierig. Im Labor wurden unterdessen erste Erprobungen an dem oben beschriebenen pH Messgerät (Leihgabe) durchgeführt und durch die Werkstatt des IOW entsprechende Halterungen vorbereitet. Nach intensiven Erprobungen und Vorbereitungen der Software konnten am 07. November bei einer weiteren Ausfahrt neben dem untersten WQM auch die beiden Sami-pH Messgeräte inkl. einem vom IOW zum Patent eingereichten UV Antifouling System installiert werden. Bei der Implementierung in die Rechnerinfrastruktur wurden dabei unbemerkt die Kabel des Induktivmodems der regulären Messkette gezogen, so dass es im weiteren Verlauf keine Datenübertragung mehr gab. Diese Messwerte wurden Geräteintern gespeichert und nach dem Gerätewechsel im Frühjahr 2021 nachgereicht. Eine erneute Reise noch in der Weihnachtswoche musste vor Ort abgebrochen werden, da die Wetterbedingungen einen Überstieg auf die Plattform nicht zuließen. Erst Anfang Januar 2021 konnte dieser Fehler behoben werden. Ebenso konnte ein defektes UW Modem an der Station erst in 2021 gewechselt werden, so dass hier keine Onlinedaten des Strömungs- und Wellenmessers vorliegen.

Im November 2020 wurde an dem vom BMWi initiierten Workshop teilgenommen und ausdrücklich auf die Notwendigkeit der ozeanographischen Messungen hingewiesen. Darüber hinaus wurde in der anschließenden Auswertung explizit auf die angestrebte Erweiterung, die in der Projektskizze von 2020 dargestellt wurde, hingewiesen, um eine langfristige Reduzierung der Kosten bei gleichzeitiger Erhöhung der Datendichte zu erreichen.

Das Jahr 2021 war zweigeteilt. Zum einen gab es immer noch zahlreiche Auswirkungen des Lockdowns, die nach und nach behoben werden mussten, zum anderen galt es Zuarbeiten für den neuen

Förderantrag zu tätigen, die nicht nur auf den Fortbestand der Messungen abzielten, sondern auch auf eine Erweiterung zu einem profilierenden Messsystem. Allein bis Juli wurden daher 7 Ausfahrten zur FINO2 durchgeführt, um neben den notwendigen Messgerätewechseln und Instandsetzungen auch die pH-Messung (Abb. 2) wieder zu etablieren.

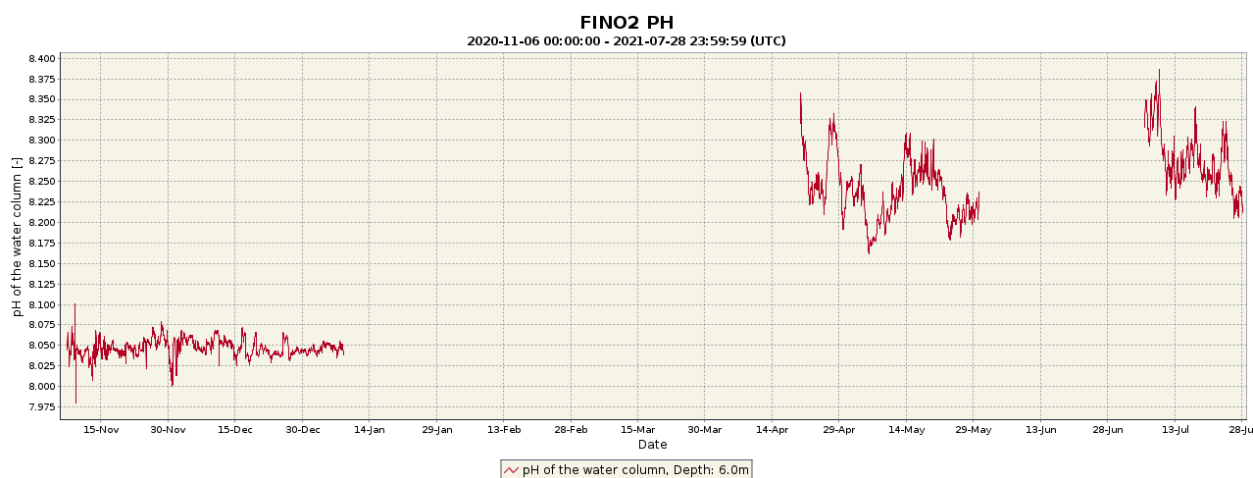


Abbildung 2: pH Messung 11/20 -05/21 mit Leihgeräten ab 07/21 eigene Geräte

4) wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde

Neben den für die Windenergiebranche relevanten Umweltparametern in der Luft, die durch andere Institute gemessen werden, wird seit 2013 eine adäquate Meeresforschungs- und Überwachungstechnik auf FINO2 eingesetzt und vorgehalten, die auf den jahrzehntelangen Erfahrungen aus MARNET und anderen Projekten mit festen automatischen Stationen basiert. Die grundsätzlichen ozeanographischen Verhältnisse und Variabilitäten an der Lokation waren aus den langjährigen Ökosystemforschungs- und Überwachungsaktivitäten des IOW sehr gut bekannt. Der Messkettenaufbau und das Abtastregime wurden somit weitestgehend aus MARNET adaptiert und die Hauptniveaus entsprechend den Gegebenheiten auf der Station FINO2 weiterentwickelt.

Eine besondere Rolle spielten bei der Entwicklung sowie bei der Installation des Messsystems auch die Erfahrungen aus dem Fehmarn Belt Projekt. Hier waren erstmals durchgängig für alle Sensoren induktive Datenübertragungstrecken genutzt worden. Außerdem war hier ein neuartiges Absetzsystem für ADCP-Profilstrom- und Seegangsmesser mit induktiver oder akustischer Datenübertragung sowie sehr zuverlässigem Releasersystem entwickelt worden, welches nun in modifizierter Form auch in FINO und MARNET angewendet wird. Das System FINO2 am „Kriegers Flak“, mit seinem angepassten Messsystem, schließt nun eine wesentliche Lücke in der räumlichen Abtastung der westlichen Ostsee nördlich der Darsser Schwelle und des Arkona-Beckens. Dabei ist die spezielle Umströmung der Untiefe Kriegers Flak, unter anderem wegen eines Einflusses durch den unmittelbar angrenzenden Offshore-Windpark Baltic II von besonderem Interesse.

Für die Wiedereinführung der pH-Messungen konnte eine enge Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Biogeochemie Umweltrelevanter Gase am IOW etabliert werden, die in einem Projekt mit dem BSH die pH Messungen in Brackwassern untersuchen und weiterentwickeln.

5) Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Mit den folgenden Institutionen und Unternehmen wurde zusammengearbeitet:

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH Hamburg)

DNV

International Baltic Engineering GbR

EnBW

Fa. Baltic Taucher

Darüber hinaus fungierten ca. weitere 50 Firmen als Zulieferer.

II) Eingehende Darstellung

1) Des Aufbaus und der erzielten Ergebnisse

Auf der Grundlage des seit Projektbeginn 2012 konkret für die FINO2-Station entwickelten Konzeptes wurde die Messstation 2013 vollständig mit dem neuen hydrographischen Messsystem ausgerüstet und im folgenden Verlauf betrieben. Dabei konnten immer wieder Verbesserungen gegenüber der ursprünglichen Auslegung durchgeführt werden, so dass Wartungen und Instandsetzungen wesentlich vereinfacht werden konnten. Nachfolgend wird zunächst der Aufbau des Messsystems und der konkrete Projektverlauf mit Ergebnissen skizziert.

Die Messkette

Die Messkette setzt sich aus 12 Messhorizonten zusammen. Zehn davon mit einem Abstand von jeweils 2m, um eine hinreichende vertikale Abdeckung der Wassersäule zu gewährleisten. Jedes dieser 10 Niveaus wurde mit einer CTD - Sonde der Firma SeaBird (SBE 37IM Microcat) (Abb. 3) ausgestattet. Das System hat eine eigene Langzeitbatterieversorgung und misst vorprogrammiert selbständig die drei Standardparameter Leitfähigkeit, Temperatur und Druck, in diesem Falle im 10-Minutentakt. Die Daten werden intern gespeichert und zudem einmal stündlich auf Anfrage im 6er Block über induktive Koppler und das isolierte Tragseil an das Datenmanagementsystem auf der Plattform übertragen



Abbildung 3: Induktive Messkette mit SeaBird SBE 37 IM (Temperatur, Leitfähigkeit und Druck)

Zusätzlich werden in drei dieser Horizonte (2m, 12m, 22m) weitere Parameter erfasst, um Aussagen zur Belüftung (Sauerstoff), zur Trübung und zur Chlorophyll-Fluoreszenz treffen zu können. Diese Baugruppen wurden im Laufe des Projektes durch den Water Quality Monitor (WQM) (Abb. 4) der Firma SeaBird (Wetlabs) ersetzt, welche über ein selbstentwickeltes Batteriepack mit integriertem Modem zu einem Induktiven Messgerät entwickelt wurden.



Abbildung 4: WetLabs Water Quality Monitor (WQM)

Diese erfüllen neben der Sauerstoff- und Chlorophyll-Fluoreszenz-Messung zusätzlich eine CTD Messung, was eine direkte Vergleichsmöglichkeit der WQM's und SBE37IM zulässt. Die in den Hauptniveaus zusätzlich integrierten Mikroprozessor-Logger- und -Steuergeräte konnten mit der Induktiven Datenübertragung vollständig abgelöst werden. Ebenso wie bei den CTD's erfolgen hier die Messungen alle 10 Minuten und werden stündlich im 6er Block vom Host-Rechner aktiv abgefragt. Auf dem benachbarten Strang wurde unterdessen in 5m der Sami-pH der Firma Sunburst inklusive eines im Haus entwickelten UV- Antifoulingssystemes installiert.

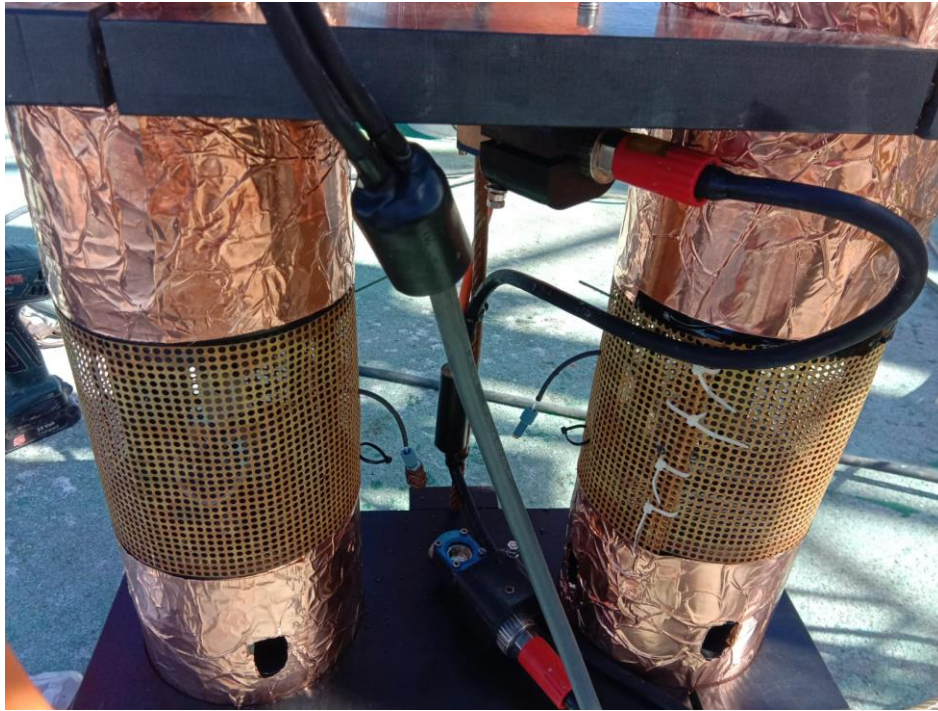


Abbildung 5: Doppelsensorik Sami pH mit UV Lampen und Kupferfolie

Das ADCP-Profilströmungs- und Seegangsmesssystem

Die Strömungs- und Seegangsmessungen werden plattformunabhängig vorgenommen, d.h. mit einem autonomen, 100-200m von der Messplattform auszubringenden Bodenabsatzgestell. Die hochauflösenden Messungen mit Intervallen von 1m erfolgen über die gesamte Wassersäule und beinhalten Strömungsprofilmessungen alle 10 Minuten, sowie stündlichen Seegangsmessungen. Diese Messungen können nicht in unmittelbarer Umgebung der Plattform erfolgen, da es zu einer Beeinflussung der Messungen durch die Plattform kommen würde. Auf Basis des akustischen Profilströmungsmessers Nortek AWAC wird das Bodenabsatzgestell betrieben, welches dank des verbesserten Platzangebotes gegenüber dem vorher bekannten RDI System mehr Raum für Batteriepacks bietet und somit eine längere Laufzeit gewährleistet (Abb. 6), entwickelt. Zusätzlich ist es mit einem akustischen Unterwassermodem (Typ S2C R 48/78) der Firma Evologics und einem Releaser der Firma KUM ausgestattet. Der AWAC ist mit einer Kardanik versehen, die es erlaubt, ein Gefälle von ca. 30° auszugleichen und den AWAC immer senkrecht messen zu lassen. Das Releasersystem gewährleistet eine einfache Bergung von einem Versorgungsschiff, das mit einem Kran ausgestattet ist.



Abbildung 6: AWAC Absetz-Gestell (Eigenentwicklung IOW) für AWAC und Seegangsmesssysteme incl. hydroakustischem Evologics Modem sowie Releaser

Eine effiziente und kostengünstige Energieversorgung erlaubt es, das Gesamtsystem mindestens ein 1 Jahr ausreichend mit Energie zu versorgen. Die Batteriepacks werden mit kostengünstigen Standard D-Zellen betrieben, um erhöhte Folgekosten für spezielle Batteriepacks zu vermeiden. Die Kommunikation mit der FINO 2 Plattform erfolgt über die hydroakustische Übertragung, wobei das entsprechende Gegenmodem über den zweiten Davit der FINO 2 Plattform installiert wurde, wie bereits oben erwähnt. Der AWAC speichert seine Daten intern ab und gibt sie zusätzlich zur Zwischenspeicherung an das akustische Modem. Dieses überträgt sie kompakt über die hydroakustische Verbindung zum Gegenmodem an der Plattform. Dieses wird regelmäßig mit Hilfe des stationsgebundenen Unterwassermodem vom Host-Rechner abgefragt.

Die Rechnerstruktur und Datenübertragung

Auf der Plattform werden alle Daten kabelgebunden von den Liften über eine Junctionbox zum Plattformcontainer geleitet. Der Host-Rechner (Abb. 7) fragt stündlich die CTD's über ein Surface Inductive Modem der Firma SeaBird ab und erhält die 10 Minuten Werte der einzelnen Geräte. Weiterhin werden die Unterwasserlogger und das Unterwassermodem stündlich abgefragt. Der Host-PC ist per LAN mit der Stationsinfrastruktur verbunden, sodass die Daten problemlos in einer Plattformdatenbank gehalten und über die Satellitenübertragung in Echtzeit an Land zur Verfügung stehen. Alle Messdaten werden mit einer nahezu-Real Time -Übertragung an die FINO-Datenbank im BSH sowie an eine weitere Datenbank im IOW gesendet und können so dem Endnutzer zeitnah zur Verfügung gestellt werden. Der Host – Rechner speichert zudem die geloggtten Daten zur Sicherheit nochmals lokal ab.

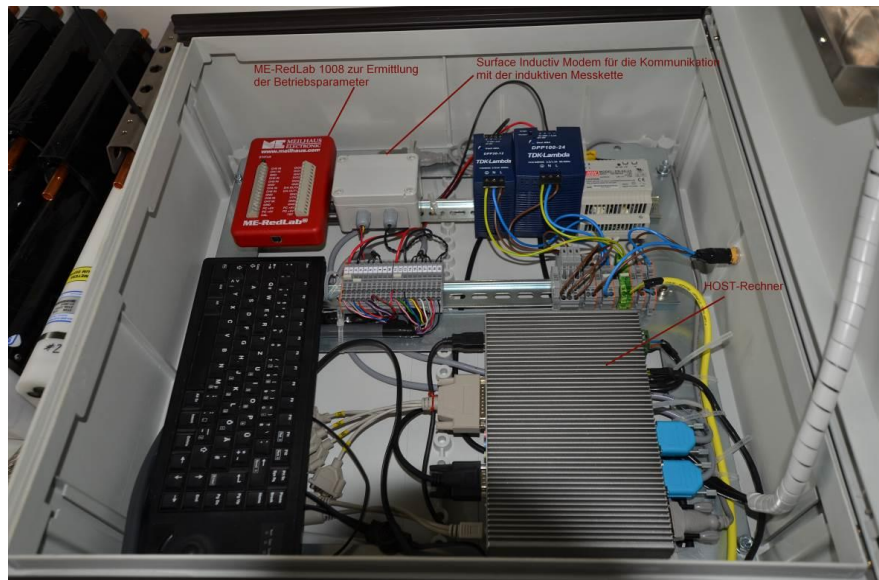


Abbildung 7: Rechnerstruktur auf der Plattform

Über die Satellitenverbindung des Plattformbetreiberkonsortiums kann die Hostcomputerstruktur mittels Remotezugang direkt angesprochen werden, so dass eine kostengünstige Fernwartung gesichert ist. Im Falle eines kompletten Stationsausfalles (z.B. Generatorschaden) kann der Industrie-PC einen Stromausfall weitestgehend verkraften und fährt das System automatisch wieder hoch, sobald die Stromzufuhr wieder hergestellt ist.

Zusammenfassung

Das ozeanographische Messsystem FINO2 ist vollständig entwickelt, im Bereich der neuen pH- Messung aber erst wenige Monate im Einsatz. Der Dauerbetrieb der Station ist für die bisherigen Parameter gesichert, allerdings zeigte die Pandemie, dass längere Wartungsausfälle dazu führen, dass neben Messdaten auch die Infrastruktur auf der Station sehr in Mitleidenschaft gezogen wird. Die neuen Messgeräte zur pH Messung zeigen vielversprechende Ergebnisse. Dennoch wird die Messung zunächst auf ein Niveau beschränkt, um die weiteren Entwicklungen abzuwarten. Das vorliegende Projekt konnte daher somit teilweise erfolgreich abgeschlossen werden. Die vierte Phase des Dauerbetriebes mit einer Neuentwicklung zu einem profilierenden Messniveau ist rückwirkend zum 01.09.2021 angelaufen.

Durch den robusten Aufbau der Messketten und den Einsatz eines umfangreichen Foulingschutzkonzeptes konnte eine hohe Zuverlässigkeit der Messgeräte und der entwickelten Messketten erreicht werden. Allerdings sind durch die pandemiebedingten Reisebeschränkungen die Geräte nicht gewechselt worden, so dass die Batteriekapazitäten aufgebraucht waren und es zum Totalausfall der Messkette kam.

Außerhalb der Ausfallzeit aufgrund der leeren Batterien während des Lockdowns kam es im Projektverlauf bei den CTD's nur zu einem Ausfall im 12m Niveau, so dass hier Datenraten von ca. 80% erreicht wurden. Die fehlenden Lücken in den weiteren Datenreihen ergeben sich aus den standartmäßigen Wechseln. Bei den Hauptniveaus sieht die Verfügbarkeit wesentlich schlechter aus. Die Kabelprobleme im BUS-System nahmen in den Jahren 2018 und 2019 vermehrt zu. Erst mit dem Wechsel auf die WQM's besserte sich das Bild etwas. Um wiederum durch den Lockdown und dem damit verbunden Totalausfall die Raten zu senken. Hier konnte nur eine Quote von ca. 25% erreicht werden. Erfreulich sind die Ergebnisse, die durch den Strömungs- und Seegangsmesser erreicht wurden, hier wurden über 50% übertragen. Wobei noch ca. 9 Monate nachgereicht werden können, sobald der nächste Wechsel ansteht. Diese Daten sind noch nicht in die Datenbank übertragen und werden in den kommenden Monaten nachgereicht, so dass wir hier ca. 85% anstreben.

Die erreichte Datenabdeckung während des Projektes zeigt die folgende Tabelle:

Tiefe in [m]	Druck	Temperatur	Leitfähigkeit	Chlorophyll A	Fluoreszenz	Sauerstoff	PH	Wellen	Strömung
0								28,0%	
-1									43,5%
-2	82,5%	82,5%	82,5%	25,2%	25,2%	14,8%			52,0%
-3									52,0%
-4	81,3%	81,3%	81,3%						52,0%
-5									52,0%
-6	80,3%	80,3%	80,3%				11,5%		52,0%
-7									52,0%
-8	83,3%	83,3%	83,3%						52,0%
-9									52,0%
-10	83,5%	83,5%	83,5%						52,0%
-11									52,0%
-12	78,0%	78,0%	78,0%	26,7%	28,6%	7,1%			52,0%
-13									52,0%
-14	83,2%	83,2%	83,2%						52,0%
-15									52,0%
-16	83,5%	83,5%	83,5%						52,0%
-17									52,0%
-18	83,9%	83,9%	83,9%						52,0%
-19									52,0%
-20	80,1%	80,1%	80,1%	21,6%	19,6%	12,1%			52,0%
-21									

Abbildung 8: verfügbare Datenraten 01.07.2018 - 30.08.2021

Die folgenden, aus den Datenreihen abgeleiteten Beispielgrafiken dokumentieren den Datenbestand.

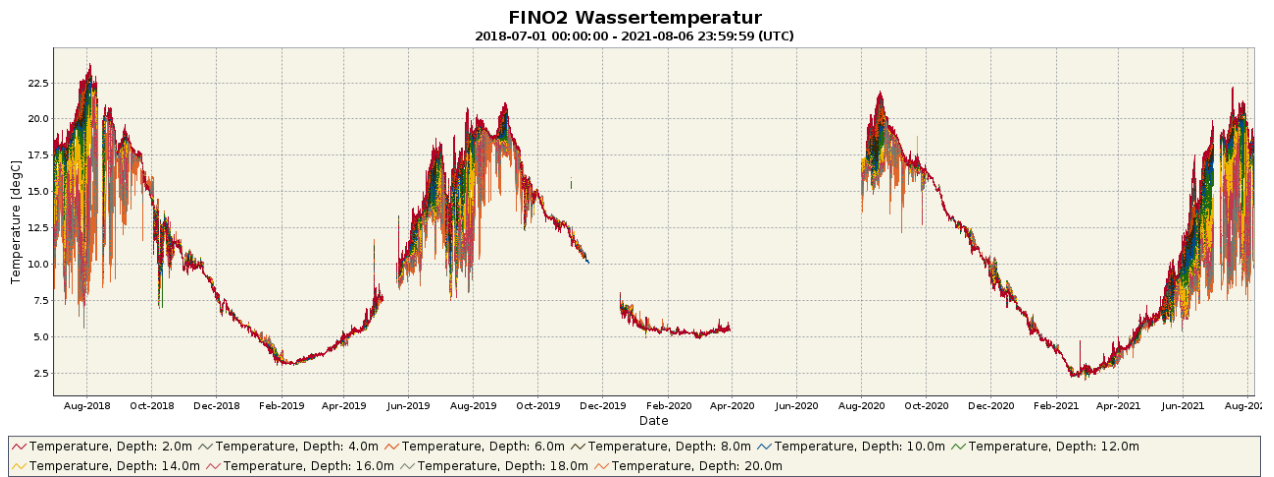


Abbildung 9: Zeitreihe über den Projektzeitraum. Die Grafik zeigt die Wassertemperaturen auf allen Wassertiefen

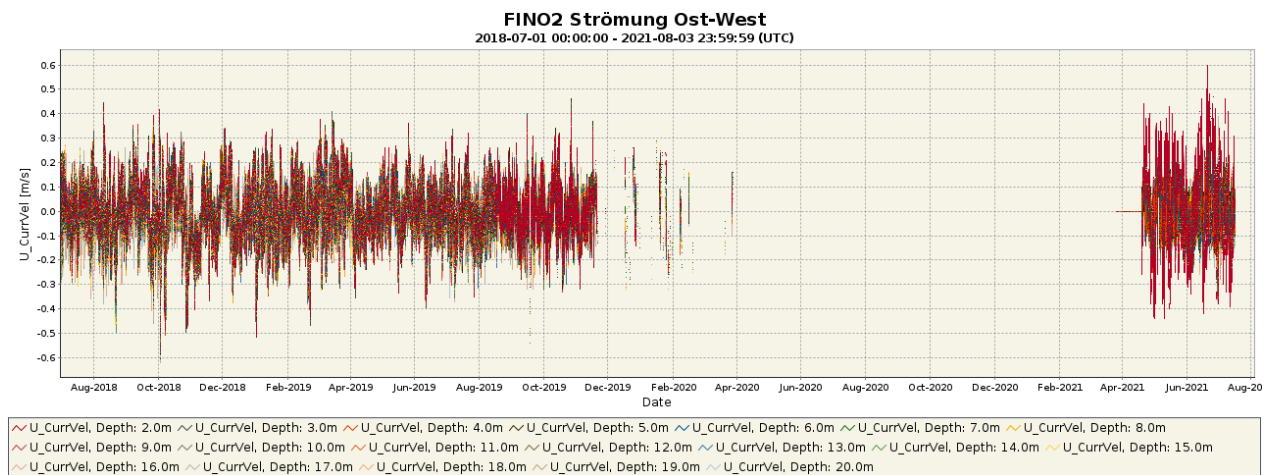


Abbildung 10: Zeitreihe über den Projektzeitraum. Die Grafik zeigt die Strömungsgeschwindigkeiten über 20 Einzelniveaus. Die Monate August 2020 bis April 2021 werden nachgereicht

2) Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die gewonnenen Messergebnisse werden in der FINO Datenbank beim BSH gesammelt und mit den meteorologischen und ozeanographischen Daten der FINO 1 und FINO 3 Plattformen zu Zeitreihen verarbeitet. Diese Daten werden von mehreren hundert Nutzern aus der Offshoreindustrie, von wissenschaftlichen Institutionen sowie von verschiedenen Behörden genutzt. IOW-intern werden nicht nur die gewonnenen Daten für wissenschaftliche Zwecke weiterverwendet. Auch die neuen Technologien, die im Laufe des Projektes entwickelt worden sind, finden eine breite Anwendung, insbesondere im MARNET. Bezüglich des AWAC-Absatzgestelles mit eigenem Energieversorgungssystem gibt es weitere Anwendungen im IOW und auch andere Projektpartner haben bereits Anfragen hierzu sowie zum Batteriesystem gestellt. Die größten Schnittmengen finden sich mit dem MARNET-Programm, so dass die

neuen Technologien entscheidend zu einer Modernisierung im MARNET beigetragen haben. Eine herausragende Bedeutung kommt der neuen informationstechnischen Struktur des Messsystems zu, die aufgrund ihres geringen Energieverbrauchs und ihrer deutlich höheren Leistungsfähigkeit veraltete Strukturen auf den MARNET-Langzeitmessstationen ersetzt hat.

- 3) während der Durchführung des FE-Auftrags dem AN bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Auftrags bei anderen Stellen

Zu diesem Punkt ist bezüglich FINO2 nichts bekannt geworden.

- 4) Der erfolgten Veröffentlichungen des FE-Ergebnisses nach §11. Wenn zur Wahrung berechtigter Interessen des AN oder Dritter oder aus anderen sachlichen Gesichtspunkten bestimmte Einzelheiten aus dem Bericht vertraulich zu behandeln sind (z.B. Wahrung der Priorität bei Schutzrechtsanmeldungen), so hat der AN den AG ausdrücklich darauf hinzuweisen.

Die Veröffentlichungen der Daten werden durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie durchgeführt. Das Leibniz Institut für Ostseeforschung behält sich das Recht vor, auch nach Ablauf der Projektphase Schutzrechtsanmeldungen in Bezug zum AWAC Absetzgestell, dem Geräteaufbau des Hauptniveaus und des Foulingschutzes vorzunehmen.

III) Dem Schlussbericht ist als Anlage ein kurz gefasster Erfolgskontrollbericht beizufügen, der nicht veröffentlicht wird. Dieser muss im Hinblick auf die Berichtspflicht des AG Angaben enthalten über

- 1) Das wissenschaftlich-technische Ergebnis des FE-Auftrags, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen.

Die Bundesregierung hat sich im Rahmen der Energiewende das Ziel gestellt bis zum Jahr 2030 Offshore-Windparks mit einer Gesamtleistung von insgesamt 20 bis 25 GW zu errichten. Damit verbunden stehen die Emissionsreduzierung von Treibhausgasen bis zum Jahr 2020 um 40% und bis 2050 um 80-95%. Diese Umweltaspekte stellen einen hohen Anspruch dar, sowohl an die Bundesregierung als auch an die daran beteiligte Offshoreindustrie. Gerade in der Entwicklungsphase dieser Offshore-Windparks muss darauf geachtet werden, dass es nicht zu anderen, durch den Bau und Betrieb der Windparks induzierten Schädigungen der Natur kommt. Weiterhin stellen die Umweltparameter wie Wind, Strömung und

Seegang, aber auch die biologischen und physikalisch-chemischen Einflüsse, wie Bewuchs und Korrosion enorme Herausforderungen für die Industrie dar. Um Anhaltspunkte auf den Einfluss der Strukturen auf die Umwelt und der Umwelt auf die Strukturen zu bekommen, wurden die FINO Plattformen errichtet, die mit ozeanographischen, meteorologischen und strukturdynamischen Messgeräten ausgestattet wurden. Die baubegleitenden Forschungen in Nord- und Ostsee stellen somit einen Stützpfiler für die am Bau beteiligten Firmen, sowie die umweltpolitischen Entscheidungen der Bundesregierung dar.

Im Rahmen des FE-Auftrages zur Entwicklung und Installation eines ozeanographischen Messsystems auf der Forschungs-Plattform FINO2 und zur Aufnahme des Dauer-Messbetriebes wurden durch die beteiligten wissenschaftlichen und industriellen Partner neue Konzepte erarbeitet, getestet und umgesetzt. Durch das IOW wurden die Infrastrukturen für eine neuartige ozeanographische Messkette auf der Plattform entwickelt und diese inklusive aller Messgeräte installiert und in den Dauerbetrieb überführt. Während des Dauerbetriebes wurden neue Konzepte zum Foulingschutz, zur Wartung und zur Qualitätssicherung umgesetzt. Über das neue Datenmanagementsystem werden die zehnminütlich gewonnenen Daten gesammelt und stündlich über eine Satellitenverbindung an die Datenbanken im BSH und IOW übermittelt. Über die FINO – Datenbank im BSH haben die Nutzer die Möglichkeit die gewünschten Daten in nahezu Echtzeit einzusehen.

Neben den für die Wirtschaft, Forschung und Behörden wichtigen ozeanographischen Messwerten, konnten neue Geräteträger entwickelt werden, die im Bereich der Meeresforschung breite Anwendung finden können. Die Weiterentwicklung von Datenloggern und ein Datenmanagementsystem auf der Basis energiesparender Industrie-PCs erleichtern dem Anwender die Handhabung, ohne die knappen Energieressourcen auf Messplattformen zu stark zu strapazieren.

- 2) Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte die vom AN oder von am Auftrag Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden, ggf. auch deren standbezogene Verwertung (Lizenzen u.a.)

Schutzrechtsanmeldungen von beteiligten Firmen sind nicht bekannt.

- 3) Die evtl. wirtschaftlichen Erfolgsaussichten nach Auftragsende (mit Zeithorizont)

Die hohe Zuverlässigkeit des entwickelten hydrographischen Messsystems gewährleistet den Windparkbetreibern und dem Betreiber der FINO2 Plattform für einen weitergehenden Dauerbetrieb ständigen Zugriff auf detaillierte Messungen. Die Messergebnisse aus dem physikalisch-bio-chemischen Bereich geben Hinweise auf seegangs- und strömungsbedingte Belastungen sowie Bewuchs- und Korrosions-Probleme. Mit Hilfe der Strömungsmessungen können Aussagen zu möglichen Auskolkungen an den Windkraftanlagen getroffen werden. So können die Betreiber der Windkraftanlagen frühzeitig mit Gegenmaßnahmen reagieren.

Nach Projektende zeichnen sich gute Erfolgsaussichten für den Einsatz des neuen Datenmanagementsystems, des Anti-Foulingkonzeptes, der Geräteträger für die Hauptniveaus sowie des Strömungs- und Seegangsmesssystems ab. Robuste und preiswerte Mess- und Datenübertragungssysteme, insbesondere für die Anwendung an festen Messstationen, sind in neuer, modernisierter Form erprobt und verfügbar. Die Verwertbarkeit der erzielten Ergebnisse aus dem Projekt FINO2 wird nicht nur für das IOW hoch eingeschätzt. Einsatzmöglichkeiten ergeben sich in direkter Folge insbesondere auch in der Meeresforschung und -überwachung sowie in der Meerestechnik.

Die Weiterentwicklung von Datenloggern und Rechensystemen auf Basis energiesparender Industrie-PCs erleichtern dem Anwender die Handhabung, ohne die knappen Energieressourcen auf Messplattformen übermäßig zu strapazieren. Dadurch können enorme Einsparpotentiale entstehen, da z.B. aufwendige und kostenintensive Betankungsvorgänge der Plattform weiter reduziert werden können.

4) Die evtl. wissenschaftlichen und / oder technischen Erfolgsaussichten nach Auftragsende (mit Zeithorizont)

Die hochauflösenden ozeanographischen Datenreihen sind für die Wirtschaft, Umweltüberwachung und Forschung unbedingt notwendig. Die Station FINO2 schließt auch für die Meeresforschung und -Überwachung eine wichtige Lücke in der Abtastung der westlichen Ostsee und erfasst die für die Ostsee sehr wichtigen Salzwassereinströme durch den Öresund.

5) Die evtl. wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte.

Für aussagefähige hydrographische Datenreihen mit Relevanz für die Erforschung der Offshore-Windenergienutzung und zu Fragen der Klimaentwicklung, sollte aus ozeanographischer Sicht für dieses Seegebiet ein zuverlässiger Dauerbetrieb von mindestens 5 Jahren angestrebt werden. Im Rahmen der nächsten Projektphase sollte weiterhin angestrebt werden die Messlücken zwischen den einzelnen Niveaus zu schließen, um alle Prozesse vor allem im Bereich der Schichtungsproblematik der Ostsee zu erfassen.

6) Arbeiten die zu keiner Lösung geführt haben

Die im Vertrag gestellten Aufgaben konnten größten Teils erfüllt werden. Unvermeidbare Probleme aufgrund von Reisebeschränkungen und den Lockdowns konnten in den Zeitreihen nicht vermieden werden.

7) Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Die wissenschaftlichen Ergebnisse wurden und werden auf zahlreichen Fachkonferenzen und Workshops präsentiert. Im Rahmen des Gesamt-Projektes wurde eine FINO-Datenbank erstellt, die alle Messergebnisse der 3 FINO-Messstationen den registrierten Nutzern zur Verfügung stellt. Das Portal ist über fino.bsh.de/ erreichbar.

8) Die Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung

Die Zeitplanung des Projektes konnte entsprechend der Planungen eingehalten werden. Allerdings wurde im Zuge der neuen Projektbewilligung zunächst eine kostenneutrale Verlängerung bis 31.08.2021 vorgenommen, um die Zeit bis zur neuen Projektphase zu überbrücken. Für diesen Zeitraum wurden zunächst ausschließlich Reparatur und Wartungsaufgaben durchgeführt, da die weitere Haushaltslage unklar war.

Abschließend folgt ein einfacher, vorläufiger Kostennachweis per 09.09.2021.

Stand: 15.10.2021

Ausgabenübersicht

für die Zeit vom 01.07.2018 bis 31.08.2021

Thema des Vorhabens 10042733/LOW:
Betrieb der FINO-Datenbank, ozeanographische Messungen an den
FINO Plattformen - FINO2

	Einzelkosten	Gemein- kosten	Gesamt Bewilligung	Ausgaben				Gesamt VN	
				2018	2019	2020	2021 und Plan		
A Material	21.710,90	0,00	21.710,90	2.007,51	3.842,71	8.091,95	536,13	14.478,30	
B FE-Fremdleistungen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00
C Personalkosten/Gehälter	237.560,21	118.780,11	356.340,32	46.664,12	114.429,68	86.484,18	67.674,39	315.252,36	
D Reisekosten	1.410,00	0,00	1.410,00	14,80	165,41	4,80	8,60	193,61	
E Anlagenkosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F Sonstige unmittelbare Vorhabenkosten	351.580,00	0,00	351.580,00	65.249,21	172.988,99	21.620,05	125.677,62	385.535,87	
G Gesamte unmittelbare Vorhabenkosten (Summe A-F)	612.261,11	118.780,11	731.041,22	113.935,64	291.426,79	116.200,98	193.896,74	715.460,14	15.581,08
H Kosten innerbetrieblicher Leistungen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I Verwaltungs- und Vertriebskosten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
J Selbstkosten 1 (ohne Umsatzsteuer)			731.041,22	113.935,64	291.426,79	116.200,98	193.896,74	715.460,14	15.581,08
Kalkulatorischer Gewinn			36.552,06	5.696,78	14.571,34	5.810,05	9.694,84	35.773,01	779,05
L Selbstkosten 2 (ohne Umsatzsteuer)		Netto	767.593,28	119.632,42	305.998,12	122.011,03	203.591,58	751.233,15	16.360,13
M Umsatzsteuer		Mwst	145.842,72	22.730,16	58.139,64	23.182,10	38.682,40	142.734,30	3.108,42
N Angebotspreis		Brutto	913.436,00	142.362,58	364.137,77	145.193,12	242.273,98	893.967,44	19.468,55
Kassenmäßige Bereitstellung		VN 2018	142.362,58						Rest
		VN 2019	364.137,77						
Jahr Betrag Brutto abgerufen		VN 2020	145.193,12						



**FINO1 – METEOROLOGISCHE
MESSUNGEN (FKZ 0329905G)**

**ENDBERICHT PROJEKTZEITRAUM
01.07.2018 – 31.08.2021**

Erstellt für:

**BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND
HYDROGRAPHIE**

FINO1

Deutschland

18. Februar 2021

KLASSIFIZIERUNG

Kundenermessen

Dienstleistung	FINO1 – METEOROLOGISCHE MESSUNGEN – FKZ 0329905G ENDBERICHT PROJEKTZEITRAUM 07/2018 – 08/2021
Standort	FINO1
Auftraggeber	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie Bernhard-Nocht-Str. 78 20359 Hamburg Deutschland
Auftragnehmer	UL International GmbH Eberstrasse 96 26382 Wilhelmshaven Deutschland

PROJEKTVERANTWORTLICHE

BEARBEITER
Richard Frühmann <i>Research&Studies</i>
Thomas Neumann <i>Research&Studies</i>

DOKUMENTKLASSIFIZIERUNG

STRENG VERTRAULICH	Nur für den Empfänger
VERTRAULICH	Darf Innerhalb der Organisation des Kunden verbreitet werden
UL INTERN	Keine Veröffentlichung ausserhalb von UL
KUNDENERMESSEN	Verteilung nach Kundenermessen
ÖFFENTLICH	Keine Restriktionen

DOKUMENTVERLAUF

AUSGABE	DATUM	ZUSAMMENFASSUNG
00	01.12.2021	vorläufige Endversion
01	18.02.2022	Endversion mit Einarbeitung der Anmerkungen von Kai Herklotz

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	4
2. Aufbau der meteorologischen Messungen.....	4
3. Neu-Installationen und Wartung des Messsystems	5
4. Statistik und Verfügbarkeit	6
5. Untersuchung der Windfahnen	7
5.1 <i>Einleitung</i>	7
5.2 <i>Untersuchungen an den Windfahnen im Labor</i>	8
5.3 <i>Ergebnisse</i>	10
6. Auswertung der meteorologischen Messungen	10
6.1 <i>Einleitung</i>	10
6.2 <i>Methoden</i>	10
6.3 <i>Ergebnisse</i>	11
6.4 <i>Schlussfolgerung</i>	13
7. Neue Lidare.....	13
7.1 <i>Einleitung</i>	13
7.2 <i>Korrelationslidar</i>	13
7.3 <i>Scanning Lidar</i>	14
7.4 <i>Masterarbeit zu Küsteneffekte</i>	16
7.5 <i>Unsicherheiten der VAD-Methode</i>	17
8. Ausblick	19
Veröffentlichungen	20
Referenzen	20

1. EINLEITUNG

Die Hauptaufgaben von UL im Rahmen des FINO1-Projektes sind der Betrieb und die Instandhaltung der meteorologischen Messungen auf der FINO1-Forschungsplattform.

Das Messprojekt FINO1 wurde 2018 für die Projektlaufzeit vom 01/07/2018 bis zum 31/07/2021 vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) beauftragt. Der Auftrag wurde zum Ende der Projektlaufzeit bis 31/08/2021 verlängert. Der Forschungs- und Entwicklungsvertrag zwischen BSH und UL International GmbH kommt im Rahmen des Projekts „Betrieb und Erweiterung der FINO-Datenbank für FINO1, FINO2 und FINO3, Fortsetzung der Umwelt- und Belastungsmessungen FINO1, Fortsetzung des ozeanographischen Messbetriebes FINO3 und Aufnahme des ozeanographischen Messbetriebes FINO2“ zu Stande.

Dieser Bericht fasst sowohl Arbeiten zum Betrieb des meteorologischen Messsystems als auch die unterschiedlichen Ergebnisse zur Verifizierung der Messungen und der Charakterisierung der Windverhältnisse an der FINO1-Forschungsplattform zusammen.

2. AUFBAU DER METEOROLOGISCHEN MESSUNGEN

Die Windmesssensoren befinden sich auf in unterschiedlichen Höhen am Mast angebrachten Auslegern, wobei Schalenkreuzanemometer zur Windgeschwindigkeitsmessung nach Südosten und Windfahnen und Ultraschallanemometer zur Windrichtungsmessung nach Nordosten ausgerichtet sind. Weitere meteorologische Sensoren befinden sich auf verschiedenen Höhen innerhalb der Maststruktur. Das verwendete Höhenbezugsniveau ist Lowest Astronomical Tide (LAT). Die höchste Windgeschwindigkeitsmessung findet mit dem sogenannten Top-Anemometer auf 103 m LAT Höhe statt (Abbildung 2-1).

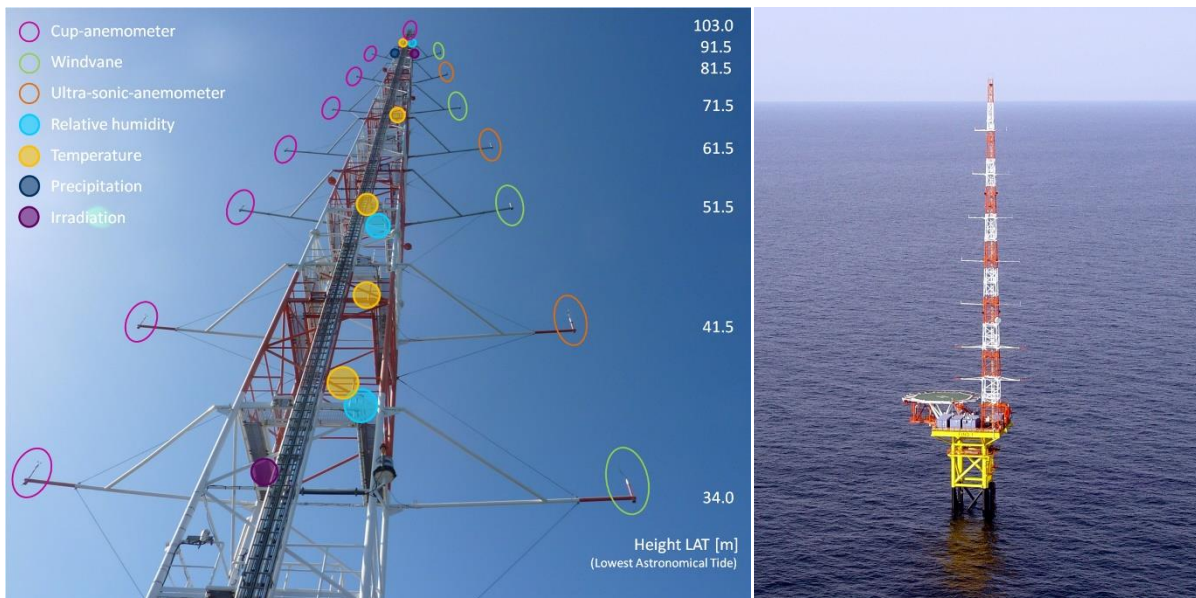


Abbildung 2-1: Links: Höhe und Position der verschiedenen meteorologischen Sensoren. Rechts: FINO1-Plattform.

Die Messungen aller Sensoren werden mit einer zeitlichen Auflösung von 1 Hz aufgezeichnet und in Dateien mit einer Länge von 10 Minuten abgespeichert. Die Messungen der Ultraschallanemometer werden mit einer zeitlichen Auflösung von 20 Hz aufgezeichnet. Neu geschriebene Dateien werden alle 10 Minuten automatisch vom Speicher auf der Plattform auf einen Rechner bei UL heruntergeladen und von dort auf ein Serversystem abgespeichert. Aus den 10-Minuten-Dateien wird direkt eine 10-Minuten-Statistik berechnet und automatisch geprüft (siehe Kapitel 6).

Nach Ende eines jeweiligen Monats werden die 10-Minuten-Statistiken zusätzlich visuell geprüft und an das BSH weitergeleitet und dort in eine öffentlich zugängliche Datenbank¹ übertragen.

Das zur Speicherung verwendete Serversystem wird täglich gesichert. Die jeden Monat neu erfassten Daten werden nach Monatsende zusätzlich auf externen Festplatten gespeichert.

Die Kontinuität der Datenströme wird täglich geprüft und je nach Notwendigkeit und Möglichkeit wieder hergestellt. Hierfür sind verschiedene Fernzugriffe auf Erfassungssysteme, Stromversorgungssysteme, Rechner, LiDAR und einzelne Messinstrumente eingerichtet.

3. NEU-INSTALLATIONEN UND WARTUNG DES MESSSYSTEMS

In diesem Projektabschnitt wurden zwei neue Messungen, ein Scanning-Lidar (Kapitel 7.3), ein horizontal ausgerichtetes Lidar auf 87m Höhe (Kapitel 7.2), und eine Temperaturemessung auf 20m neu installiert. Zudem wurde ein permanenter Fehler im Signal der Windfahnen entdeckt. Nach einer detaillierten Untersuchung (Kapitel 5) wurden alle Windfahnen gegen einen neuen Fahnentyp ausgetauscht.

Des Weiteren wurden die Schalenkreuzanemometer jährlich gewartet und nach den geltenden Standards kalibriert. Routinemäßige Wartungsarbeiten und notwendige Reparaturen wurden durchgeführt. Die Einsätze auf der FINO1-Plattform wurden jeweils mit zwei Personen und dem Plattformbetreiber durchgeführt. Für Neu-Installationen sind Vor- und Nachbereitung um mehrere Tage (teilweise auch Wochen) zeitaufwändiger. Tabelle 3.1 fasst die Aktivitäten auf der Plattform im Projektzeitraum zusammen.

Tabelle 3.1: Installations- und Wartungsarbeiten am meteorologischen Messsystem FINO1.

August 2018	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Installation V2-Lidar auf Containerdach
September 2018	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbau V2-Lidar auf Containerdach wegen eines Defekts am optischen Switch. ▪ Anemometertausch auf allen Höhen und Versand zur Wartung und Kalibrierung.
Oktober 2018	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tausch der Windfahne auf 71.5m wegen Spikes im Signal. Windfahne wurde zurück gebracht in die Werkstatt zur Untersuchung.
September 2019	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anemometertausch auf allen Höhen. ▪ Tausch der Windfahne auf 91.5m gegen eine Fahne anderen Typs wegen Spikes im Signal, ähnlich wie auf 71.5m.
Februar-April 2020	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kalibrierung (und nach Bedarf auch Wartung) aller im Lager sich befindlichen Anemometer.
März 2020	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Installation Scanning Lidar auf Norderney (DWD Wetterstation) zur Probemessung.
Juni 2020	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anemometertausch auf allen Höhen und Versand zur Wartung und Kalibrierung.
Juli 2020	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbau der IR-SST Sensoren für Wartung und Rekalibrierung
September 2020	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tausch der Windfahnen auf 51.5m und 71.5m gegen Fahnen anderen Typs: Spikes im Signal auf 71.5m haben sich nach kürzester Zeit wieder gehäuft. Die neue Fahne auf 91.5m liefert ein Stabiles signal. ▪ Installation von horizontal Lidar (Avent Iris) auf 87.5m Ebene. ▪ Installation der gewarteten IR-SST Sensoren.
Oktober 2020	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbau des Scanning Lidars von Norderney. ▪ Installation des Scanning Lidars auf dem Containerdach.
Juli 2021	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anemometertausch auf allen Höhen und Versand zur Wartung und Kalibrierung. ▪ Wartung des horizontal Lidars – Batterietausch

¹ <http://fino.bsh.de>

Zusätzlich zu den Offshorearbeiten wurden auch Wartungsarbeiten an den Onshoresystemen durchgeführt. Dazu gehörten insbesondere eine Neuinstallation von ValidatF auf einem virtuellen Rechner auf den UL-Servern sowie Verbesserungen der Datenprüfungs- und Verwaltungsskripte.

4. STATISTIK UND VERFÜGBARKEIT

Obwohl die Windmessungen an der FINO1 Forschungsplattform fortdauernd dem rauen Seeklima ausgesetzt sind, ist die Verfügbarkeit der Schalenkreuzanemometermessungen höher als 90 % (Abbildung 4-1). Die Messungen der Ultraschallanemometer zeigen gegen Ende des Zeitraums vermehrt Fehlmessungen, sodass ein Austausch aller drei Sensoren im Folgeprojekt notwendig sein wird. Die Verfügbarkeit der Windfahnenmessung in der Datenbank ist dagegen sehr niedrig. Zu Beginn des Zeitraums wurden Fehlmessungen in den 1 Hz Daten entdeckt, die sich auf die 10 Minuten-Mittelwerte auswirkten (siehe Kapitel 5). Während der Fehlerklärung wurden die Windrichtungsdaten nicht in die Datenbank hochgeladen. Zuerst wurden die Windfahnen gegen neue Fahnen getauscht und das Verhalten über einen Zeitraum von mehreren Monaten beobachtet. Dabei hat sich herausgestellt, dass der Fehler nach kurzer Zeit wieder aufgetreten ist. Zeitgleich wurden in der Werkstatt Versuche mit den abgebauten Windfahnen durchgeführt. Hierauf wurde entschieden, die Fahne auf 90 m gegen eine Fahne eines anderen Typs zu ersetzen. Anschließend wurde ein Filterverfahren entwickelt, um fehlerhafte Messungen aus den 1 Hz Daten zu entfernen und bereinigte 10 Minuten-Mittelwerte zu bilden. Diese Werte werden im folgenden Projekt-Zeitraum hochgeladen, um die Lücken möglichst zu schließen.

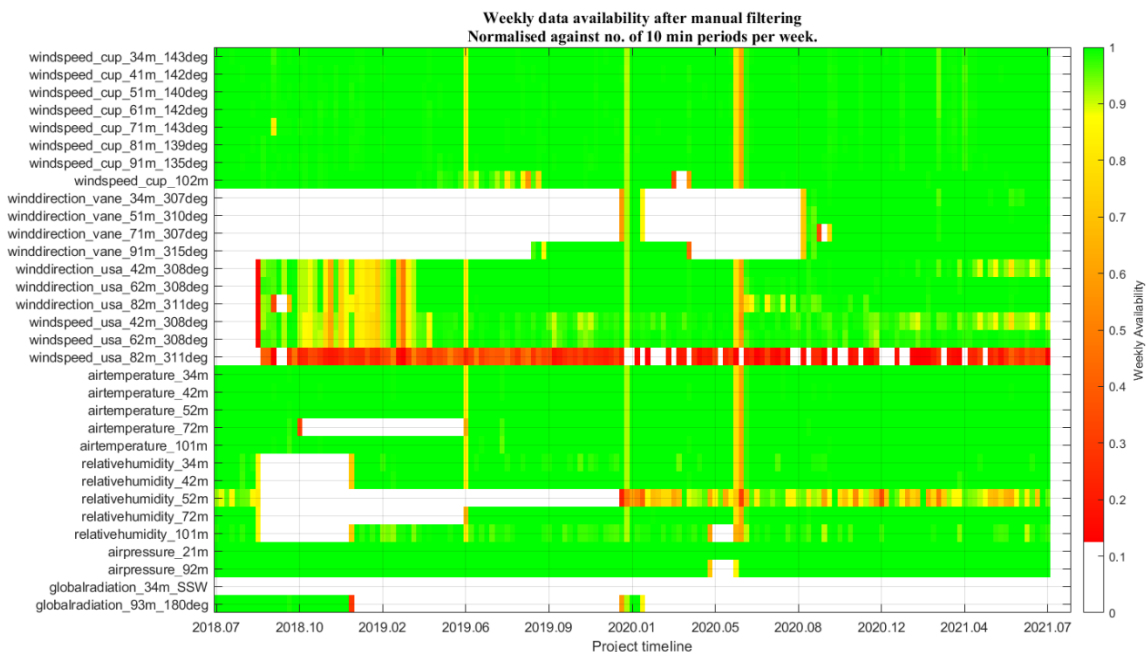


Abbildung 4-1: Verfügbarkeiten der verschiedenen meteorologischen Sensoren an FINO1 für den Zeitraum von November 2014 bis Mai 2018.

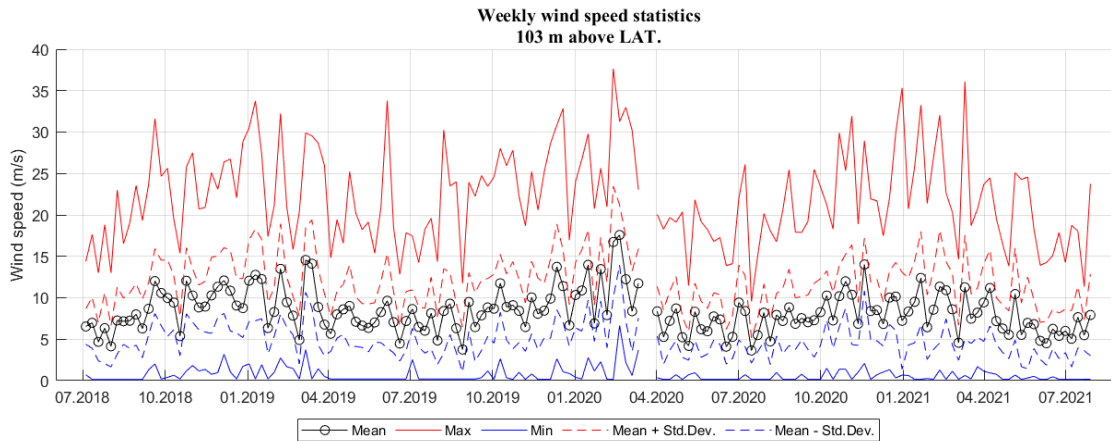


Abbildung 4-2: Zeitreihe der wöchentlichen Mittelwerte der mast-korrigierten Windgeschwindigkeit in 103 m LAT und deren Statistik.

Der 10-Minuten-Mittelwert der Windgeschwindigkeit gemessen mit dem Top-Anemometer in 103 m LAT Höhe beträgt 8,35 ms⁻¹ für den Projektzeitraum (Abbildung 4-3). Die Berechnungen wurden mit 10-Minuten-Mittelwerten erstellt, die um die Masteffekte korrigiert worden sind [1]. Da für die Mastkorrektur, die Windrichtung auf 91,5 m erforderlich ist, ist nur der Zeitraum ab September 2019 dargestellt. Zum Vergleich, die nicht-mastkorrigierten Daten ergeben eine mittlere Windgeschwindigkeit von 8,36 m/s für denselben Zeitraum ab September 2019, und 8,37 m/s für den gesamten Zeitraum. Die Hauptwindrichtung ist Südwest. Zu beachten ist, dass während des Projektzeitraumes verschiedene Windparks in der Nähe von FINO1 errichtet worden und in Betrieb gegangen sind [Kapitel 5].

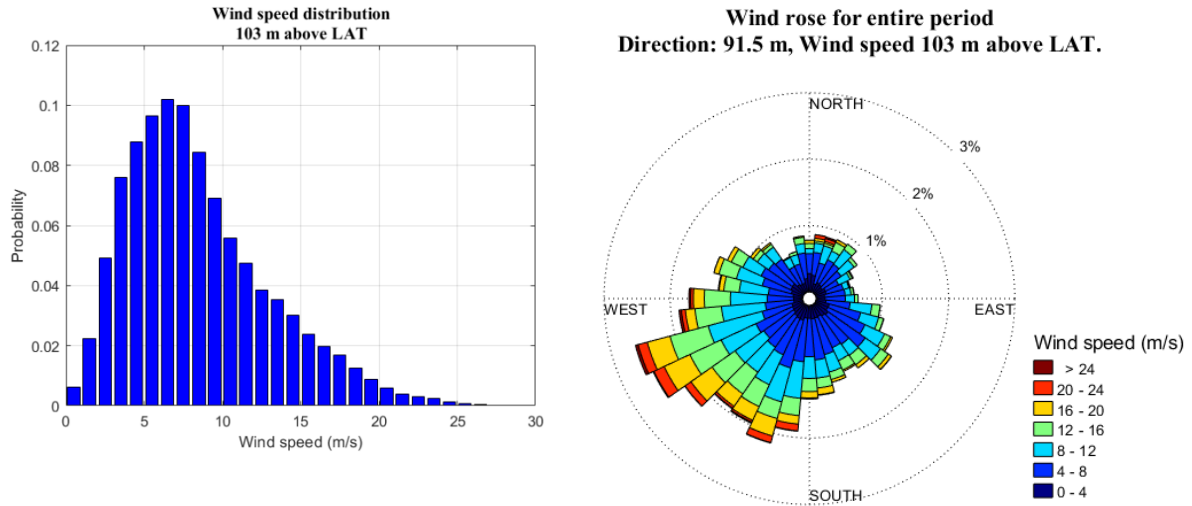


Abbildung 4-3: Links: Verteilung der Windgeschwindigkeit gemessen in 103 m LAT Höhe für den Projektzeitraum, Rechts: Windgeschwindigkeitsverteilung auf 103 m LAT in Abhängigkeit von der Windrichtung gemessen in 91.5 m LAT Höhe.

5. UNTERSUCHUNG DER WINDFAHNEN

5.1 Einleitung

Die Windfahnen auf der FINO1 Plattform sind erprobte Standardwindfahnen vom Typ Thies Classic mit einem Spannungsausgang. Die Fahnen waren über 12 Jahre in Betrieb, und haben im Jahr 2015 erste Fehler gezeigt. Dies war auf die Abnutzung der Lager zurückzuführen, weshalb bei leichtem Wind die

Fahnen in einer Position einrasteten. Entsprechend wurden alle vier Windfahnen im Sommer 2016 gegen Baugleiche getauscht. Im Sommer 2018 wurden Ausreißer in den 1 Hz Daten entdeckt, als diese eine Häufigkeit erreichten, dass sie vor allem die Standardabweichung der 10 Minuten-Statistiken beeinflussten. Ein Beispiel solcher Ausreißer in den 1 Hz Daten ist in Abbildung 5-1 dargestellt. Zuerst wurde die Fahne auf 71,5 m Höhe getauscht, um die Möglichkeit der Abnutzung des Potentiometers zu verifizieren. Als bei einer Inspektion kein sichtbarer Schaden zu finden war, wurde eine Serie von Tests durchgeführt. Die Vermutung war, dass Vibrationen, vor allem in der Nähe des Nordsprungs, zu einem Fehlverhalten des Potentiometerkontakts führen.

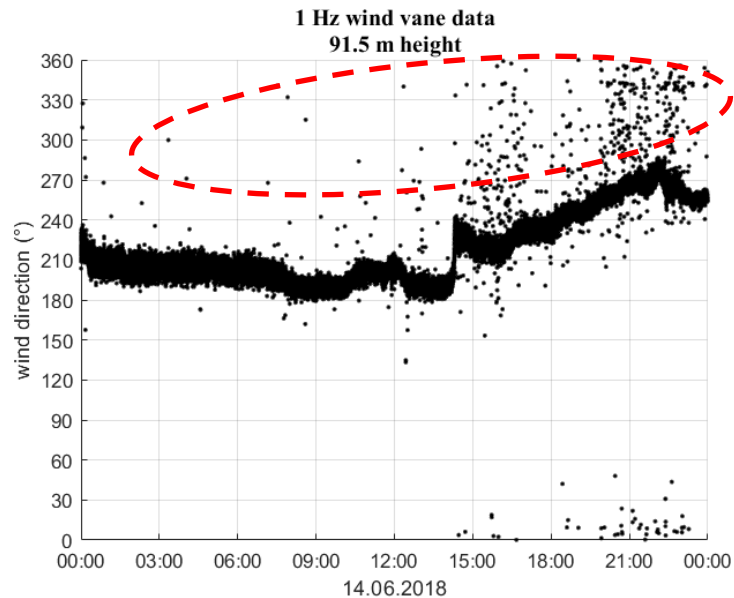


Abbildung 5-1: 1 Hz Daten der Windfahne auf 91,5 m Höhe – die Ausreißer sind zum Teil mit dem roten Kreis hervorgehoben.

Die Spannung des Potentiometers wird mittels drei Spannungsmessungen berechnet. Dies ist notwendig, um den Widerstand des Potentiometers von dem des langen Kabels (vom Logger im Container bis zur Fahne sind es zwischen 30 und 90 m) zu unterscheiden. Diese drei Spannungen werden zwangsläufig sequenziell erfasst. Obwohl die Taktrate sehr hoch (> 100 Hz) ist, könnte es bei Vibrationen, zu Fehlmessungen auf Grund des zeitlichen Versatzes der drei gemessenen Werte kommen. Wenn die Vibrationen zusätzlich dazu führen, dass der Aufpressdruck des Schleifers variiert, ist dieser Fehler auch fernab des Nordsprungs möglich.

Vibrationen der meteorologischen Sensoren im Mast entstehen überwiegend durch die Umströmung zylindrischer Stabelemente des Masts. Wenn der Wind exakt im rechten Winkel zu einem Zylinder steht, dann kommt es zur wechselseitigen Wirbelablösung um den Zylinder. Stimmt dies mit der Schwingungsfrequenz des Zylinders überein kann es zu starken Vibrationen kommen. Dieses Phänomen ist auf der FINO1 Plattform sowohl an den Auslegern wie auch an den Querstreben des Mastes zu finden und kann Amplituden in der Größenordnung von Zentimetern (sichtbar) knapp unterhalb der Hörschwelle (geschätzt um die 10 Hz) erreichen.

Die Tests im Büro haben sich daher auf Vibrationen des Sensors konzentriert.

5.2 Untersuchungen an den Windfahnen im Labor

Ein Test der Windfahnen wurde im Labor durchgeführt, um unter kontrollierten Bedingungen das Verhalten der Windfahnen zu untersuchen. Als Proben wurden abgebaute Windfahnen (aus 2003 mit über 12 Jahre Einsatz, und aus 2016 mit weniger als 3 Jahre Einsatz) benutzt. Abbildung 5-2 zeigt den Aufbau einer Windfahne im Labor.



Abbildung 5-2: Aufbau eines Sensors im Labor.

Als mögliche Fehlerquellen wurden elektromagnetische Störung entlang des Kabelwegs sowie Feuchtigkeit, mechanische Beeinflussungen des Messsignals, und Vibrationen oder andere mechanische Störungen des Sensors in Erwägung gezogen. Durch den Aufbau im Büro konnten die elektrischen Störfaktoren ausgeschlossen werden. Die Untersuchung begrenzte sich somit auf mechanische Störfaktoren, darunter Vibration des Kabels, Vibrationen durch ein Mobiltelefon am Gehäuse, händisches Hin- und Herdrehen der Fahne und in Schwingung versetzen der Fahne durch "Zupfen" am "Flügel".

Obwohl Ausreißer im Signal auch ohne externe Störung sporadisch zu beobachten waren, konnte nur der letzte Störfaktor – Eigenfrequenzschwingung – das Fehlerverhalten in der zu erwartenden Häufigkeit und Form reproduzieren. Ein Beispiel wird in Abbildung 5-3 gezeigt. Diese Daten wurden mit 20 Hz aufgenommen um die Fehlmessung höher aufgelöst auszuwerten. Es ist auch zu erwähnen, dass diese Vibrationen eine ähnliche Frequenz aufwiesen wie die bereits erwähnten Vibrationen, die auf der FINO1 Plattform beobachtet worden sind.

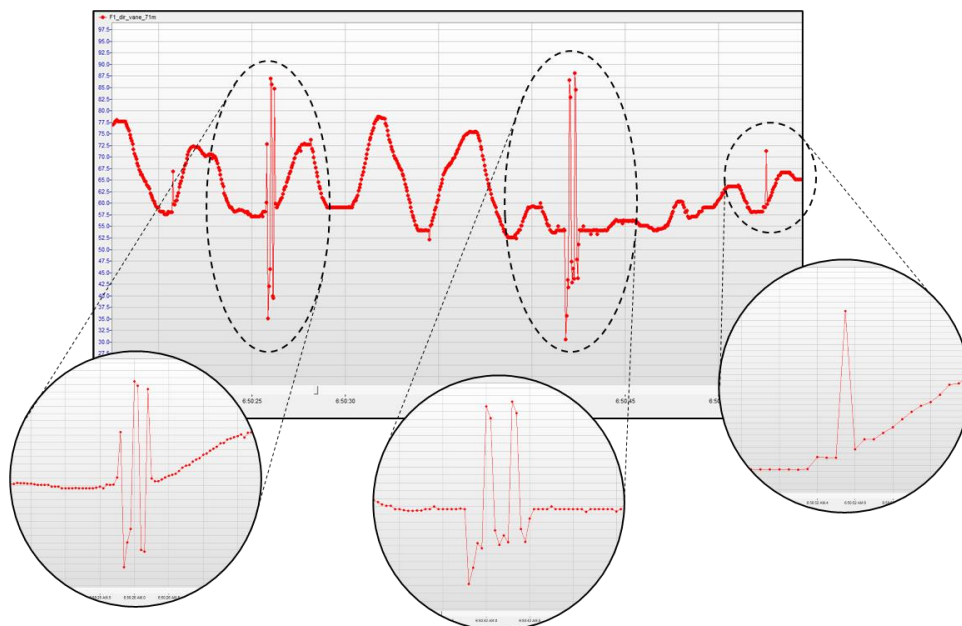


Abbildung 5-3: Messfehler durch Vibration hervorgerufen – mit 20 Hz aufgenommen, um das Verhalten detaillierter zu zeigen.

5.3 Ergebnisse

Die Studie hat gezeigt, dass Vibrationen bei diesem Typ Windfahne zu Messfehlern führen können. Diese sind mit dem alten Loggersystem (vor September 2015) auf Grund der fehlenden 1 Hz Aufzeichnung nicht aufgefallen. Es ist auch möglich, dass mit einer anderen Taktrate des Loggers, oder eines anderen Potentiometers mit steiferem Schleifer, dieses Verhalten nicht signifikant auftritt.

Auf Grund der Ergebnisse, wurde entschieden, einen anderen Fahnentyp zu testen, der statt eines Spannungsausgangs, einen Stromausgang hat. Im September 2019 wurde deshalb eine Thies First Class Windfahne auf 91,5 m installiert. Hierfür wurde auch ein gesondertes Modul zur Erfassung des Signals im Mast auf derselben Höhe installiert. Nach 8 Monaten Betrieb ohne Anzeichen von Ausreißern im 1 Hz Signal, wurde entschieden alle Fahnen im Mast entsprechend umzurüsten. Dies geschah auf den Höhen 71,5 und 51,5 m im September 2020, und auf der 33 m Höhe im September 2021.

Um die große Datenlücke zu schließen, gibt es zwei Vorschläge, die im folgenden Projektzeitraum umgesetzt werden. Die erste ist, einen zusätzlichen Filter über die 1 Hz Daten zu setzen, um die Ausreißer zu entfernen und somit eine vertrauenswürdige 10 Minuten-Statistik zu ermöglichen. Die zweite ist, eine Korrelation zwischen 81,5 und 91,5 m herzustellen, um Zeiträume in denen keine verwertbaren Windrichtungsdaten auf 91,5 m existieren zu überbrücken, und so die Mastkorrektur der Anemometer zu ermöglichen. Es ist geplant, einen möglichst lückenlosen Datensatz sowohl der Windrichtung wie auch der mastkorrigierten Daten herzustellen.

6. AUSWERTUNG DER METEOROLOGISCHEN MESSUNGEN

6.1 Einleitung

Die Messungen auf der FINO1 Plattform bilden jetzt eine fast 18 Jahre lange Zeitreihe der Windgeschwindigkeiten auf der Nordsee. Beginnend ungefähr 6 Jahre vor dem Bau des ersten Offshore Windparks (Alpha Ventus), dokumentieren diese Daten die Veränderungen der Windverhältnisse, und ermöglichen es, diese auf den Zubau durch die Windparks zurückzuführen.

Zwei Parameter sind hierbei von vorrangiger Bedeutung, die mittlere Windgeschwindigkeit und die Turbulenzintensität. Durch die Verfügbarkeit zusätzlicher Parameter wie z.B. der Luft- und Wassertemperaturen ist es möglich, die Windparameter einzuordnen und besser zu verstehen.

Die hier dargestellte Auswertung wurde von einem Masters Student [1] durchgeführt. Hier wird die langfristige Entwicklung der Windgeschwindigkeit und Turbulenzintensität, aufgeteilt in vier Ausbauphasen der Fläche 2, präsentiert.

6.2 Methoden

Die 10 min Mittelwerte der Windgeschwindigkeit und Turbulenzintensität wurden zu Monats- und Jahresmittelwerten zusammengerechnet. Die gesamte Zeitreihe wurde dann in vier Phasen aufgeteilt

- Ungestört, freier Wind
- Inbetriebnahme von Alpha Ventus (AV),
- Inbetriebnahme von Borkum Riffgrund 1 (BR1) und Trianel 1 (TR1),
- Inbetriebnahme von Borkum Riffgrund 2 (BR2), Trianel 2 (TR2) und Merkur

aufgeteilt und Mittelwerte der jeweiligen Phasen berechnet. Da jede Phase (bis auf die letzte) einen Zeitraum von 4 bis 6 Jahre überspannt, werden diese Mittelwerte als statistisch vergleichbar angesehen.

Um langfristige Schwankungen der allgemeinen Windbedingungen auszuschließen, wurden zusätzlich die NEWA Reanalyse Daten als Vergleichswert herangezogen. Die NEWA Reanalyse Daten basieren

auf geostrophischen Wettermodellen und beinhalten keinen Einfluss der Windparks, sowie keine Berücksichtigung der FINO1 Messdaten. Sie stellen daher einen unabhängigen Vergleichswert dar, der nur die saisonalen und langfristigen Schwankungen enthält.

6.3 Ergebnisse

6.3.1 Mittlere Windgeschwindigkeit

Abbildung 6-1 zeigt in blau die Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit über den gesamten Messzeitraum, schattiert nach Ausbauphase. Die Windturbinen weisen auf den ungefähren Zeitpunkt der Inbetriebnahme der benachbarten Windparks hin. Zwischen Phase 1 und 2 wurde ein Zeitraum von zirka 6 Monaten ausgelassen da während dieser Zeit AV im Probetrieb lief mit unterschiedlichen Betriebszuständen. Bei dem Bau der späteren Windparks waren die Probetriebszeiträume deutlich kürzer und wurden somit ignoriert. Ab Frühling 2018 gab es eine Störung des Betriebs in AV wegen eines technischen Defekts einer Anlage. Für einen längeren (nicht genau bekannten) Zeitraum waren die Hälfte der AV-Anlagen ausser Betrieb. Dies wurde ebenfalls nicht berücksichtigt.

Vor allem die langfristigen Mittelwerte weisen einen eindeutigen Trend auf. Mit jedem zusätzlichen Windpark nimmt die mittlere Windgeschwindigkeit ab. Waren es während der ersten Phase noch 10,1 m/s, so fiel dieser Wert in Phase 3 auf knapp unter 9 m/s.

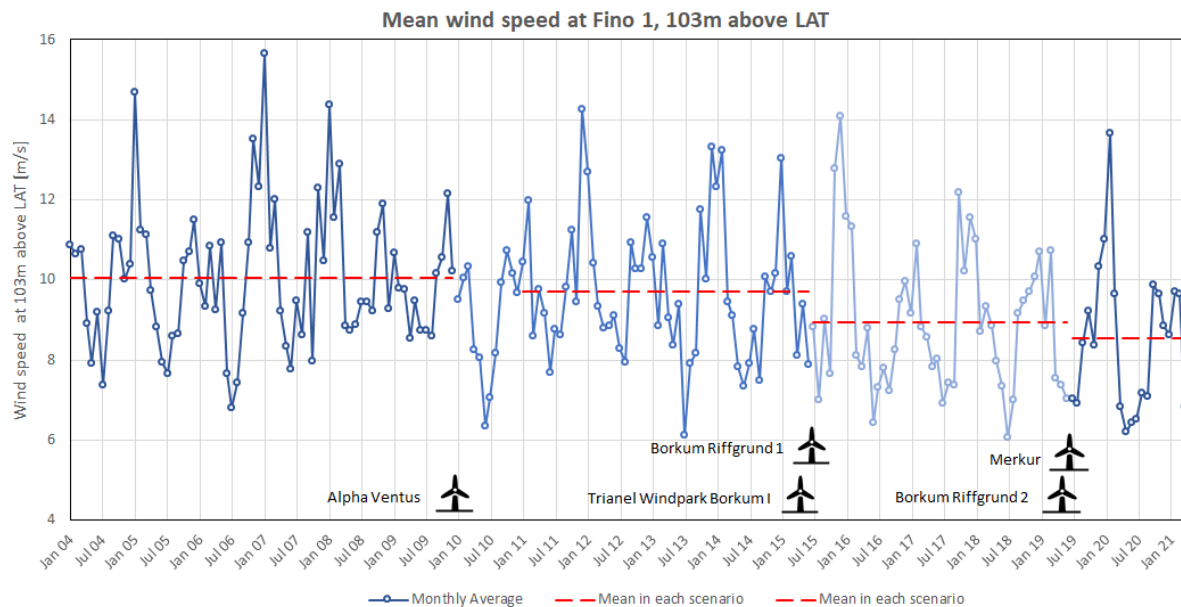


Abbildung 6-1: Monatsmittelwerte (blau) und phasenweise Mittelwerte (rot) der Windgeschwindigkeit auf 103 m, mit Mastkorrektur – Windturbinen weisen auf den ungefähren Zeitpunkt der Inbetriebnahme der umliegenden Windparks

Der Vergleich der langfristigen Mittelwerte mit den NEWA Daten zeigt, dass ein regionaler meteorologisch bedingter Negativtrend in der Windgeschwindigkeit in den Jahren 2003 – 2021 zu beobachten ist. Allerdings ist zu beachten, unterschätzte das geostrophische Wettermodell die Windgeschwindigkeit während Phase 1 um fast 0,5 m/s, so ist dieses Modelverhalten in Phase 3 schon verkehrt. Der Negativtrend der NEWA-Daten entspricht nur 0,2 m/s im Vergleich zu 1,1 m/s der FINO1 Daten. Die meteorologische Lage kann somit nicht für die Veränderungen als Erklärung dienen.

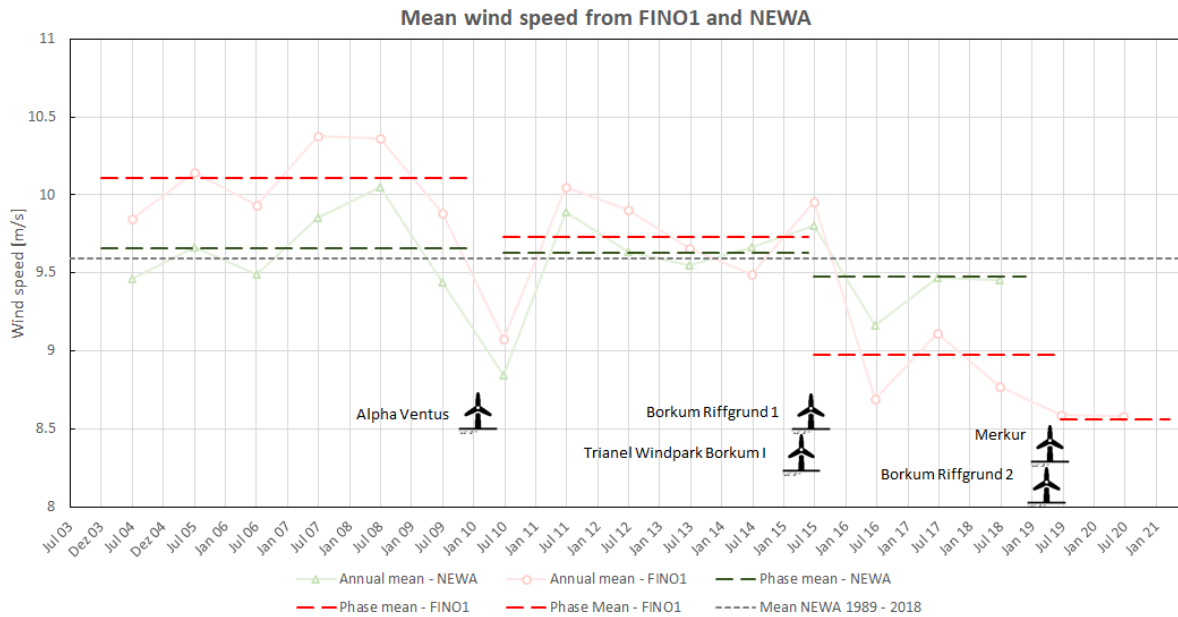


Abbildung 6-2: Phasenweise Mittelwerte der Windgeschwindigkeit, FINO1 Daten (rot) und NEWA Daten (grün) – sechsmonats-Mittelwerte im Hintergrund – Windturbinen weisen auf den ungefähren Zeitpunkt der Inbetriebnahme der umliegenden Windparks

6.3.2 Turbulenzintensität

Abbildung 6-3 zeigt in blau die Monatsmittelwerte der Turbulenzintensität über den gesamten Messzeitraum, schattiert nach Ausbauphase sowie die phasenweise Mittelwerte in Rot. Hier ist ein sehr klarer Positivtrend zu erkennen. Da die geostrophischen Modelle keinen vergleichbaren Wert liefern, kann hier keine Referenz zum Vergleich herangezogen werden. Allerdings ist der Zusammenhang der Daten mit dem Bau der Windparks durch eine sehr klare Richtungskorrelation nachzuweisen. Beim ersten Anstieg in Phase 2, ist dieser Trend z.B. nur bei östlichen Windrichtungen zu sehen.

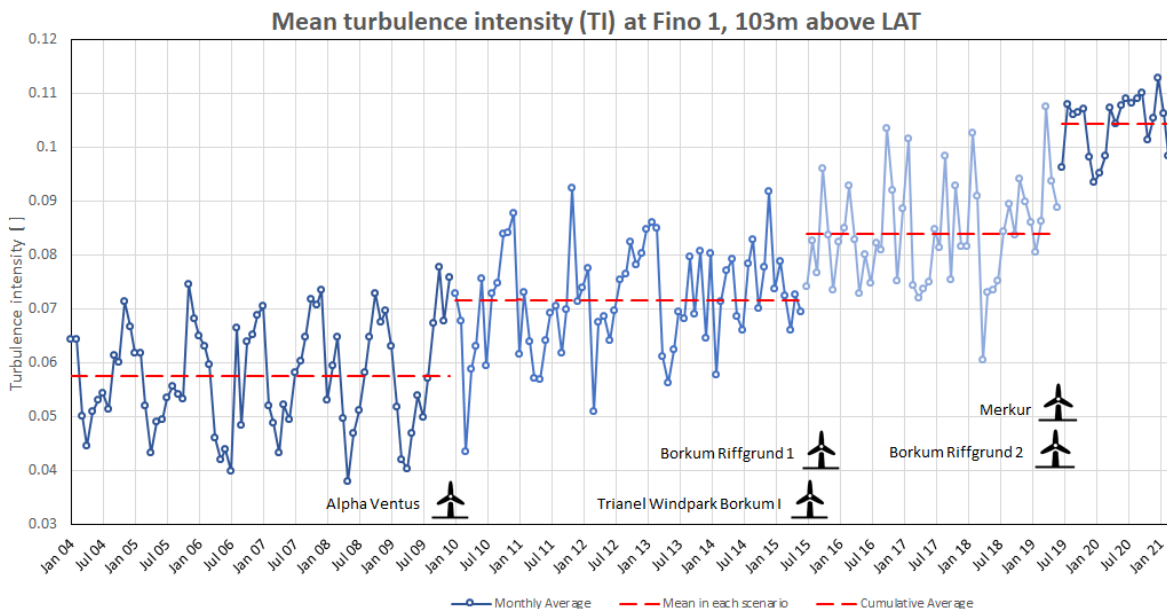


Abbildung 6-3: Monatsmittelwerte (blau) und phasenweise Mittelwerte (rot) der Turbulenzintensität auf 103 m – Windturbinen weisen auf den ungefähren Zeitpunkt der Inbetriebnahme der umliegenden Windparks

6.4 Schlussfolgerung

Die benachbarten Windparks um FINO1 haben einen messbaren Einfluss auf die Windgeschwindigkeiten. Das am FINO1 Messmast gemessene Windprofil kann nicht mehr als repräsentative Windmessung in der freien Nordsee, insbesondere wegen der Inbetriebnahme der westlichen Windparks Borkum Riffgrund und Trianel Borkum, angenommen werden. Da diese freien Windbedingungen in der Nordsee angesichts des Ausbaus der Offshore Windenergie immer seltener werden, stellen die Messungen an der FINO1-Plattform eine wichtige Referenz für die Einflüsse von Windparks auf die marine Grenzschicht dar. So erfasst sie die lokalen Situationen hinter Windparkclustern in unterschiedlichen Entfernungen. Das Windfeld wird heterogener und die Daten unterstützen neue Ansätze zur Beschreibung der komplex gestörten Grenzschicht.

7. NEUE LIDARE

7.1 Einleitung

In diesem Projekt wurden zwei neue Lidargeräte auf der FINO1-Plattform als permanente Installationen aufgestellt. Das erste (das sogenannte Korrelationslidar) wurde im Mast, auf 87.5 m LAT Höhe installiert, um horizontale Windprofile zu ermitteln. Das zweite (ein scannendes Lidar) wurde auf dem Containerdach aufgestellt.

7.2 Korrelationslidar

Die Idee hinter dem Korrelationslidar ist es, die Turbulenz als räumliche Größe zu erfassen. Konventionelle Anemometer erfassen die Turbulenz im Eulerischen Sinn, vom Standpunkt eines festen Referenzrahmens. Mit dem Korrelationslidar werden stattdessen die turbulenten Wirbel im Raum verfolgt. Somit können eine räumliche Korrelation der Windgeschwindigkeit, und die zeitliche Entwicklung der räumlichen Windverteilung entlang einer Linie untersucht werden.

Hierfür wurde ein horizontal ausgerichtetes Zwei-Strahl-Lidar im Mast installiert, nach Südwesten in Hauptwindrichtung ausgerichtet (siehe Abbildung 7-1). Das Gerät misst bis in eine Entfernung von 250m, mit einem Laserstrahl abwechselnd in zwei Richtungen. Eine Auswertung der Daten konnte noch nicht durchgeführt werden. Die Daten werden täglich abgeholt und formal geprüft. In regelmäßigen Abständen werden die Livedaten geprüft, ob diese Sinnvolle Werte liefern, wie am Beispiel in Abbildung 7-2 dargestellt.



Abbildung 7-1: 2-Strahl Lidar auf der 87.5m Ebene installiert, links: Blick auf das Gerät, rechts: Blick vom Gerät auf eine Turbine vom Windpark Merkur in ca. 1500m Entfernung.

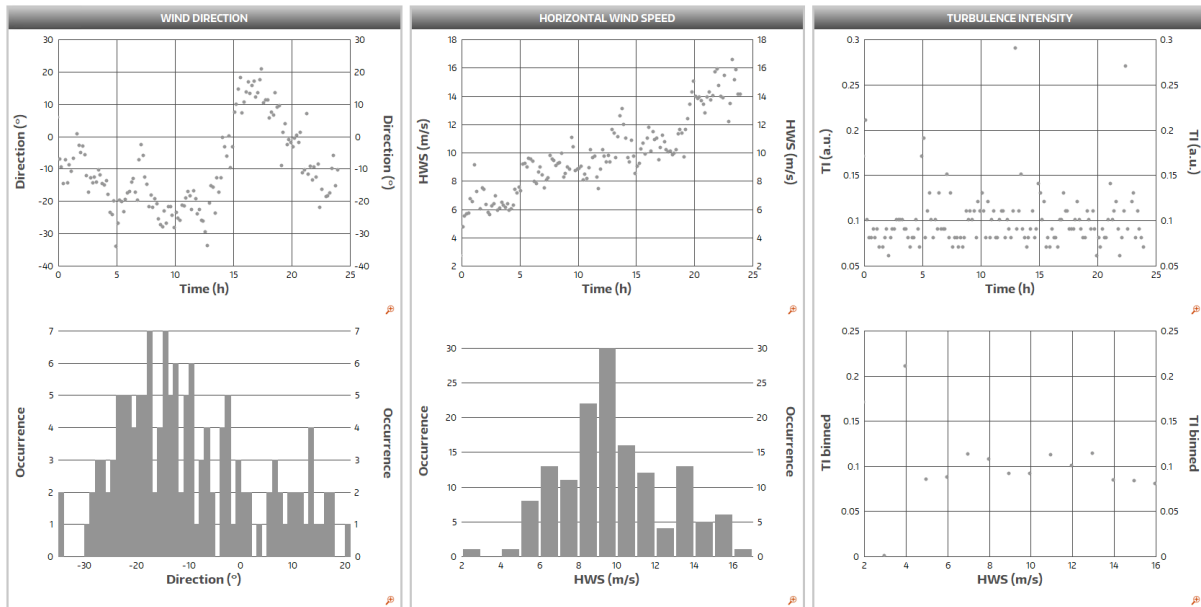


Abbildung 7-2: Live-Daten – Windstatistiken für den 28.07.2021

Wegen einer defekten Batterie im Lidargerät, gab es zu Beginn der Kampagne häufige Ausfälle. Die Batterie konnte erst im Juli 2021 getauscht werden, nach einer aufwändigen Fehlersuche mit Unterstützung des Herstellers.

7.3 Scanning Lidar

7.3.1 Probetrieb auf Norderney

Das Gerät wurde für eine Probekampagne auf Norderney auf dem DWD Gelände aufgestellt. Neben den Messungen vom DWD, zu denen auch zwei tägliche Ballonflüge zählen, war hier auch ein Leosphere WLS8 Vertikal-Lidar aufgestellt, mit einer Höhenreichweite bis zu 500 m. Während dieser Kampagne wurden vertikale und horizontale Windprofile gemessen, mit unterschiedlichen Scanstrategien. Ein Teil der Daten wurde von einem Masterstudenten ausgewertet, der Vergleiche mit dem Vertikal-Lidar, und die horizontalen Windprofile für Küsteneffekte untersucht hat [2].

7.3.2 Installation auf FINO1

Der Streamline-XR Scanner steht auf der West-Ecke des Containerdachs wie in Abbildung 7-3 abgebildet. System-Norden ist nach Augenmaß nach Norden ausgerichtet worden. Über einen Hard-Target-Scan wurde der Offset ermittelt (2.3° West).

Pitch und Roll Offsets sind mittels eines sogenannten Sea-Surface-Levelling Scans [3] ermittelt worden (über 1 Monat – Ergebnis 0.01° und -0.09°). Das Gerät ist in vier Richtungen mit Ketten diagonal abgespannt, um einen möglichst steifen und langlebigen Aufbau zu gewähren.

Nach der Ausrichtung des Geräts, wurde eine erste Messphase von zirka drei Monaten durchgeführt, in der nur vertikale Windprofile, mit vier unterschiedlichen Scaneinstellungen untersucht wurden. Diese werden aktuell von einem Studenten ausgewertet. Erste Ergebnisse sind im folgenden Abschnitt dargestellt.

Im März begann die Hauptmesskampagne, die nun als Dauereinrichtung kontinuierlich weitergeführt werden soll. Sinn dieser Messzeitreihe ist es, möglichst vielseitige Untersuchungen des Windfeldes innerhalb und oberhalb des Windparkclusters zu ermöglichen.



Abbildung 7-3: Scanning Lidar, auf der Westecke des Containerdachs installiert.

Es sind 4 Scanmuster eingestellt, die im ständigen Wechsel der Reihe nach abgefahren werden. Die Gesamtdauer für die 4 Scans ist ungefähr 3 Minuten. Sie decken drei unterschiedliche Scanstrategien ab, sowie einen Zenith-Scan (Grenzschichthöhe). Maximale Reichweite für alle Scans beträgt etwa 2,5 km. Die drei Scanmuster sind in Abbildung 7-4 schematisch dargestellt sind.

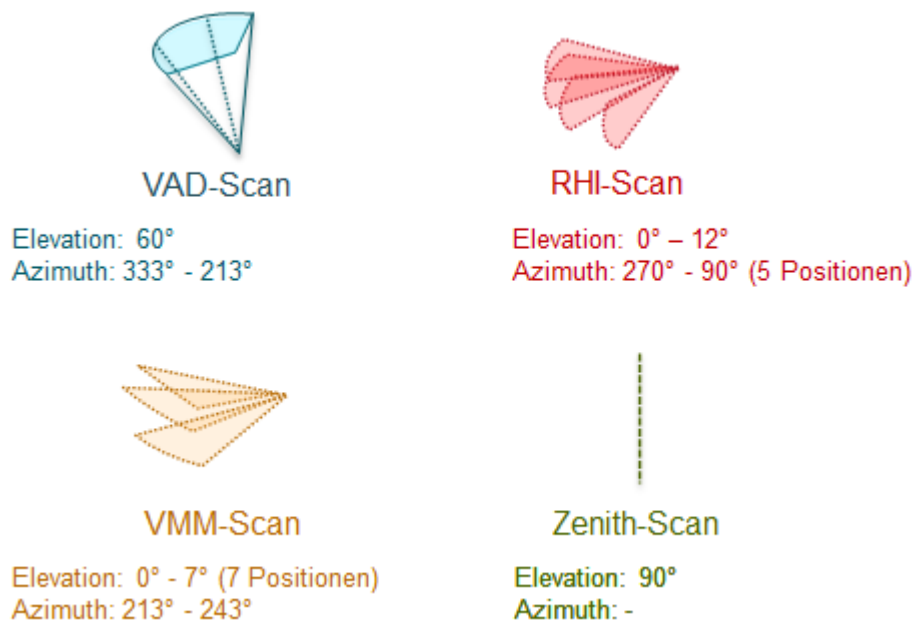


Abbildung 7-4: Schematische Darstellung der drei Scanmuster, plus Zenith-Scan.

Mit dem VAD-Scan werden vertikale Windprofile erstellt, die weit über den Windpark hinaus reichen. Typischerweise werden Höhen von 400 m erreicht, aber unter Idealbedingungen sind auch größere Höhen möglich. Dies soll Untersuchungen der Windgeschwindigkeiten oberhalb des Windparks,

ermöglichen. Mit dem RHI-Scan in fünf Azimuth-Richtungen können vertikale und horizontale Profile durch den Windpark erstellt werden. Fokus hier ist es, ähnlich dem Korrelationslidar, über grössere Längen die Fortpflanzung turbulenter Strukturen zu untersuchen, indem senkrechte Schnitte durch das Windfeld erfasst werden. Der VMM-Scan untersucht das Windprofil auf 4 Höhen vor und hinter der ca. 1,5 km entfernten Turbine des Windparks Merkur. Hierfür wird ein PPI-Scan mit einem schmalen Öffnungswinkel von 30° auf 7 Elevationswinkeln gefahren, sodass in ungefähr 500 m vor und hinter der Anlage dieselben 4 Höhen (horizontal, 30% von Rotorunterkannte, Rotormitte, und 30% Rotoroberkannte) getroffen werden. Dies soll Untersuchungen zu Nachläufen unterstützen.

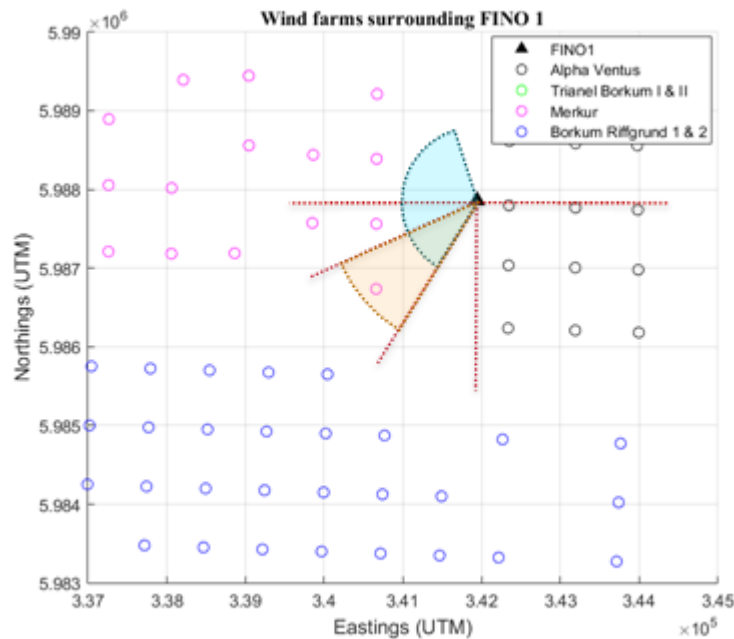


Abbildung 7-5: Schematische Darstellung der drei Scanmuster, Draufsicht – Hellblau: VAD, Dunkelrot: RHI, Orange: VMM, die naheliegenden Turbinen sind als Kreise eingezeichnet.

7.4 Masterarbeit zu Küsteneffekte

Ein zweiwöchiger Datensatz wurde im Rahmen einer Masterarbeit an der Universität Braunschweig aufgearbeitet, in der Windgeschwindigkeiten vom Scanning-Lidar mit denen eines Vertikal-Lidars auf dem Gelände der Wetterstation Norderney verglichen wurden. In dieser Studie wurde ein RHI-Scan eingesetzt, um vertikale Windprofile in unterschiedlichen Entfernungen und Orientierungen zur Küste zu erstellen. Das vertikale Lidar wurde hierfür als Referenz für die Windgeschwindigkeit direkt über dem Standort genutzt.

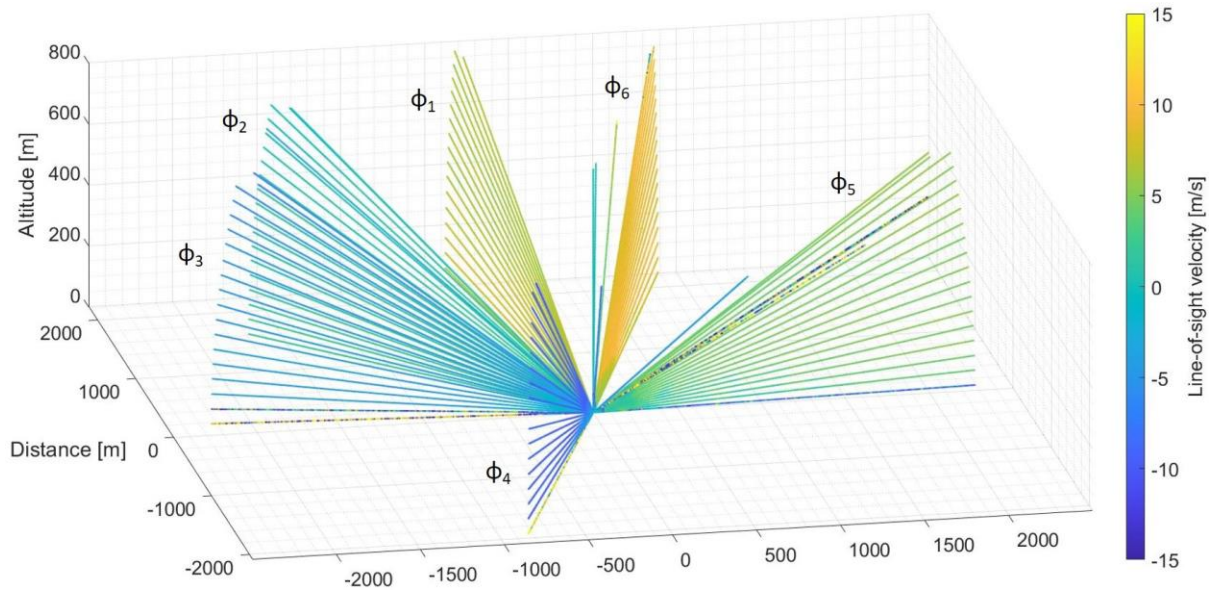


Abbildung 7-6: dreidimensionale Darstellung des Scanmusters anhand der radialen Windgeschwindigkeiten.

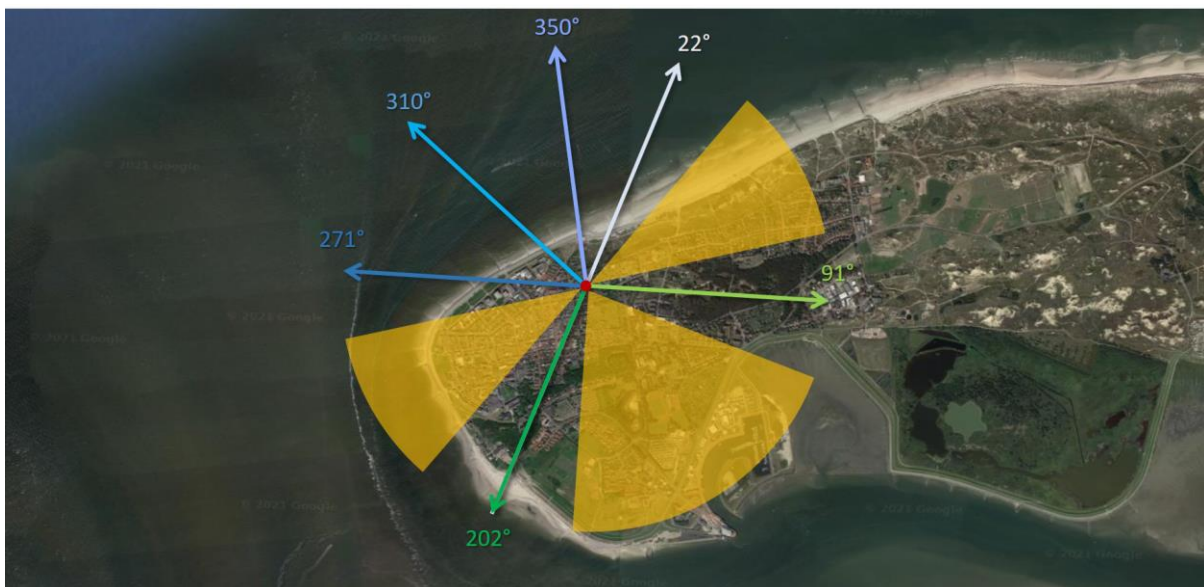


Abbildung 7-7: Darstellung des Scanmusters im Verhältniss zur Insel Norderney – in den gelbmarkierten Sektoren wird eine Auswertung der Windgeschwindigkeiten ausgeschlossen.

7.5 Unsicherheiten der VAD-Methode

In dieser Studie geht es um die Auswertung des VAD-Scans, um Windgeschwindigkeitsprofile bis auf 400m Höhe zu erfassen. Es wird eine stochastische Umsetzung (ein RANSAC-Verfahren) der VAD-Methode auf Unsicherheiten und Wiederholbarkeit untersucht. Die VAD-Methode (Velocity Azimuth Display) ist ein Scanverfahren in dem die Windgeschwindigkeit radial zum Sensor als Funktion des Azimuthwinkels berechnet wird. Die radiale (vom Lidar gemessene) Windgeschwindigkeit ergibt, wenn gegen den Azimuthwinkel geplottet, eine Sinusform, von der sich die Windgeschwindigkeit (Amplitude) und Richtung (Phasenverschiebung) ableiten lassen. Hierfür wurden Scans bei konstantem Elevationswinkel (60° zur Waagerechten) mit einer 120° Spannweite in Azimuth-Richtung genutzt, um vertikale Windprofile zu erstellen. Beim RANSAC-Verfahren (RANDOM SAMPLING CONSENSUS) wird eine geringe Anzahl an Datenpunkten genutzt, um das Model zu berechnen. In der Anwendung auf die VAD-Methode reichen z.B. nur 3 Punkte, um die Sinusform zu bestimmen. In mehreren Iterationen werden

immer wieder neue Punkte zufällig ausgewählt, und das Modell mit dem vorherigen auf Passgüte verglichen. Somit ist die Berechnung des Modells robust gegen Ausreißer im Datensatz, was bei geringer Datenqualität (z.B. bei Messungen auf großer Entfernung) von Vorteil ist.

Da der Prozess aber stochastisch arbeitet ist zu erwarten, dass bei jedem Durchlauf die berechneten Windgeschwindigkeiten etwas variieren. Unter optimalen Bedingungen sollte jedoch das Ergebnis innerhalb sehr enger Grenzen liegen. Hierzu wurde jede Trajektorie (bzw. jeder Scan) zehnmal gerechnet, und die Ergebnisse untereinander verglichen. Abbildung 7-8 zeigt die Verteilung der Standardabweichung der jeweils 10 Wiederholungen für 14 Tage an Daten, mit drei unterschiedlichen Iterationsgrenzen, (5, 25, und 50 Iterationen des RANSAC-Verfahrens pro Berechnung). In der Praxis ist es erstaunlich, wie gut die Ergebnisse mit sehr wenigen Iterationen bereits sind. Dennoch ist klar zu erkennen, dass die Reproduzierbarkeit mit der Anzahl der Iterationen deutlich steigt. So ist die Verteilung in den rechten Plots (50 Iterationen) deutlich enger gefasst.

Die Zeitreihen in Abbildung 7-9 sind gefiltert, um Berechnungen bei denen die 10 Wiederholungen eine Standardabweichung von mehr als 0.25 m/s aufweisen auszusortieren. Hier wird deutlich, dass die Verfügbarkeit wiederholbarer Ergebnisse mit der Anzahl der Iterationen im RANSAC Verfahren deutlich steigt. Gleichzeitig steigt aber auch der Rechenaufwand. Ein Optimum zwischen Wiederholbarkeit und Rechenleistung muss für jeden Messaufbau einzeln ausgewertet werden.

Eine Verifizierung der Ergebnisse gegen die FINO1 Anemometer- und Windfahrendaten vom Masttop steht noch an, und wird im vortlaufenden FINO1 Projekt durchgeführt.

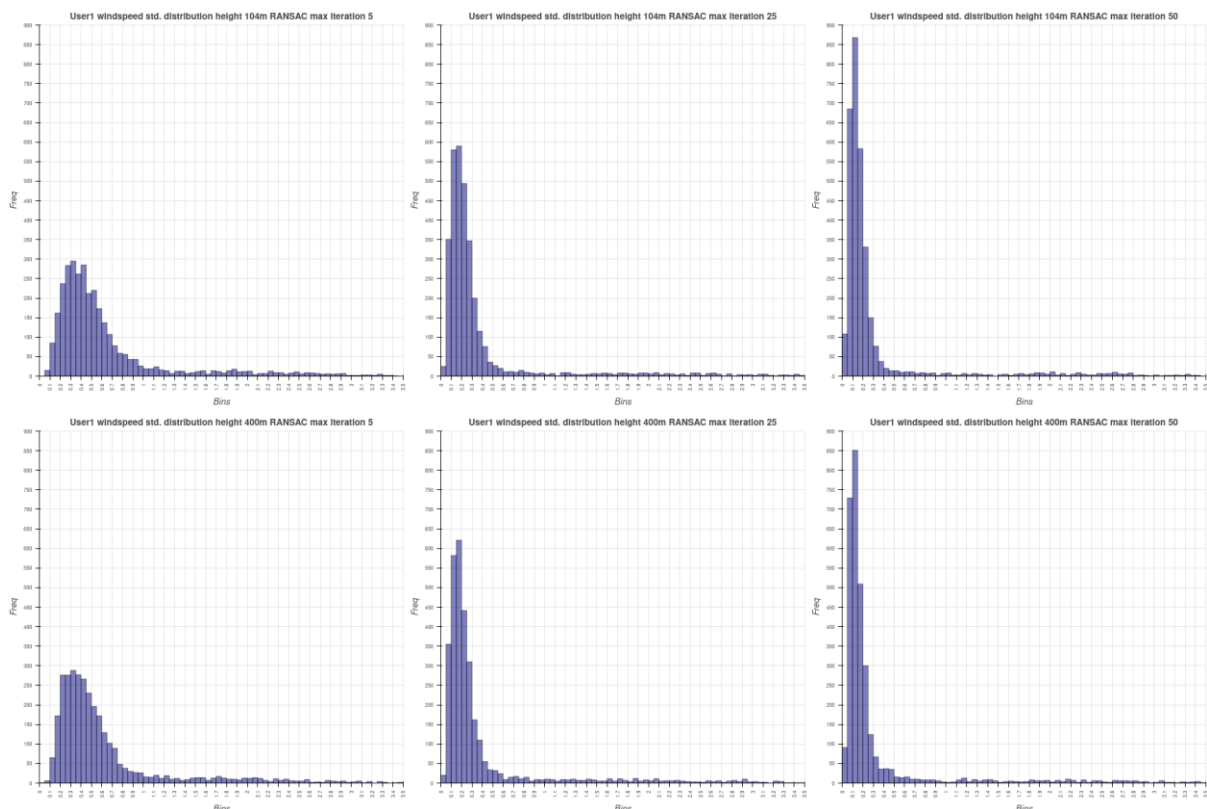


Abbildung 7-8: Histogramme der Standardabweichung der berechneten Windgeschwindigkeit, bei 10 Wiederholungen des Prozesses auf identischer Datenlage. Links – 5, Mitte – 25, Rechts - 50 Iterationen des RANSAC-Verfahrens, Oben – 104 m Höhe, Unten – 400 m Höhe.



Abbildung 7-9: Zeitreihe der Windgeschwindigkeit, Meidanwert für 10 Wiederholungen, gefiltert nach der Standardabweichung der Wiederholungen für, Oben – 5 Iterationen, Unten – 50 Iterationen.

8. AUSBLICK

Die Fortführung der Messungen auf der Forschungsplattform FINO1 ist notwendig, um die Erforschung der marinen Umgebungsbedingungen innerhalb grosser Windpark-Cluster zu gewährleisten. Die marine Umwelt hat sich aufgrund des erfolgreichen Offshore-Zubaus gewandelt. Gerade durch die langfristigen Messungen ist es möglich die Veränderungen der Windbedingungen nachzuweisen. Jetzt, wo FINO1 komplett umbaut ist, ergibt sich eine einmalige Gelegenheit, diese neue Umwelt im Detail zu erkunden. Die Daten von FINO1 sind eine unverzichtbare Grundlage für aktuelle Forschungsvorhaben. Aktuelle Beispiele sind die Projekte X-Wakes, in dem die Nachläufe der Windparks erkundet werden, und ITN-LIKE in dem unter anderem Scanning-Lidar Daten in 500 m Höhe als Referenzwert zur Kalibrierung von satellitengestützten Lidardaten zur Messung des geostrophischen Windes genutzt werden. Zudem sind die Daten zunehmend auch für Windparkbetreiber und Turbinenhersteller von großem Interesse da hier zum ersten Mal die Windverhältnisse innerhalb eines Windparks genau gemessen werden. Die Nachfrage für hochaufgelöste Daten ist nach wie vor stark. Dies betrifft insbesondere die meteorologischen Messungen auf der FINO1-Plattform, die in einem Zentrum des Offshore-Ausbaus errichtet worden sind. Die Messungen auf der FINO1-Plattform gewinnen hierdurch an Bedeutung, da in einmaliger Weise dokumentiert werden kann, in welcher Form die Windparks die marine Umgebung verändern.

VERÖFFENTLICHUNGEN

- [1] R.K. Frühmann, T. Neumann, H. Decker: Erprobung und Validierung eines Infrarot-Messsystems zur Erfassung der Wasseroberflächentemperatur. FINO Konferenz 2021, Kiel (Sept. 2021)
- [2] R.K.Fruehmann, M. Ortensi, T. Neumann: Wind farm wake effects on the wind conditions at FINO1. WESC 2021, Online (May 2021)
- [3] R.K. Fruehmann, T. Neumann, M. Ortensi: Impact and opportunities of offshore atmospheric stability: a long-term measurements study at FINO 1. Poster at: Wind Europe Electric City 2021, (Nov. 2021)

REFERENZEN

- [1] Marcos Ortensi, Wind farm wake effects on the wind conditions and the fatigue loads of the offshore wind farm Alpha Ventus, Masterarbeit, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, (2020)
- [2] Tayfun Simsek, Veränderung der Windprofile mit Entfernung zur Küste basierend auf Lidar-Datensätzen, Masterarbeit, Technische Universität Braunschweig, Matrikelnummer 4387985, (2021)
- [2] A. Rott, J. Schneemann, D. Trabucchi, J-J.Trujillo, M. Kühn, Accurate Deployment of Long Range Scanning Lidar on Offshore Platforms by Means of Sea Surface Leveling, WindTech2017, Boulder, 2017

WICO 001FE121-01

**Meteorologische Messungen
auf der Forschungs- und Messplattform
FINO 2
am Offshore-Standort
*Kriegers Flak / Ostsee***

Projektzeitraum: Januar 2021 bis August 2021

Berichtszeitraum: Januar 2019 bis September 2021

Auswertezeitraum: August 2007 bis September 2021

Bargeshagen, 29.10.2021

Auftraggeber: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Bernhard-Nocht-Straße 78
D-20359 Hamburg

Tel.: +49(040) 3190-0
Fax: +49(040) 3190-5000



Aktenzeichen: 0800Z11-1111/001/554

Auftragnehmer: WIND-consult
Ingenieurgesellschaft für umweltschonende Energiewandlung mbH
Reuterstraße 9
D-18211 Bargeshagen

Tel.: +49(0)38203/50725
Fax.: +49(0)38203/50723
E-Mail: company@wind-consult.de
Internet: www.wind-consult.de

Auftrag / Bericht: WICO 001FE121-01

Bearbeiter: Dipl.-Geoök. S. Müller

**Ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, -(BMWi)
vertreten durch das Forschungszentrum Jülich GmbH (Projektträger Jülich PTJ)
gefördertes Projekt**



Inhalt

1	Einleitung	5
2	Ziel und Inhalt des Projektes <i>FINO 2</i>	5
3	Standort	6
4	Zeitlicher Ablauf des Projektes	8
5	Technisches Messprogramm auf <i>FINO 2</i>	9
5.1	Beschreibung der Forschungsplattform	9
5.2	Messkonzept der meteorologischen Messkette	10
5.3	Messtechnik	10
6	Zentrales Messdatenerfassungssystem	12
7	Datenübertragung, -verarbeitung und -archivierung	12
8	Ergebnisse der statistischen Aufbereitung ausgewählter meteorologischer Messungen	14
8.1	Verfügbarkeit der Sensoren	14
8.2	Ergebnisse der meteorologischen Messung	16
9	Ergebnisse spezieller Auswertungen zu ausgewählten bzw. abgeleiteten Parametern	17
9.1	Langjährig zu erwartende Windgeschwindigkeit	17
10	Auswirkungen des Zubaus der Windparks <i>BALTIC 2</i> und <i>Kriegers Flak</i>	18
11	Zusammenfassung und Ausblick	23
	Literatur	25

Abbildungen

Abbildung 1:Übersicht der <i>FINO</i> Messplattformen *	6
Abbildung 2:Standort der Forschungsplattform <i>FINO 2</i>	7
Abbildung 3:Konstruktionsansicht der Forschungsplattform <i>FINO 2</i>	9
Abbildung 4:Übersicht über die Verfügbarkeit der meteorologischen Sensorik	15
Abbildung 5:Übersicht über die Verfügbarkeit der meteorologischen Sensorik (ab 04/2015)	15
Abbildung 6:Monatsmittel und kumulierte Monatsmittel der Windgeschwindigkeit in 102.5 m ü.MSL (rot markiert: Betrieb BALTIC 2)	17
Abbildung 7:Positionen der WEA im Windpark BALTIC 2 sowie die Position der Forschungsplattform <i>FINO 2</i>	18
Abbildung 8: Auswirkung des Zubaus von BALTIC 2 und Kriegers Flak auf die Windgeschwindigkeit an der <i>FINO 2</i> Plattform	19
Abbildung 9: Vergleich der Windgeschwindigkeit von <i>FINO 2</i> und ERA5 Reanalysedaten	20
Abbildung 10: Windrichtungsverteilung der Umgebungsturbulenz (links 08/2007 bis 12/2014, mittig 01/2015 bis 12/2020, rechts 06/2021 bis 08/2021)	21
Abbildung 11: Turbulenzintensität vs. benachbarte WEA	22

Tabellen

Tabelle 1:Übersicht zu den meteorologischen Messgrößen	11
Tabelle 2:Windfeldparameter aus den verschiedenen Messhöhen (Schalensternanemometer)	16

Anlagen

Anlage 1: Monatliche Werte der Windgeschwindigkeiten	27
Anlage 2: Windrichtungsverteilung	51
Anlage 3: Monatliche Werte der Lufttemperatur	52
Anlage 4: Monatliche Werte der relativen Luftfeuchte	67
Anlage 5: Monatliche Werte des Luftdruckes	76
Anlage 5: Monatliche Werte der Globalstrahlung	82
Anlage 5: Mittleres Windpotenzial in allen Messhöhen	85

1 Einleitung

Die Bundesregierung hat zur Erforschung und Entwicklung umweltschonender Energieformen im Bereich der nichtnuklearen Energienutzung (BMWi/BMU) mit dem Zukunftsinvestitionsprogramm (ZIP) einen Schwerpunkt auf die Offshore-Windenergienutzung gelegt. Damit wurden eine Reihe von Forschungsvorhaben in den Ministerien initiiert. Eines dieser Vorhaben ist das Projekt *FINO* (Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee), in dem mit Forschungsplattformen die Basis für umfangreiche Messungen in der meteorologischen, hydrologischen, technischen und ökologischen Begleitforschung geschaffen wird. Seit 2003 wird bereits eine Plattform (*FINO 1*) in der Nordsee, ca. 40 km nördlich von *Borkum*, betrieben ^{19/}. Die Messplattform *FINO 2* ist für die wissenschaftlichen Untersuchungen in der *Ostsee* vorgesehen. *FINO 2* wurde im Juni 2007 am Standort "*Kriegers Flak*" errichtet und liefert seit August 2007 meteorologische Daten aus der westlichen *Ostsee*. Die dritte Plattform -*FINO 3*- in der nördlichen Nordsee wurde im Spätsommer 2009 in Betrieb genommen.

Insgesamt befördert dieses Vorhaben die langfristige Strategie der Bundesregierung zur Windenergienutzung auf See. Damit wird angestrebt, bis 2030 20 GW Offshore zu erzeugen (Stand: Januar 2021). Bis 2040 soll die installierte Leistung 40 GW erreichen.

Die *FINO*-Plattformen bilden die messtechnische Basis für eine Reihe von wissenschaftlich-technischen Untersuchungen aus den Bereichen Meteorologie, Hydrologie und Ökologie.

2 Ziel und Inhalt des Projektes *FINO 2*

Ziel des geplanten Vorhabens ist es, mit dem Aufbau und Betrieb von ausgewählten meteorologischen Messungen auf der Offshore-Plattform am Standort "*Kriegers Flak*", ca. 40 km nördlich von *Rügen*, Daten über einen mehrjährigen Zeitraum zu erfassen, auszuwerten und diese für weitere wissenschaftlich-technische Auswertungen und Untersuchungen bereitzustellen. Die geplanten Messungen dienen dem grundsätzlichen Erkenntnisgewinn bzw. Abbau von Defiziten im Hinblick auf Auslegung, Errichtung und Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) in Offshore-Windparks, insbesondere in der westlichen *Ostsee* und am Standort "*Kriegers Flak*".

Der Inhalt des Projektes gliedert sich in die nachfolgenden Unterpunkte:

- Installation, Betrieb, Wartung und Reparatur sowie erforderliche Vergleichsmessungen und Kalibrierungen für die Messsysteme
- Erfassung und Bereitstellung von Zeitreihen meteorologischer Daten, gemessen an einem 100 Meter-Messmast auf der Plattform, für die Parameter Windgeschwindigkeit und -richtung, Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchte, Global- und UV-Strahlung sowie die Registrierung von Regen
- Erfassung und Bereitstellung von Zeitreihen der Messmast-Beschleunigung
- Datenerfassung, -verdichtung, -speicherung sowie -ablage für die Übertragung an Land
- Datenauswertung / Datenübergabe an die zentrale Datenbank des BSH

3 Standort

Der Standort der Forschungsplattform in der Ostsee befindet sich etwa 40 Kilometer nördlich der Insel Rügen auf der Untiefe "Kriegers Flak" bei einer Wassertiefe von ca. 25 Metern.

Die geographischen Koordinaten sind N 55°00'24,94" / E13°09'15,08".



Abbildung 1: Übersicht der FINO Messplattformen *

Der Zugang zur Plattform wird mittels Schifftransfer realisiert. Die Fahrtdauer zur Plattform beträgt von Rostock ca. 7 bis 10 Stunden, bzw. 3 bis 4 Stunden von *Klintholm* auf der dänischen Insel *Møn*.

* Bildquelle: www.fino3.de

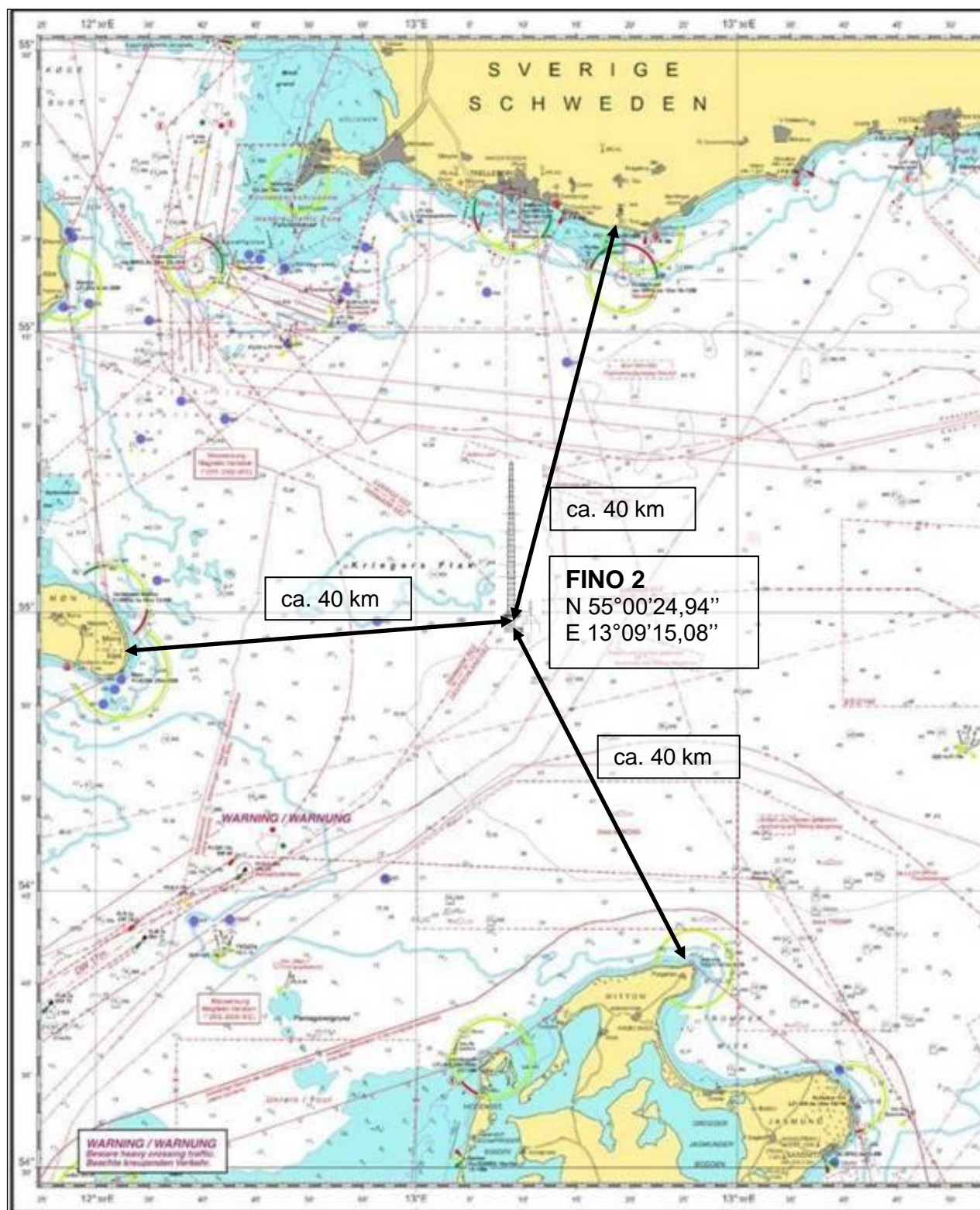


Abbildung 2: Standort der Forschungsplattform *FINO 2*

In Abbildung 2 ist die genaue Lage im Schnittpunkt der Ausschließlichen Wirtschaftszonen (AWZ) der Länder *Deutschland – Dänemark – Schweden* dargestellt.

4 Zeitlicher Ablauf des Projektes

Im Mai 2005 wurde die WIND-consult GmbH durch das Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V. (SIW) beauftragt, die meteorologischen Messungen auf der *FINO 2* Plattform vorzunehmen.

Nach Erarbeitung eines Messkonzeptes wurde im Dezember 2005 die Technik bestellt und im Juni 2006 mit der Messtechnikkonfiguration und dem Schaltschrankbau begonnen. Der Bau der Schaltschränke sowie für die Erprobung des kompletten Messsystems wurde in Laborräumen der WIND-consult vorgenommen.

Nach der Beendigung des Stahlbaus für die Plattform in *Lübeck* wurden im April 2007 das Plattformdeck und die vier einzelnen Mastschüsse in den *Rostocker Fischereihafen* transportiert.

Im *Fischereihafen* erfolgte die technische Vorausrüstung, d.h. die Installation des Messdatenerfassungssystems im Container sowie die Verkabelung der vier Mastschüsse einschließlich der Ausleger für die Sensorik. Die Anbringung der Sensorik war aufgrund der Schädigungsgefahren bei der Verschiffung bzw. Offshore-Errichtung erst nach der Installation des Bauwerkes auf See möglich.

Nach einer Funktionsprüfung der Klappmechanismen der Ausleger Ende Juni 2007, konnte ab Juli 2007 mit der Offshore-Installation begonnen werden. Da das Übersetzen auf die Plattform mittels Schlauchboot nur bis maximal Windstärke 4 möglich ist, sind die Zugangsmöglichkeiten auf die Plattform limitiert.

Bis Ende des Jahres 2009 wurde die Plattform vom Schiffahrtsinstitut Warnemünde (SIW) betrieben. Seit Anfang des Jahres 2010 ist GL Garrad Hassan, der seit September 2013 als DNV GL firmiert ist, der Betreiber.

2005	Auftrag und erste technische Besprechungen
Juni 2006	Beginn Schaltschrankbau
Oktober 2006 bis April 2007	Aufbau der kompletten Messkette (in Laborräumen)
ab April 2007	Vorarbeiten im Fischereihafen Rostock
ab August 2007	Betrieb der ersten Sensoren
März 2008	Blitzschaden Topanemometer
ab April 2008	Beendigung der Installationsarbeiten, Beginn des Regelbetriebs
Juli 2012	Einbau eines Pyrometers für die Wasseroberflächentemperaturmessung
März 2015	Umbau/Erneuerung des Hauptmesssystems

5 Technisches Messprogramm auf *FINO 2*

5.1 Beschreibung der Forschungsplattform

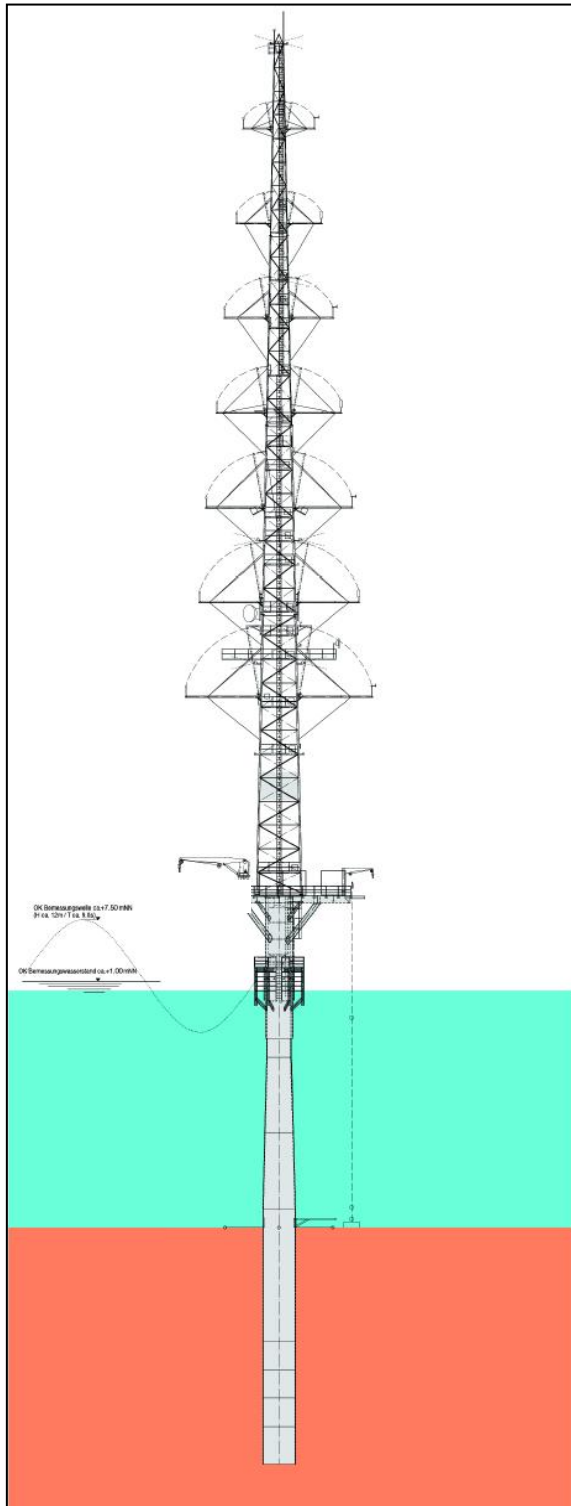


Abbildung 3: Konstruktionsansicht der Forschungsplattform *FINO 2*

Das Plattformbauwerk wurde auf einem Monopile gegründet. Es besteht aus vier Hauptbestandteilen:

- Monopile mit 50 m Gesamtlänge
- Transition Piece mit einem Außendurchmesser von 3 m. Daran befindet sich auch die doppelte Bootsanlegerkonstruktion
- Plattformdeck mit einer Fläche von 12 x 12 m in einer Höhe von 10 m ü. MSL (Mean Sea Level)
- vierstieliger Gittermast mit 90 m Gesamtlänge

Auf dem Plattformdeck befinden sich sieben Container in denen Messtechnik der unterschiedlichen Nutzer, die Datenfernübertragung, die Energieversorgung sowie Teile der Sicherheitsausrüstung untergebracht sind. An der Nordwestecke wurde ein Kran zum Heben von Lasten bis 3 t installiert. Zusätzlich befinden sich zahlreiche Führungs- und Halteseile beispielsweise für Bewuchsplatten und eine hydrologische Messkette im nordwestlichen Bereich der Plattform.

Der Mast ist eine geschweißte Rohrkonstruktion und in vier Schüssen unterteilt. Er verjüngt sich von 4,5 x 4,5 m auf dem Plattformdeck auf 0,9 x 0,9 m am oberen Ende.

Die Windmessensorik, mit Ausnahme des Topanemometers, ist auf Auslegern angebracht, die die doppelte Kantenlänge des Mastes an der jeweiligen Messhöhe aufweisen. Die Ausleger sind mittels Seilwinden für die Montage und Wartung der Messtechnik nach oben klappbar.

Die Energieversorgung der Plattform wird mittels zweier Dieselgeneratoren realisiert.

Die Sicherheitsausrüstung besteht aus einem Rettungsfluss, mehreren Rettungsringen, Feuerlöscher, Rettungsanzügen, Rettungswesten sowie einem Erste-Hilfe Kasten.

Das Gesamtgewicht beträgt ca. 420 t.

5.2 Messkonzept der meteorologischen Messkette

Der Zugang auf die Plattform ist zeitaufwändig, kostenintensiv und nur bei günstigen Witterungsbedingungen möglich. Daraus ergeben sich hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Sensorik ebenso wie an die Datenaufnahme und -speicherung. Zusätzlich soll aus Gründen der Vergleichbarkeit eine gewisse Analogie zur Messung *FINO 1* hergestellt werden. Daher wurde im Vorfeld mit dem *Deutschen Windenergie-Institut (DEWI)*, das die meteorologischen Messungen an der Plattform *FINO 1* durchführt, die Sensorik abgestimmt /3/.

Bei der Sensorik wurde v.a. auf die Offshoretauglichkeit geachtet. So wurde bei den Schalensternanemometern eine speziell für den Offshoreinsatz konzipierte Variante gewählt. Bei der restlichen Sensorik kamen bekannte und bewährte Fabrikate und Ausführungen zur Anwendung.

Die Messwertaufnahme und -speicherung war bis März 2015 zweistufig ausgeführt. Alle Signale bis auf die der Beschleunigungssensoren und die der Ultraschallanemometer werden einerseits von insgesamt vier Standarddatenloggern und andererseits von einem davon unabhängigen, schnellen Messsystem aufgezeichnet. Ziel war es, bei geringem Energieverbrauch ein hohes Maß an Redundanz zu gewährleisten. Beim Ausfall der plattformeigenen Energieversorgung wird automatisch auf einen solarversorgten Notbetrieb umgeschaltet. Hierbei können die für windenergetische Betrachtungen wichtigsten meteorologischen Parameter aufgezeichnet werden. Im März 2015 wurde auf ein einstufiges, loggerbasiertes Messsystem umgestellt.

5.3 Messtechnik

Der Fokus bei der Erstellung des Messkonzeptes liegt im Bereich der windenergetischen Fragestellungen. Daher ist fast die komplette Sensorik auf dem Messmast installiert. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die aufgezeichneten Parameter, deren Messhöhe und Inbetriebnahmedatum.

Auf jeder Messebene am Mast befindet sich ein Schaltschrank an dem die Signale der jeweiligen Sensorik zusammenläuft. Von diesen Schaltschränken wurden jeweils die Kabel am Stück, d.h. ohne Zwischenverbindungen zum zentralen Messsystem auf dem Plattformdeck geführt. Dieser arbeitsintensiven Variante wurde wegen der geringeren Störungsanfälligkeit einer mastschussweisen Verkabelung der Vorzug gegeben.

Die Schalensternanemometer, Ultraschallanemometer sowie die Windfahnen sind an Auslegern montiert. Das Ziel hierbei ist die Minimierung der Beeinflussung der Mastkonstruktion auf die Messung. Somit wären sehr lange Ausleger wünschenswert. Andererseits muss die Verhältnismäßigkeit des konstruktiven Aufwand sowie der technischen Machbarkeit gewahrt bleiben. Aus diesem Grund haben die Ausleger der unterschiedlichen Messhöhen etwa die doppelte Länge der jeweiligen Turmkantenlänge.

Eine detaillierte Beschreibung der Messtechnik und deren Installation ist /14/ und zu entnehmen.

Tabelle 1: Übersicht zu den meteorologischen Messgrößen

Messhöhe ü. MSL	Parameter	Sensor	Inbetriebnahme
102,5 m 99,3 m 99,3 m	Windgeschwindigkeit Temperatur Luftfeuchte	Schalensternanemometer PT100 Haarhygrometer	06.08.2007 06.08.2007 06.08.2007
92,4 m 91,8 m 90,8 m 90,8 m	Windgeschwindigkeit Windrichtung Niederschlag (Intensität) Luftdruck	Schalensternanemometer Windfahne Optischer Niederschlagssensor Barometer	16.03.2008 10.08.2007 20.10.2007 10.08.2007
82,4 m 82,1 m	Windgeschwindigkeit Windgeschwindigkeit (3-D)	Schalensternanemometer Ultraschallanemometer	16.03.2008 23.04.2008
72,4 m 71,8 m 70,3 m	Windgeschwindigkeit Windrichtung Temperatur	Schalensternanemometer Windfahne PT100	16.03.2008 23.04.2008 20.10.2007
62,4 m 62,1 m 60,8 m 60,3 m 60,3 m	Windgeschwindigkeit Windgeschwindigkeit (3-D) Niederschlag (Status) Globalstrahlung UV A und B	Schalensternanemometer Ultraschallanemometer Optischer Niederschlagssensor Pyranometer UV A/B Sensor	20.10.2007 23.04.2008 20.10.2007 20.10.2007 20.10.2007
52,4 m 51,8 m 50,3 m 50,3 m	Windgeschwindigkeit Windrichtung Temperatur Luftfeuchte	Schalensternanemometer Windfahne PT100 Haarhygrometer	20.11.2007 20.11.2007 20.10.2007 20.10.2007
42,4 m 42,1 m 40,3 m	Windgeschwindigkeit Windgeschwindigkeit (3-D) Temperatur	Schalensternanemometer Ultraschallanemometer PT100	20.11.2007 15.04.2008 20.10.2007
32,4 m 31,8 m 30,3 m 30,3 m 30,8 m	Windgeschwindigkeit Windrichtung Temperatur Luftfeuchte Luftdruck	Schalensternanemometer Windfahne PT100 Haarhygrometer Barometer	20.11.2007 20.11.2007 20.10.2007 20.10.2007 21.10.2007
0,0 m	Wasseroberflächentemperatur	Pyrometer	24.07.2012

Die Wasseroberflächentemperatur wird seit dem 24.07.2012 mit Hilfe eines Pyrometers gemessen. Diese Technik erlaubt eine berührungslose Messung.

6 Zentrales Messdatenerfassungssystem

Auf jeder Messebene befindet sich ein Schaltschrank. An diesen werden sämtliche Signale der jeweiligen Sensoren aufgelegt. Von diesen Schaltschränken gehen die Kabel ohne Zwischenverbindung direkt zum Messdatenerfassungssystem. Dieser arbeitsintensiven Variante wurde aus Gründen der Betriebssicherheit gegenüber einer Steckerlösung der Vorzug gegeben.

Die Schaltschränke sind doppelt ausgeführt, d.h. in einem großen Schaltschrank, der auch anderen Nutzern Platz bietet, befindet sich ein kleinerer, der ausschließlich für die meteorologischen Daten genutzt wird. Letztgenannter ist beheizbar.

Bis März 2015 liefen im zentralen Messsystem sämtliche Daten der meteorologischen Messkette zusammen. Pro Tag werden ca. 80 MB an Daten aufgezeichnet. Der Vorteil der zentralen Sammlung ist einerseits, dass es nur ein Datenformat gibt, andererseits dass alle Daten zeitsynchron erfasst werden. Die Abtastfrequenzen reichten von 10 Hz bei den Beschleunigungssensoren und den Ultraschallanemometern bis zu einem Hertz bei der restlichen Sensorik. Aufgrund des aufwändigen und kostenintensiven Zugangs zur Plattform ist eine hohe Redundanz und Datenverfügbarkeit gefordert.

Nachdem das bisherige System immer anfälliger wurde und die von einigen Nutzern geforderte Echtzeitauskopplung der Daten nicht möglich war, erfolgte im März 2015 der Umstieg auf ein komplett neues, loggerbasiertes System der Firma Gantner. Das Messsystem hat eine Abtastfrequenz von 1 Hz, kann aber für eventuelle Spezialaufgaben auch mit einer höheren Abtastfrequenz betrieben werden.

Die Daten der 1-Minuten-Mittel werden via Ethernet auf den Plattformserver übertragen.

7 Datenübertragung, -verarbeitung und -archivierung

Die an der Messplattform anfallenden und gespeicherten Daten werden vom Messsystem in 1-Minuten-Mittelwerte verdichtet und mittels Satellit übertragen.

Die hoch abgetasteten Urdaten verbleiben auf dem Messrechner und können bei Servicefahrten manuell auf transportable Datenspeichermedien übertragen werden.

Vor der Weiterverarbeitung der Messdaten werden diese einer visuellen Prüfung unterzogen, d.h. sämtliche gemessenen 1-Minuten-Messwerte werden zu monatlichen Graphiken verdichtet und die zeitlichen Verläufe dargestellt. Weiterhin werden auf der Grundlage langjähriger oder physikalisch bedingter Extremwerte Plausibilitätstests zur Fehleranalyse und zur Erfassung extremer Witterungsbedingungen durchgeführt und damit u.a. Fehlmittelungen ausgeschlossen. Nach der Durchführung der Plausibilitätstests erfolgt die weitere Aufbereitung der Messdaten.

Im Ergebnis dieses Bearbeitungsschritts liegen die Daten als fortlaufende Zeitreihen plausibilisiert sowie stations- und zeitcodiert in einem einheitlichen Datenformat für die statistische Datenauswertung vor.

Diese Daten werden als 10-Minuten Mittelwerte dem BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) zur Verfügung gestellt. Hier werden sie in die *FINO*-Datenbank eingepflegt und stehen wissenschaftlichen Anwendern und der kommerziellen Nutzern zur Verfügung.

Seit April 2009 wird die Datenübertragung über eine WIND-consult eigene Satellitenverbindung realisiert. Hierbei besteht auch die Möglichkeit direkt auf das Messsystem zuzugreifen. Letzteres war bei der bisherigen Vorgehensweise nicht möglich.

8 Ergebnisse der statistischen Aufbereitung ausgewählter meteorologischer Messungen

Die nachfolgenden Tabelle und Graphiken geben einen Überblick über die an der Messplattform *FINO 2* im Zeitraum von August 2007 bis September 2021 gemessenen Daten.

Die statistische und analytische Aufbereitung der Messdaten erfolgt mit Hilfe einer für meteorologische Anwendungen von der WIND-consult GmbH entwickelten Applikation zum Messdatenerfassungs- und -verarbeitungsprogramms *DIAdem /7/*. Ausserdem wird die Software *mint* von Sander & Partner genutzt /15/.

Für die Ermittlung der Weibullparameter A und k und für die Ermittlung Windpotentials der Messhöhen wurde das Computermodell WIND ATLAS ANALYSIS AND APPLICATION PROGRAM (WASP 4.0) genutzt /8/.

8.1 Verfügbarkeit der Sensoren

Die Verfügbarkeit der einzelnen Sensoren ist unterschiedlich und vor allem für die Ultraschallanemometer momentan noch unbefriedigend. Die für die Bestimmung der Windverhältnisse relevanten Schalensternanemometer weisen aber eine hohe Verfügbarkeit von $\geq 91\%$ auf. Zu beachten ist allerdings, dass im Zeitraum von September 2008 bis März 2009 das Hauptmesssystem ausgefallen war. In dieser Zeit wurden die Daten vom Reservemesssystem erfasst. Dieses System speichert die relevantesten Daten als 10-Minuten Mittelwerte.

Die Ultraschallanemometer (USA) wurden im November 2010 gegen Sensoren eines anderen Herstellers getauscht. Der Grund war die durch zahlreiche Defekte unbefriedigende Verfügbarkeit.

Die geringe Verfügbarkeit der Strahlungssensorik ist ebenfalls auf den temporären Ausfall des Hauptmesssystems zurückzuführen.

Aus Gründen einer Erhöhung der Verfügbarkeiten sowie der besseren Einbindung in das Plattformnetz und der Schaffung einer Quasi-Echtzeitübertragung wurde das Messsystem im März 2015 auf ein loggerbasiertes System umgestellt. Seit diesem Umbau beträgt die Verfügbarkeit -abgesehen von den Ultraschallanemometern- nahezu 100 %. Allerdings kam es im April bis Mai 2016 durch einen Generatorausfall nochmals zu einer größeren Datenlücke.

Abbildung 4 zeigt die Verfügbarkeit der unterschiedlichen meteorologischen Größen für den gesamten in diesem Bericht dargestellten Zeitraum. Abbildung 5 zeigt die Verfügbarkeit für den Zeitraum nach dem Umbau des Messsystems (ab April 2015). Es handelt sich hierbei um die 10-Minuten Werte seit der Installation der jeweiligen Sensoren.

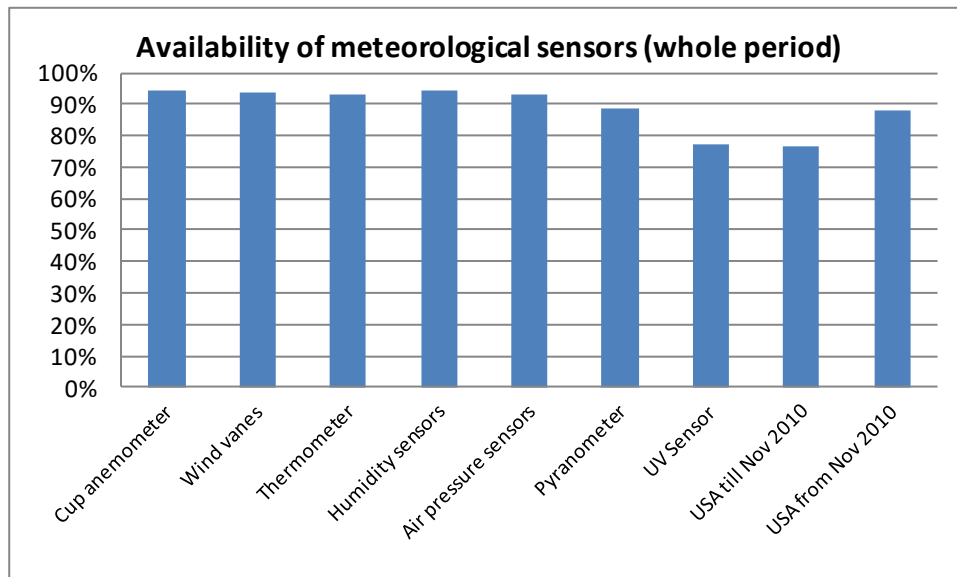


Abbildung 4: Übersicht über die Verfügbarkeit der meteorologischen Sensorik

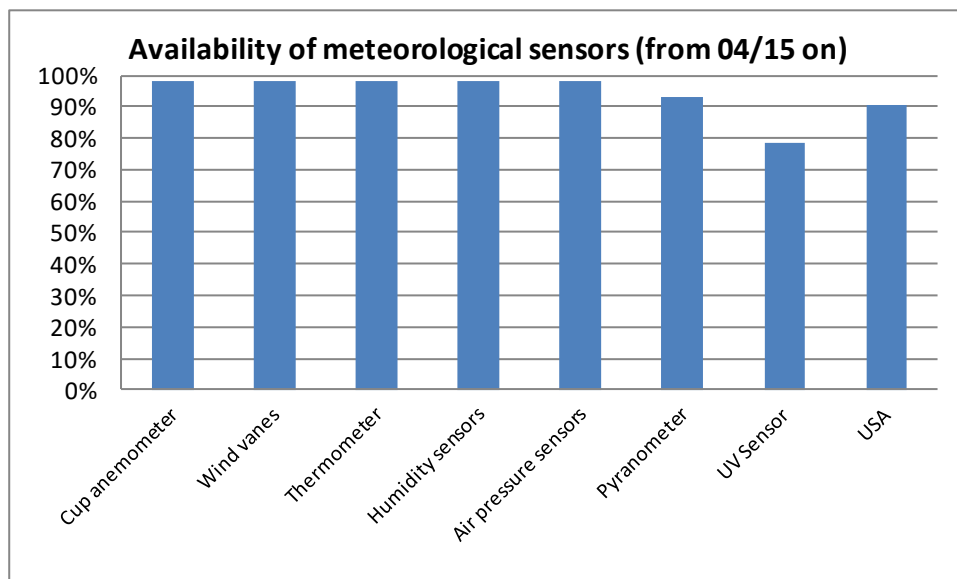


Abbildung 5: Übersicht über die Verfügbarkeit der meteorologischen Sensorik (ab 04/2015)

8.2 Ergebnisse der meteorologischen Messung

Die Basis der Auswertung sind Daten aus dem Zeitraum vom 23.04.2008, partiell vom 06.08.2007 bis zum 30.09.2021. Die jeweiligen Inbetriebnahmezeiten finden sich in Tabelle 1.

Die mittlere Windgeschwindigkeit in 102.5 m ü. MSL (Mean Sea Level) während des Messzeitraumes beträgt 9.3 m/s. Das maximale 10-Minuten Mittel wurde am frühen Abend des 28. Oktober 2013 aufgezeichnet und beträgt 33.2 m/s.

Tabelle 2: Windfeldparameter aus den verschiedenen Messhöhen (Schalensternanemometer)

Messhöhe ü.MSL	Mittlere Wind- geschwindigkeit	Maximale Wind- geschwindigkeit <small>10 min Mittel</small>	Leistungsdichte
[m]	V_{AVE} [m/s]	V_{MAX} [m/s]	P [W/m ²]
102.5	9.3	33.2	868
92.4	9.0	32.5	787
82.4	8.8	32.1	746
72.4	8.8	31.7	725
62.4	8.6	30.7	695
52.4	8.5	30.9	668
42.4	8.3	29.9	622
32.4	8.3	29.3	596

Die mittlere Lufttemperatur während des Messzeitraumes beträgt in 99,3 m ü.MSL 9,3°C, die mittlere relative Luftfeuchte 72,5 % sowie der mittlere Luftdruck 1003 hPa.

Eine Zusammenfassung mit den jeweiligen Monatsmittelwerten der Sensoren sind den Anlagen 1 bis 5 zu entnehmen.

9 Ergebnisse spezieller Auswertungen zu ausgewählten bzw. abgeleiteten Parametern

9.1 Langjährig zu erwartende Windgeschwindigkeit

Die mittlere langjährig zu erwartende Windgeschwindigkeit ist ein entscheidender Parameter für die Planung und Finanzierung von Windenergieprojekten.

In der nachfolgenden Grafik ist der Verlauf der gemessenen Monatsmittel der Windgeschwindigkeit in 102.5 m ü.MSL zusammen mit den kumulierten Mittelwerten dargestellt.

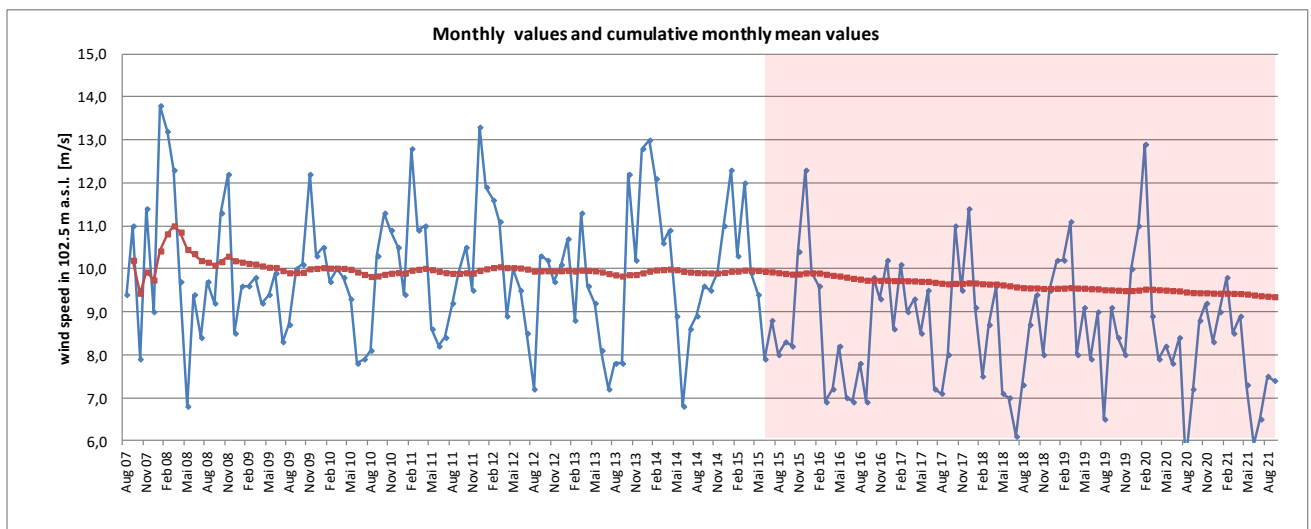


Abbildung 6: Monatsmittel und kumulierte Monatsmittel der Windgeschwindigkeit in 102.5 m ü.MSL (rot markiert: Betrieb BALTIC 2)

Der im betrachteten Messzeitraum gemessene Mittelwert der Windgeschwindigkeit in 102.5 m ü.MSL beträgt 9.3 m/s. Erkennbar ist, dass vor allem seit Inbetriebnahme des Offshore Windparks BALTIC 2 niedrigere Windgeschwindigkeiten gemessen wurden. Dass dies insbesondere auf den Zubau zurückzuführen ist, wird in Kapitel 10 dargelegt. Ergebnisse hierzu wurden auf dem Expert Breakfast /18/ im Juni 2019 in Hamburg und auf der FINO Konferenz 2021 /19/ in Kiel vorgestellt.

Ein Vergleich der Daten mit denen der Schwesterplattform FINO 1 (Nordsee; siehe Kapitel 3) zeigt, dass die mittleren Windverhältnisse sehr ähnlich sind /13/ und bislang tendenziell eher unterschätzt wurden. Eine detaillierte Untersuchung hierzu ist Bestandteil weiterer Analysen. Die ersten Ergebnisse hierzu wurden auf der Deutschen Windenergiekonferenz DEWEK im November 2012 /16/ sowie auf der FINO Konferenz 2013 in Kiel vorgestellt /17/.

10 Auswirkungen des Zubaus der Windparks BALTIC 2 und Kriegers Flak

Der Forschungsplattform FINO 2 befindet sich an der nordwestlichen Ecke des Windparks BALTIC 2. Der Windpark umfasst 80 WEA vom Typ SIEMENS SWT-3.6-120 mit einer Nabenhöhe von 78,25 m ü.SKN. Je nach Wassertiefe stehen die WEA auf Monopile- oder Jacketgründungen. Die Arbeiten am Windpark BALTIC 2 begannen Mitte 2013 mit dem Setzen der ersten Fundamente. Im April 2015 sind die ersten WEA in Betrieb gegangen. Im Juni 2015 wurde die letzte WEA installiert und mit dem Probetrieb begonnen. Offizielle Inbetriebnahme war im September 2015.

Der im Juni 2021 in Betrieb genommene Windpark Kriegers Flak befindet sich westlich von FINO 2. Er besteht aus 72 WEA vom Typ SIEMENS Gamesa SG167 mit einer Nabenhöhe von 107 m ü.SKN.



Abbildung 7: Positionen der WEA im Windpark BALTIC 2 sowie die Position der Forschungsplattform FINO 2

Der Windpark BALTIC 2 hat eine Nord-Süd-Ausdehnung von ca. 7 km und eine Ost-West-Ausdehnung von ca. 9 km, bei Kriegers Flak sind es ca. 14 km und ca. 24 km.

Der minimale Abstand der WEA von FINO 2 beträgt ca. 240 m in südsüdwestlicher Richtung. Dies entspricht dem 2-fachem Rotordurchmesser der installierten WEA. Die in östlicher Richtung nächstgelegene WEA ist ca. 500 m entfernt. Der Windpark Kriegers Flak ist mit ca 3 km wesentlich weiter entfernt.

Die geringen Entfernungen sowie die Ausmaße der WEA und des Windparkareals bedingen eine Beeinflussung der meteorologischen Messungen -insbesondere der Windgeschwindigkeit und -richtung- auf FINO 2.

In Abbildung 8 ist der Einfluss des Betriebs von BALTIC 2 und Kriegers Flak auf die Windfeldparameter zusammengefasst. Die dargestellten Werte beziehen sich auf das weitgehend von der Maststruktur ungestörte Topanemometer.

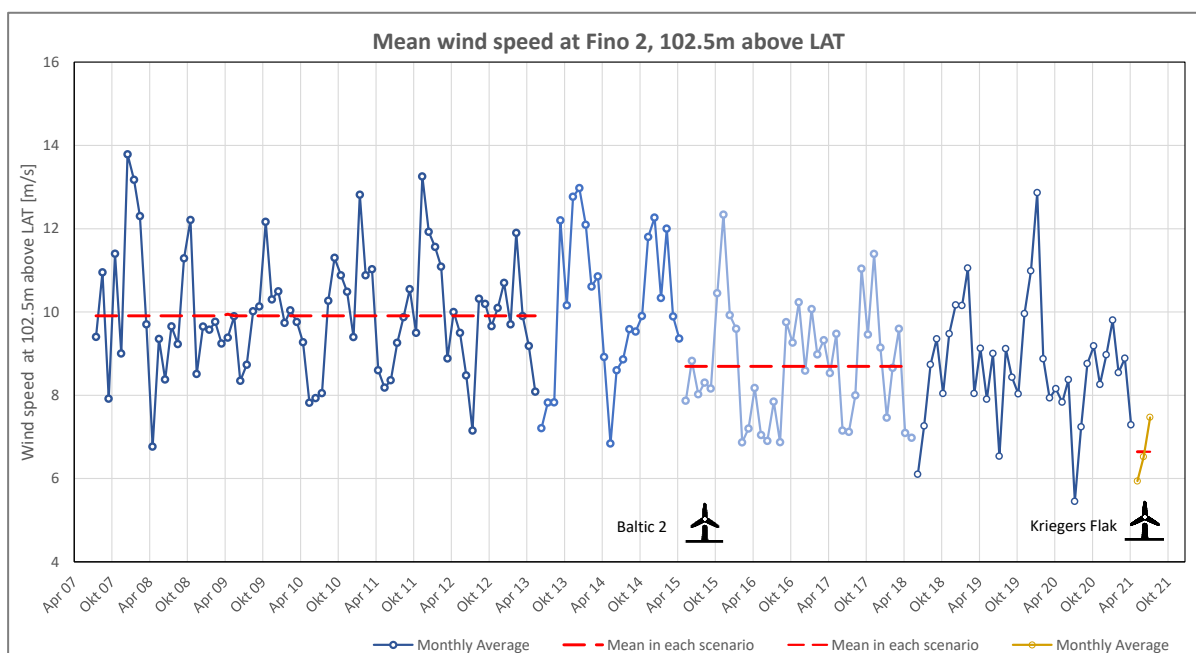


Abbildung 8: Auswirkung des Zubaus von BALTIC 2 und Kriegers Flak auf die Windgeschwindigkeit an der FINO 2 Plattform

Vergleiche mit Reanalysedaten haben ergeben, dass die mittleren Windverhältnisse der unterschiedlichen Zeiträume sehr ähnlich sind und die in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellten Unterschiede ausschließlich im Betrieb von BALTIC 2 bzw. Kriegers Flak begründet sind. In Abbildung 9 ist ein Vergleich der Monatsmittelwerte der Windgeschwindigkeit in 102,5 m ü.SKN mit den ERA5 Reanalysedaten des Punktes N55° E13° sowie gestrichelt die jeweiligen Mittelwerte beider Datensätze in den unterschiedlichen Zeiträumen dargestellt. Der Vergleich der Zeiträume vor und nach der Inbetriebnahme von BALTIC 2 zeigt, dass die Reanalysedaten praktisch gleich geblieben sind, während bei den FINO 2 Daten ein deutlicher Rückgang der Windgeschwindigkeit zu beobachten ist. Der Zeitraum der auch durch den Betrieb von Kriegers Flak beeinflusst ist, ist allerdings zu kurz um eine valide Aussage zu ermöglichen. Dennoch ist die Tendenz zu noch geringeren Windgeschwindigkeitswerten erkennbar.

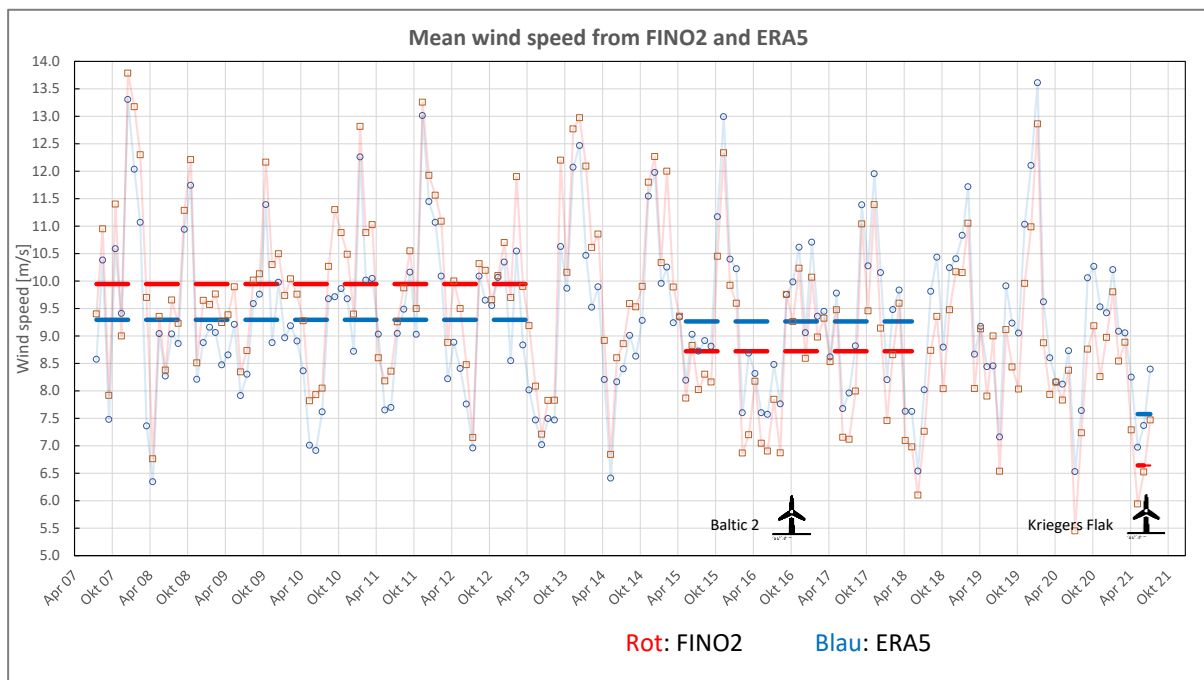


Abbildung 9: Vergleich der Windgeschwindigkeit von FINO 2 und ERA5 Reanalysedaten

Die Turbulenzintensität, also die mit dem Mittelwert in einem Zeitintervall normierte Standardabweichung, gibt die Fluktuation der Windgeschwindigkeit an. In der Natur hervorgerufen wird dies insbesondere durch orographische Variationen oder Hindernisse (z.B. Bebauung, Wald etc.) als auch durch konvektive (thermische) Effekte. Da ausschließlich konvektive Effekte und keine Hindernisse existieren, ist die natürliche Turbulenzintensität auf See wesentlich geringer als an Land.

Wenn aber das Windfeld durch Windenergieanlagen beeinflusst wird, erhöht sich die Turbulenzintensität v.a. in der näheren Umgebung beträchtlich. In Abbildung 10 ist links die Windrichtungsverteilung der Umgebungsturbulenz vor dem Betrieb von BALTIC 2 dargestellt (08/2007 bis 12/2014), rechts ist die Umgebungsturbulenz nach der Inbetriebnahme dargestellt (01/2015 bis 12/2018). Die Skalierung der beiden sich auf das Topanemometer beziehenden Grafiken ist identisch.

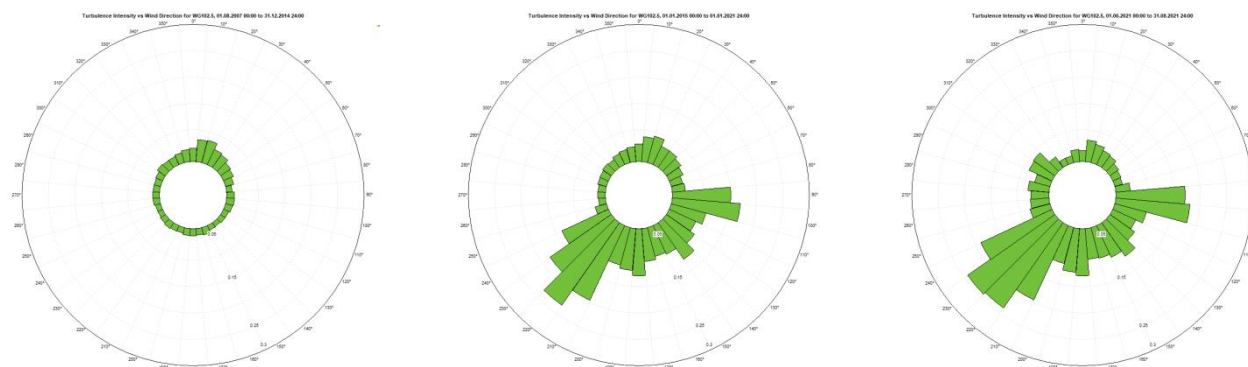


Abbildung 10: Windrichtungsverteilung der Umgebungsturbulenz (links 08/2007 bis 12/2014, mittig 01/2015 bis 12/2020, rechts 06/2021 bis 08/2021)

Im Zeitraum vor der Inbetriebnahme von BALTIC 2 (linke Grafik) ist die Windrichtungsverteilung der Turbulenzintensität bis auf den Bereich der Blitzfangstange bei ca. 20° ohne Auffälligkeiten. Im Gegensatz dazu ist nach den Zubau von BALTIC 2 ein deutlicher Zuwachs der Turbulenzintensität in den Sektoren, in denen sich benachbarte WEA befinden, erkennbar. In der rechten Grafik ist auch schon deutlich der Einfluss des Windparks Kriegers Flak erkennbar.

Zur einprägsameren Darstellung ist in Abbildung 11 die Windrichtungsverteilung der Turbulenzintensität auf den Lageplan der WEA geplottet. Es ist deutlich zu erkennen, dass die 4 nächstgelegenen WEA in Abhängigkeit der Entfernung von FINO 2 eine starke Turbulenzerhöhung verursachen. Zusätzlich ist im gesamten, vom Windpark beeinflussten Sektor (ca. 90° bis 240°) eine Erhöhung gegenüber dem nicht von Zubau betroffenen Zeitraums sichtbar.

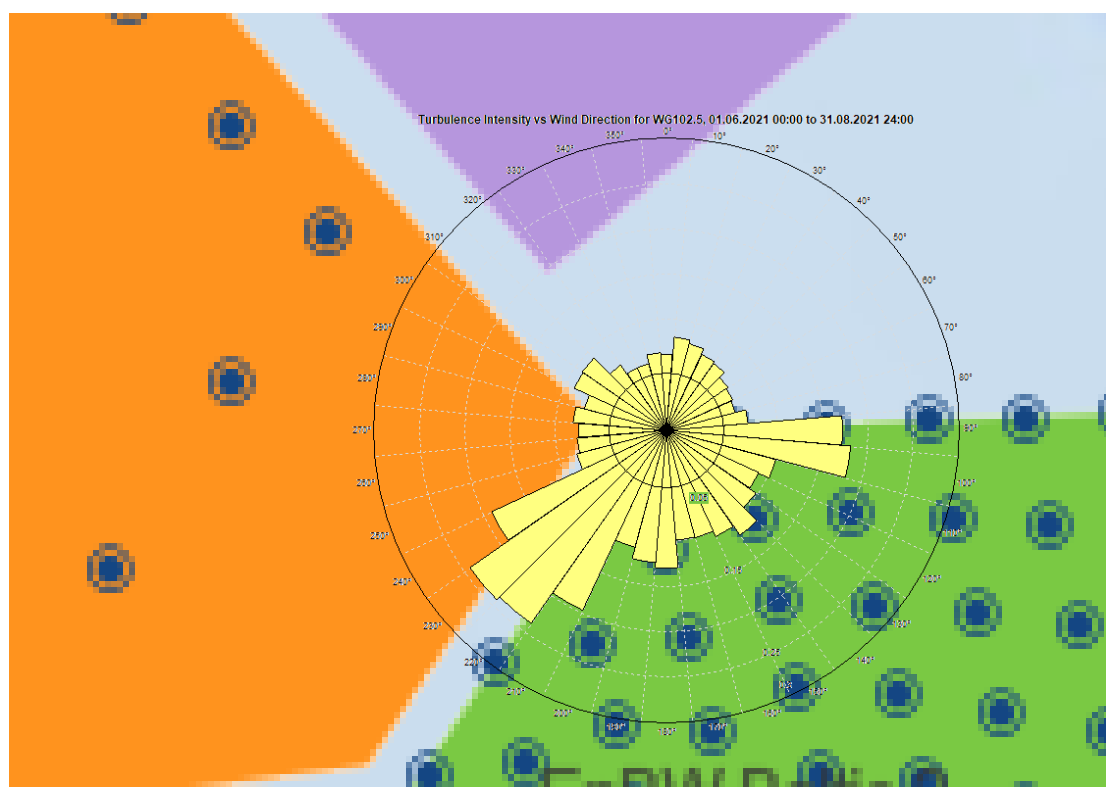


Abbildung 11: Turbulenzintensität vs. benachbarte WEA

Vor Inbetriebnahme betrug die mittlere Umgebungsturbulenz 5,5 %, nach Inbetriebnahme von BALTIC 2 steigt diese auf 10,1 % und nach Inbetriebnahme von Kriegers Flak auf 10,3 % (geringe Aussagekraft, da kurzer Zeitraum, aber Tendenz erkennbar)

11 Zusammenfassung und Ausblick

Die WIND-consult GmbH wurde im Mai 2005 vom Schiffahrtsinstitut Warnemünde e.V. mit der Durchführung von meteorologischen Messungen an der Forschungsplattform *FINO 2* beauftragt. Seit Anfang 2010 betreibt die Firma GL Garrad Hassan die Plattform. Gegenstand des Auftrages war im Einzelnen:

- Erarbeitung eines Sensor- und Messkonzeptes zur Erfassung meteorologischer Daten für die Offshore-Windenergienutzung, einschließlich der Speicherung auf dem WIND-consult Messrechner und Übertragung an den Plattform-Server
- Konfiguration und Erprobung des gesamten Messsystems im Labor
- Vorinstallation von Komponenten des Messsystems während der Onshore-Montage der Plattform im *Fischereihafen Rostock*
- Offshore-Installation der Messtechnik und Inbetriebnahme
- Erfassung, Speicherung und Plausibilitätsprüfung der Messdaten
- Laufende Wartungs- und Reparaturarbeiten, periodischer Wechsel von kalibrierten Anemometern
- Datenformatierung / -übermittlung an die Datenbank des BSH
- Dokumentation von Technik und Daten / Berichtserstellung

Hauptziel der Messungen ist eine genaue Erfassung von meteorologischen Daten zu den Windverhältnisse im Bereich der südlichen Ostsee bis zu einer Höhe von ca. 100 m ü. MSL. Neben der Genauigkeit wurde die Sensorik auch im Hinblick auf eine hohe Verfügbarkeit sowie Vergleichbarkeit mit der Forschungsplattform *FINO 1* ausgewählt.

Die Daten werden vom Messsystem mit einer Frequenz von 1 Hz bzw. 10 Hz bei den Ultraschallanemometer erfasst. Die Rohdaten werden als 1-Minuten-Mittel zusammengefasst und via Satellit übertragen. Nach einer Plausibilitätsprüfung werden sie zu 10-Minuten-Mittel zusammengefasst dem BSH zur Verfügung gestellt.

Die Nutzung der Daten für öffentliche Forschung ist kostenfrei, kommerzielle Anwender bezahlen eine Nutzungspauschale. Die Datenweitergabe erfolgt durch das BSH.

Die gesamte Vorbereitungsphase bis zur Inbetriebnahme der Plattform Offshore umfasste den Zeitraum von Mai 2005 bis zu Juli 2007.

Im vorliegenden Bericht werden meteorologische Daten der Offshore-Messplattform *FINO 2* am Standort *Kriegers Flak* in der westlichen Ostsee ausgewertet. Der betrachtete Zeitraum ist von August 2007 bis September 2021. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf windenergetisch relevanten Fragestellungen.

Die wichtigsten Ergebnisse sind u.a.:

- Die mittleren Windverhältnisse in der Ostsee sind bezüglich der Windenergienutzung tendenziell günstiger als bislang angenommen, d.h. die mittlere Windgeschwindigkeit ist vergleichbar mit der an FINO 1 gemessenen, die Extremwerte der Windgeschwindigkeit sind aber niedriger
- Am frühen Abend des 28. Oktober 2013 wurde, verursacht durch den Sturm *Christian*, die bislang höchste Windgeschwindigkeit mit 33.2 m/s (10-min Mittel) gemessen.
- Bereits nach knapp über einem Monat später erreicht der Sturm *Xaver* fast die während *Christian* aufgezeichneten Werte. Er dauert aber im Gegensatz zum Schnellläufer *Christian* wesentlich länger. So wurde an 35 zusammenhängenden Stunden eine Windgeschwindigkeit von 20 m/s überschritten.
- Der Einfluss des Mastes auf die (Wind-)Messung ist groß und Bedarf einer detaillierteren Betrachtung und Vergleichsmessungen mittels *Remote Sensing Devices* wie beispielsweise einem LIDAR
- Die inzwischen mehrjährige Messung ermöglicht Nutzern eine qualitativ hochwertige und gut dokumentierte Datenreihe für unterschiedliche meteorologische und windenergetische Fragestellungen zu nutzen
- Mit dem im Frühjahr 2015 in Betrieb gegangenen Windpark BALTIC 2 ist es möglich, die Beeinflussung der Windmessung durch benachbarte Windparks zu quantifizieren
- Der Windpark BALTIC 2 hat einen großen Einfluss auf die Windverhältnisse, insbesondere auf die Turbulenzen und die Windgeschwindigkeit
- Der Betrieb des westlich gelegenen Windparks Kriegers Flak ist noch zu kurz, um valide Aussagen zu treffen, Tendenzen bezüglich Windgeschwindigkeit und Turbulenzintensität sind aber schon erkennbar

Hervorzuheben ist, dass der Betreuungsaufwand der Messung hinsichtlich Wartung und Reparatur geringer ist als ursprünglich angenommen.

Die Ziele für zukünftige Auswertungen /bzw. Veränderungen am Messsystem sind u.a.:

- Untersuchungen zum Masteinfluss auf die (Wind-)Messung
- Quasi-Echtzeitauskopplung von Meteorologischen Daten für die Verbesserung von Wettermodellen und -vorhersagen im Bereich der südlichen Ostsee
- Tiefergehende Betrachtungen zum Einfluss der Windparks BALTIC 2 und Kriegers Flak auf die meteorologischen Messungen
- Entwicklung eines Verfahrens zur Korrektur des Einflusses von BALTIC 2 und Kriegers Flak und eventuell weiterer Windparks in der Umgebung
- Einbindung eines LIDAR Gerätes in die Messkette, um Erkenntnisse über die Windverhältnisse oberhalb des Mastes zu gewinnen

Um Aussagen zu Extremwerten meteorologischer Größen, insbesondere der Windgeschwindigkeit zu treffen, sind möglichst lange und konsistente Messreihen notwendig. Dabei sinkt die Unsicherheit mit zunehmendem Messzeitraum.

Die Standardisierung und die vergleichende Analyse der Daten aller drei FINO Plattformen ist Gegenstand des im März 2013 gestarteten und inzwischen abgeschlossenen FE Projektes FINO Wind unter der Leitung des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Weitergehende Informationen sind unter https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimaueberwachung/finowind/finowind_node.html zu finden.

Darüber hinaus ermöglicht die Messung wertvolle Erkenntnisse zum Betrieb der Windenergieanlagen für das Projekt *BALTIC 2*. So können die Daten beispielsweise bei einer Vermessung der Leistungskennlinie und auch bei einer Lastmessung genutzt werden. Damit kann die Performance und das Lastmanagement des geplanten Windparks während des Betriebs optimiert werden.

Die Bearbeitung des Vorhabens war vertraglich bis zum 31. August 2021 festgeschrieben.

Im Oktober 2021 wurde der Vertrag über die Fortsetzung der meteorologischen Messungen auf FINO 2 für den Zeitraum von September 2021 bis August 2024 zwischen dem BSH und der WIND-consult abgeschlossen.

Literatur

- /1/ WIND-CONSULT GMBH (WICO) : *Meteorologischen Messungen auf der Forschungs- und Messplattform FINO II am Offshore-Standort Kriegers Flak / Ostsee; Band I; Abschlussbericht* Dezember 2008, WICO WICO 125FE505 / 140FE707 / 130FE708. Bargeshagen (D) : WICO, 2008
- /2/ DEUTSCHES WINDENERGIE-INSTITUT GMBH : *Technische Messungen in Nord- und Ostsee (TeMeFINO), Forschungsplattform Borkum West*. Abschlussbericht März 2005, DEWI (Projektleitung), BSH 2005
- /3/ INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) : *Recommended practises for wind turbine testing and evaluation: 11. Wind speed measurement and use of cup anemometry*. 1. Edition. Glasgow : Submitted to the Executive Committee of the International Energy Agency Program for Research and Development on Wind Energy Conversion Systems (IEA), 1999
- /4/ NETWORK OF EUROPEAN MEASURING INSTITUTE (MEASNET) : *Cup Anemometer Calibration Procedure*. Version 1 September 1997. Brüssel (B) : MEASNET, 1997
- /5/ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC); DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. (DIN); VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK E.V. (VDE) : *IEC 61400-12-1:2005 Wind Turbines-Part 12-1: Power performance measurement of electricity producing wind turbines (DIN EN 61400-12-1:2005 Windenergieanlagen-Teil 12-1: Messung des Leistungsverhaltens einer Windenergieanlage)*. Februar 2007. Frankfurt am Main : Beuth-Verlag GmbH, 2005

- /6/ IEC 61400-1:1999 modified Wind turbine generator systems-Part 1: Safety requirements (DIN EN 61400-1:2004 / VDE 0127 Teil 1 Windenergieanlagen - Teil 1: Sicherheitsanforderungen)
- /7/ IEC 61400-1:2005 Wind turbines-Part 1: Design requirements (DIN EN 61400-1:2005 / VDE 0127-1 Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen)
- /8/ NATIONAL INSTRUMENTS : *DIAdem* 8. 2001. Ireland : National Instruments Ireland Limited, 2001
- /9/ MORTENSEN, Niels G. ; LANDBERG, Lars ; TROEN Ib ; Petersen, Erik L. : *Wind Atlas Analysis and Application Program (WASP)* . User's Guide Vol. 2 January 1993. Roskilde (DK) : RisØ National Laboratory, 1993
- /10/ DEUTSCHES WINDENERGIE-INSTITUT GMBH (DEWI) : *Technische Messungen in Nord- und Ostsee (TeMeFINO), Forschungs-Plattform Borkum West; Abschlussbericht* März 2005, Wilhelmshaven (D) : DEWI, 2005
- /11/ DEUTSCHES WINDENERGIE-INSTITUT GMBH (DEWI) : *Betrieb einer ; Abschlussbericht* März 2005, Wilhelmshaven (D) : DEWI, 2005
- /12/ WIND-CONSULT GMBH (WICO) : Offshore Platform FINO 2 - Three years of wind measurement– Vortrag gehalten auf der Deutschen Windenergiekonferenz (DEWEK) 2010, WICO 2010
- /13/ WIND-CONSULT GMBH (WICO) : *Meteorological measurements at the Offshore Platform FINO 2 - new insights* – Vortrag gehalten auf der FINO 2011 Conference, WICO 2011
- /14/ WIND-CONSULT GMBH (WICO) : *Meteorologischen Messungen auf der Forschungs- und Messplattform FINO II am Offshore-Standort Kriegers Flak / Ostsee;. Band II; Beschreibung der Messtechnik und Installation* Anlage zum Abschlussbericht Dezember 2008, WICO WICO 125FE505 / 140FE707 / 130FE708. Bargeslagen (D) : WICO, 2008
- /15/ SANDER & PARTNER GMBH : *mint The Math machine for Statistical Data Analysis Version 1.1.0.200*, 2012
- /16/ WIND-CONSULT GMBH (WICO) : Comparison of the Wind Conditions in the North Sea and the Baltic sea - *An Important Outcome Of The FINO Project* - Vortrag gehalten auf der Deutschen Windenergiekonferenz DEWEK, WICO 2012
- /17/ WIND-CONSULT GMBH (WICO) : Wind Measurements at FINO 2 - Vortrag gehalten auf der FINO Konferenz in Kiel, WICO 2013
- /18/ WIND-CONSULT GMBH (WICO) : ÜBER 10 JAHRE METEOROLOGISCHE MESSUNGEN AUF FINO 2 ERGEBNISSE, TRENDS UND PHÄNOMENE - Vortrag gehalten auf dem Expert Breakfast in Hamburg, WICO 2019
- /19/ WIND-CONSULT GMBH (WICO) : LANGZEITRENDS DER WINDVERHÄLTNISSE AUF DEN FINO PLATTFORMEN - Vortrag gehalten auf der FINO Konferenz in Kiel, WICO 2021

Anlage 1: Monatliche Werte der Windgeschwindigkeiten

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
wind speed Vector 102,5m (s0WG1025AVEV) in [m/s] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	3104	9.4	0.4	20.5	20.1	3.983
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	4320	11.0	0.2	23.7	23.5	4.497
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	4401	7.9	0.3	19.1	18.8	3.865
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3198	11.4	0.3	26.5	26.2	4.569
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3290	9.0	0.7	23.6	22.9	4.817
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	13.8	2.0	26.5	24.4	3.976
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	13.2	1.3	26.4	25.1	4.776
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	3419	12.3	0.2	27.1	26.9	5.127
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	2253	9.7	1.0	21.1	20.1	4.364
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	6.8	0.3	18.8	18.4	3.831
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	9.4	0.8	20.3	19.5	3.762
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	8.4	0.4	16.7	16.4	3.009
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	9.7	0.4	24.7	24.2	4.436
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	3840	9.2	0.6	18.3	17.7	3.375
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	4464	11.3	0.7	22.6	21.9	4.018
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	4320	12.2	0.7	23.7	23.0	4.371
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	4464	8.5	0.3	25.9	25.6	4.684
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	4319	9.6	0.2	24.0	23.8	4.991
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	4032	9.6	0.8	20.4	19.5	4.261
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	4464	9.8	0.2	22.0	21.8	4.067
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	9.2	0.4	21.5	21.2	4.423
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4293	9.4	0.4	22.7	22.3	4.158
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	9.9	0.5	23.8	23.3	4.609
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	8.3	0.5	18.9	18.4	3.595
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	8.7	0.2	17.8	17.6	3.582
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4281	10.0	0.3	20.7	20.4	4.005
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4446	10.1	0.5	24.9	24.4	4.473
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	12.2	0.5	28.5	28.0	4.165
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	10.3	1.3	24.1	22.7	3.817
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	10.5	0.5	26.1	25.6	4.983
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4023	9.7	0.4	20.5	20.1	4.033
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4440	10.0	0.2	20.7	20.5	4.496
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	9.8	0.2	21.3	21.0	3.595
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	9.3	0.2	21.3	21.0	4.562
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	7.8	0.3	23.6	23.3	4.244
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4157	7.9	0.4	18.7	18.3	3.635
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	8.1	0.2	22.5	22.3	4.112
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	10.3	0.3	23.2	22.9	4.708
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	11.3	0.3	21.4	21.1	3.821
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	10.9	0.3	25.0	24.7	5.449
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	10.5	0.5	22.5	22.0	4.812
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	9.4	0.3	24.7	24.5	4.368
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	12.8	1.9	29.5	27.6	4.356
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	10.9	0.2	23.5	23.3	5.222
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	11.0	0.6	24.3	23.8	5.090
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	1974	8.6	0.5	17.5	17.0	3.535
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	3812	8.2	0.2	26.7	26.4	3.776
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4464	8.4	0.3	20.5	20.2	4.625
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	9.2	0.3	19.9	19.7	4.464
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	9.9	0.9	22.6	21.7	4.201
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	10.5	0.2	21.0	20.8	4.324
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3095	9.5	0.4	28.8	28.3	5.403
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	13.3	0.3	25.1	24.8	4.761
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	11.9	0.7	25.0	24.3	4.986

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	11.6	0.5	24.2	23.7	5.096
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4075	11.1	0.4	23.5	23.0	3.976
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	8.9	0.2	22.1	21.9	4.414
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	10.0	0.4	21.2	20.8	4.544
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2604	9.5	0.8	20.2	19.3	3.825
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	8.5	0.6	19.8	19.2	3.193
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	7.2	0.3	18.2	17.9	3.854
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	10.3	0.8	20.5	19.7	3.522
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	10.2	0.4	22.9	22.5	3.910
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4249	9.7	0.7	21.9	21.2	3.595
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	10.1	0.7	23.3	22.6	4.318
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	10.7	0.3	27.0	26.8	3.981
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2468	9.7	0.3	20.7	20.4	4.243
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	11.9	0.5	22.6	22.0	5.418
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3055	9.9	0.2	21.7	21.4	4.452
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	9.2	0.2	22.0	21.8	4.555
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	8.1	0.3	22.0	21.7	4.107
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	7.2	0.3	17.7	17.3	3.445
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4452	7.8	0.3	18.9	18.6	3.568
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3655	7.8	0.4	18.9	18.5	3.822
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3251	12.2	0.3	33.2	32.9	4.368
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	10.2	1.3	26.9	25.6	3.927
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	12.8	0.3	31.9	31.6	5.504
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3739	13.0	1.7	27.4	25.7	3.309
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3611	12.1	0.6	23.6	23.0	3.611
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	10.6	0.6	25.7	25.1	5.014
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	10.9	0.3	21.1	20.9	4.730
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	8.9	0.4	25.2	24.9	4.539
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	6.8	0.3	17.5	17.2	3.409
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2922	8.6	0.3	19.3	19.0	4.066
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	8.9	0.6	20.3	19.7	4.155
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	9.6	0.7	20.8	20.2	3.536
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	9.5	0.4	18.7	18.3	3.643
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3196	9.9	0.4	17.4	17.0	3.622
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	11.8	0.4	24.2	23.7	4.597
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	12.3	0.6	30.5	29.9	5.847
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	10.3	0.5	22.9	22.4	4.145
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3471	12.0	0.5	22.0	21.5	4.011
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	9.9	0.5	24.0	23.4	4.094
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	9.4	0.5	23.7	23.2	3.730
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	7.9	0.3	21.2	20.9	3.752
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	8.8	0.5	22.4	21.8	4.284
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	8.0	0.4	20.7	20.3	3.792
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	8.3	0.5	20.4	19.9	3.868
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	8.2	0.3	20.3	20.1	3.843
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	10.4	0.6	29.5	28.9	5.828
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	12.3	0.3	26.4	26.1	4.506
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	9.9	0.3	22.3	22.0	4.985
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	9.6	0.4	25.3	24.9	5.428
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4442	6.9	0.3	17.5	17.3	3.271
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1581	7.2	0.4	17.6	17.2	3.661
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	8.2	0.3	20.4	20.1	4.389
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	7.0	0.3	19.2	18.9	3.600
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	6.9	0.3	20.8	20.5	3.776
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4458	7.8	0.3	18.1	17.8	3.656
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4316	6.9	0.3	20.7	20.4	3.763
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	9.8	0.3	19.7	19.4	4.669
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	9.3	0.7	20.0	19.2	4.482
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	10.2	0.3	28.4	28.1	5.206
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4460	8.6	0.4	24.0	23.6	4.427

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4030	10.1	0.3	23.5	23.2	4.855
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4443	9.0	0.3	22.5	22.2	4.454
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4313	9.3	0.3	21.6	21.3	4.550
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	8.5	0.3	24.0	23.7	4.850
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4318	9.5	0.2	19.3	19.1	4.292
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	7.2	0.2	16.8	16.6	3.529
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	7.1	0.2	19.0	18.8	3.660
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	8.0	0.2	28.1	27.9	4.407
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	11.0	0.2	24.1	23.9	4.671
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	9.5	0.4	22.7	22.3	4.950
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	11.4	0.7	26.1	25.4	4.881
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	9.1	0.3	21.5	21.3	4.918
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	7.5	0.2	21.1	20.9	4.220
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	8.7	0.2	22.2	22.0	4.723
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	9.6	0.2	24.0	23.8	5.812
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4375	7.1	0.2	19.3	19.2	3.771
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	7.0	0.2	19.5	19.3	3.251
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	6.1	0.2	14.9	14.7	2.803
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	7.3	0.2	24.0	23.8	3.573
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	8.7	1.1	24.5	23.4	4.467
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	9.4	0.2	25.1	24.8	5.295
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4172	8.0	0.2	19.8	19.6	4.133
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	9.5	0.4	20.2	19.8	4.159
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	10.2	0.6	26.0	25.3	5.053
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	10.2	0.9	20.3	19.4	4.004
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	11.1	0.4	27.0	26.6	4.820
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	8.0	0.3	21.4	21.1	4.562
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	9.1	0.3	23.0	22.8	4.289
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	7.9	0.5	21.5	21.0	3.931
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	9.0	0.4	18.6	18.1	4.315
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	6.5	0.4	17.5	17.1	2.997
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	9.1	0.9	22.5	21.6	4.340
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	8.4	0.4	21.9	21.5	4.275
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	8.0	0.4	20.4	20.0	3.681
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	10.0	0.2	27.6	27.3	4.776
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	11.0	0.5	20.9	20.3	4.063
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	12.9	0.2	25.2	24.9	5.372
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	8.9	0.5	29.5	28.9	4.307
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	7.9	0.2	21.2	21.0	4.606
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	8.2	0.2	18.7	18.4	4.104
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	7.8	0.2	21.3	21.0	4.317
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	8.4	0.2	19.2	18.9	4.129
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	5.5	0.2	14.9	14.7	2.373
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	7.2	0.2	19.6	19.4	4.040
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	8.8	1.3	23.7	22.3	3.967
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	9.2	0.4	22.8	22.3	4.738
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	8.3	0.2	22.3	22.0	3.502
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	9.0	0.9	20.7	19.9	4.257
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	9.8	0.6	22.1	21.5	4.683
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4416	8.5	0.4	24.0	23.6	4.514
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	8.9	0.2	20.8	20.6	4.089
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	7.3	0.2	20.8	20.6	3.796
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	5.9	0.2	16.6	16.4	2.918
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	6.5	0.3	20.0	19.7	3.678
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	7.5	0.6	21.8	21.3	3.762
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	7.4	0.3	25.5	25.2	4.227
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	702191	9.3	0.2	33.2	33.0	4.589

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
wind speed Vector 92,4m (s0WG0924AVEV) in [m/s] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	0	-	-	-	-	-
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	2225	9.6	0.5	27.4	26.9	5.328
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4142	7.8	0.2	19.9	19.7	4.348
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	6.6	0.3	19.2	18.9	3.846
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	9.2	0.7	20.4	19.7	3.770
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	8.2	0.3	16.9	16.6	2.995
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	9.4	0.5	24.8	24.3	4.408
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	3840	9.1	0.6	18.3	17.8	3.524
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	4464	11.0	0.5	22.3	21.7	3.836
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	4320	11.7	0.7	23.3	22.7	4.410
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	4464	8.3	0.3	25.7	25.4	4.701
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	4271	9.4	0.4	23.7	23.3	4.835
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	4032	9.1	0.7	19.9	19.2	4.305
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	4464	9.4	0.2	21.8	21.6	4.023
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	9.1	0.3	19.6	19.3	4.329
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	3611	9.3	0.7	22.5	21.8	4.110
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	9.7	0.4	23.6	23.2	4.672
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	8.1	0.5	18.7	18.2	3.535
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	8.5	0.3	17.0	16.8	3.511
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4281	9.7	0.2	20.7	20.5	4.057
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4446	9.5	0.5	24.7	24.3	4.478
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	11.7	0.5	26.8	26.4	4.033
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	10.1	1.2	23.9	22.6	3.867
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4431	10.4	0.4	26.5	26.1	5.077
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	9.4	0.3	19.7	19.4	3.988
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4441	9.8	0.4	20.5	20.2	4.398
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	9.5	0.2	20.5	20.3	3.499
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	9.1	0.3	21.5	21.3	4.555
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	7.5	0.3	22.9	22.6	4.105
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4157	7.7	0.4	19.0	18.6	3.569
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	7.8	0.2	22.0	21.8	4.086
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	10.0	0.3	22.7	22.4	4.730
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	10.9	0.3	21.4	21.1	3.727
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	10.5	0.3	24.3	24.0	5.511
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	9.8	0.5	22.9	22.4	4.867
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	9.1	0.4	24.2	23.8	4.224
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	12.5	1.5	28.7	27.2	4.218
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	10.6	0.2	22.2	22.0	5.096
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4319	10.8	0.6	23.9	23.3	4.982
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	2555	9.0	0.4	17.7	17.2	3.528
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	8.0	0.4	26.4	26.0	3.603
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4463	8.0	0.3	20.1	19.8	4.638
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	9.1	0.3	20.3	20.0	4.415
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	9.7	1.1	22.2	21.1	4.081
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	10.2	0.2	20.0	19.8	4.278
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3095	9.2	0.3	28.6	28.4	5.319
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	12.8	0.2	24.4	24.1	4.654
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	11.5	0.6	24.4	23.7	4.983

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	11.2	0.5	24.3	23.8	5.104
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4075	10.9	0.5	23.1	22.6	3.967
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	8.5	0.2	22.1	21.9	4.345
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	9.8	0.2	20.0	19.7	4.548
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2600	9.3	0.8	20.0	19.2	3.802
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	8.2	0.3	19.4	19.1	3.143
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	7.0	0.3	17.7	17.4	3.783
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	10.0	0.8	20.0	19.2	3.471
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.8	0.3	23.0	22.7	3.955
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4249	9.2	0.4	22.0	21.6	3.554
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	9.7	0.6	22.5	21.9	4.232
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	10.3	0.3	26.3	26.0	3.979
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2468	9.3	0.3	20.1	19.8	4.329
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	11.8	0.5	22.5	22.0	5.550
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3051	9.6	0.3	21.0	20.7	4.277
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	8.8	0.3	20.8	20.6	4.486
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	7.8	0.2	21.5	21.3	4.081
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4237	7.0	0.3	16.8	16.5	3.423
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4450	7.7	0.2	19.1	18.9	3.564
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	7.7	0.3	19.0	18.6	3.819
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3251	11.9	0.2	32.5	32.3	4.245
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	9.6	1.2	26.2	24.9	3.909
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	12.4	0.3	31.5	31.2	5.390
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3739	12.6	1.5	27.1	25.6	3.297
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3612	11.5	1.0	22.5	21.5	3.326
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	10.2	0.5	25.4	25.0	4.909
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	10.7	0.3	20.4	20.1	4.716
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	8.7	0.3	25.3	25.0	4.539
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	2162	6.3	0.3	14.8	14.5	3.326
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	0	-	-	-	-	-
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	3687	9.1	0.7	19.5	18.8	4.168
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	9.4	0.6	21.0	20.3	3.579
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	9.2	0.5	18.4	17.9	3.546
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3196	9.7	0.3	17.4	17.1	3.604
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	11.5	0.4	23.9	23.4	4.487
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	2534	13.3	0.6	30.4	29.8	5.745
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	583	7.6	1.1	14.5	13.5	4.003
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	816	11.4	0.4	22.1	21.7	5.075
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	9.6	0.4	24.2	23.8	4.148
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	9.1	0.4	23.1	22.7	3.599
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	7.7	0.3	20.4	20.2	3.695
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	8.6	0.5	22.3	21.8	4.258
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	7.7	0.3	20.8	20.5	3.858
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	8.1	0.4	20.9	20.5	3.859
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	8.1	0.3	20.4	20.1	3.840
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	10.1	0.3	28.0	27.7	5.730
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	11.7	0.3	26.1	25.9	4.333
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	9.5	0.4	21.1	20.7	4.742
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	9.2	0.4	25.0	24.6	5.294
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	6.6	0.3	16.6	16.3	3.232
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1578	6.8	0.5	17.1	16.6	3.501
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	8.0	0.3	20.3	20.1	4.396
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4241	6.9	0.3	19.1	18.8	3.598
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4462	6.8	0.3	21.0	20.7	3.782
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4458	7.6	0.3	18.0	17.7	3.690
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4315	6.7	0.3	19.9	19.6	3.751
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	9.6	0.3	20.0	19.7	4.806
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	8.7	0.5	19.7	19.3	4.364
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4446	10.0	0.4	27.9	27.6	5.175
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	8.2	0.3	24.1	23.8	4.408

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4024	9.8	0.3	23.1	22.8	4.703
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4438	8.7	0.3	21.2	20.9	4.428
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4309	9.2	0.3	21.5	21.3	4.511
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4310	8.4	0.3	24.0	23.7	4.879
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4319	9.2	0.2	19.5	19.3	4.286
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	6.9	0.3	17.0	16.7	3.530
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	6.9	0.4	18.6	18.3	3.603
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	7.7	0.3	27.2	26.9	4.381
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	10.7	0.2	24.4	24.2	4.616
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	9.2	0.5	22.7	22.3	4.906
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	11.0	0.7	25.7	25.0	4.850
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	8.7	0.2	21.1	20.9	4.761
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	7.2	0.2	21.5	21.3	4.265
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	8.5	0.4	22.6	22.2	4.819
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	9.2	0.2	24.1	23.9	5.872
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	6.9	0.2	18.5	18.4	3.790
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	6.8	0.4	19.6	19.2	3.273
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	5.9	0.3	15.0	14.7	2.920
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	7.0	0.3	23.6	23.3	3.584
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	8.5	0.9	24.3	23.4	4.494
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	9.0	0.3	25.0	24.7	5.370
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4296	7.7	0.1	19.1	18.9	4.096
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	9.2	0.3	19.7	19.4	4.175
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	9.6	0.5	24.9	24.4	4.916
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	9.8	0.9	19.1	18.2	3.951
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	10.7	0.4	26.8	26.4	4.744
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	7.9	0.2	21.0	20.8	4.562
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	8.9	0.3	23.0	22.7	4.303
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	7.7	0.5	22.1	21.6	3.961
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	9.0	0.3	18.8	18.5	4.441
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	6.3	0.4	17.6	17.2	2.947
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	9.0	0.9	22.7	21.9	4.440
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	8.1	0.4	20.9	20.5	4.214
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	7.8	0.4	20.9	20.5	3.729
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	9.6	0.3	27.1	26.8	4.724
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	10.6	0.6	20.4	19.8	3.990
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	12.4	0.4	24.3	23.9	5.282
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	8.5	0.5	29.3	28.8	4.283
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	7.7	0.2	21.2	21.0	4.658
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	7.9	0.2	18.6	18.4	4.106
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	7.7	0.4	20.5	20.1	4.382
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	8.2	0.3	18.8	18.5	4.170
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	5.2	0.2	14.8	14.5	2.338
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	7.0	0.2	19.4	19.2	4.030
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	8.5	1.1	22.9	21.8	3.935
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	8.8	0.4	22.3	21.9	4.659
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	7.8	0.3	21.1	20.8	3.374
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	8.6	0.9	20.0	19.1	4.282
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	9.6	0.5	22.4	21.8	4.771
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4416	8.2	0.4	23.7	23.2	4.430
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	8.6	0.3	20.6	20.3	4.089
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	6.9	0.2	19.5	19.2	3.630
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	5.8	0.3	16.9	16.6	2.886
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	6.3	0.3	19.7	19.4	3.575
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	7.1	0.7	21.8	21.1	3.756
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	7.2	0.3	25.3	25.0	4.200
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	662769	9.0	0.1	32.5	32.3	4.518

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
wind speed Vector 82,4m (s0WG0824AVEV) in [m/s] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	0	-	-	-	-	-
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	2216	9.6	0.5	27.1	26.6	5.239
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4145	7.8	0.2	19.9	19.7	4.278
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	6.6	0.2	19.1	18.8	3.764
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	9.1	0.7	20.1	19.4	3.683
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	8.2	0.4	16.7	16.3	2.942
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	9.3	0.5	24.5	24.0	4.348
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	2118	9.1	0.9	18.2	17.3	3.287
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	0	-	-	-	-	-
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	9.0	0.3	18.7	18.4	4.190
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4296	9.0	0.2	22.1	21.8	3.925
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	9.5	0.3	23.3	23.0	4.546
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	8.0	0.3	18.5	18.2	3.471
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	8.4	0.3	16.7	16.4	3.436
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4251	9.6	0.4	20.4	19.9	4.002
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4446	9.4	0.4	24.3	23.8	4.390
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	11.5	0.4	26.4	25.9	3.940
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	10.1	1.3	23.5	22.2	3.821
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4437	10.3	0.3	26.4	26.0	5.016
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	9.3	0.4	19.4	19.0	3.901
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4441	9.6	0.3	19.8	19.4	4.220
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	9.3	0.4	19.8	19.5	3.330
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4463	9.0	0.3	21.2	21.0	4.417
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	7.4	0.4	22.6	22.2	3.949
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4157	7.6	0.4	18.8	18.5	3.485
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	7.6	0.2	21.6	21.4	3.958
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4316	9.8	0.2	22.3	22.0	4.639
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	10.8	0.3	21.4	21.0	3.703
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	10.3	0.3	23.8	23.5	5.395
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4463	9.7	0.5	22.5	22.0	4.769
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4450	8.9	0.4	23.5	23.0	4.036
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	12.3	1.6	27.9	26.3	4.041
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3966	10.3	0.3	21.6	21.4	4.876
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	10.6	0.2	23.0	22.7	4.691
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	4464	9.2	0.3	19.4	19.1	3.677
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	7.8	0.3	25.7	25.4	3.505
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4461	7.9	0.3	20.0	19.6	4.559
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	9.0	0.3	20.2	19.9	4.357
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	9.6	1.0	22.2	21.2	4.022
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	10.1	0.3	19.7	19.4	4.185
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	9.1	0.3	28.2	27.8	5.224
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	12.7	0.4	24.4	24.1	4.588
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	11.4	0.6	24.2	23.6	4.892

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4080	11.2	0.5	23.8	23.3	4.892
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4075	10.7	0.2	22.5	22.3	3.825
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	8.5	0.3	21.7	21.4	4.227
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	9.7	0.2	19.2	19.0	4.470
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2602	9.2	0.9	19.8	18.8	3.748
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	8.2	0.5	19.1	18.6	3.073
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	6.9	0.3	17.5	17.2	3.718
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	10.0	0.9	20.0	19.1	3.431
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.8	0.4	22.8	22.4	3.913
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4248	9.2	0.4	21.8	21.4	3.498
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	9.7	0.7	22.0	21.2	4.161
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3345	10.2	0.3	25.8	25.5	3.878
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	9.2	0.4	19.9	19.6	4.232
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	11.7	0.5	22.4	21.9	5.493
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3055	9.5	0.2	20.5	20.3	4.118
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	8.7	0.4	20.1	19.7	4.314
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	7.7	0.3	21.2	20.9	3.969
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	7.0	0.4	16.6	16.2	3.345
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4455	7.7	0.3	18.8	18.6	3.502
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	7.7	0.4	18.8	18.4	3.764
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3251	11.8	0.3	32.1	31.8	4.173
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	9.6	1.3	26.0	24.7	3.835
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	12.2	0.4	31.1	30.8	5.297
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	12.5	1.3	26.6	25.3	3.234
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3612	11.2	1.4	22.0	20.6	3.183
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4347	10.0	0.4	24.8	24.3	4.700
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	10.5	0.3	19.8	19.5	4.539
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	8.6	0.3	24.9	24.7	4.425
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	6.6	0.3	17.2	17.0	3.351
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2922	8.2	0.5	18.6	18.1	3.995
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	8.6	0.7	19.4	18.7	4.061
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	9.3	0.7	20.7	20.0	3.536
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	9.1	0.6	18.3	17.7	3.503
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3196	9.7	0.3	17.3	17.0	3.575
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	11.3	0.4	23.5	23.1	4.399
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	11.7	0.6	29.8	29.3	5.619
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	9.8	0.4	22.6	22.2	4.011
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3471	11.4	0.5	21.7	21.2	3.714
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	9.4	0.3	23.9	23.6	3.974
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	8.9	0.5	22.3	21.8	3.501
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	7.5	0.3	20.1	19.9	3.595
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	8.4	0.5	21.9	21.4	4.175
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	7.6	0.4	20.5	20.1	3.769
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	8.0	0.5	20.7	20.2	3.814
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	8.0	0.3	20.2	19.9	3.797
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	10.0	0.3	27.7	27.4	5.621
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	11.5	0.3	25.6	25.3	4.218
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	9.4	0.4	20.5	20.1	4.616
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	9.0	0.4	24.3	23.9	5.150
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4436	6.4	0.3	16.4	16.1	3.127
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	6.6	0.3	16.6	16.3	3.414
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	7.8	0.3	19.7	19.4	4.258
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4247	6.7	0.3	18.2	18.0	3.482
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	6.6	0.3	20.8	20.5	3.718
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	7.5	0.3	17.7	17.4	3.641
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4314	6.6	0.4	19.6	19.2	3.694
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	9.6	0.3	19.9	19.7	4.761
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	8.6	0.9	19.4	18.5	4.312
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	9.7	0.3	27.3	27.0	5.055
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	8.1	0.5	23.8	23.3	4.309

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4030	9.5	0.3	22.5	22.1	4.566
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4459	8.4	0.3	20.5	20.2	4.321
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	8.9	0.3	21.1	20.9	4.375
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	8.2	0.3	23.5	23.3	4.753
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4317	9.0	0.2	19.3	19.1	4.192
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	6.8	0.2	16.7	16.5	3.458
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	6.8	0.2	18.4	18.2	3.565
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	7.6	0.2	26.9	26.7	4.341
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	10.5	0.2	24.0	23.9	4.563
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	9.1	0.5	22.5	22.0	4.874
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	10.9	0.7	25.3	24.6	4.774
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	8.6	0.2	20.8	20.5	4.671
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	7.2	0.2	21.5	21.3	4.232
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	8.4	0.4	22.6	22.2	4.779
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	9.0	0.2	23.6	23.4	5.750
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4379	6.7	0.2	18.3	18.1	3.697
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	6.7	0.2	19.5	19.2	3.238
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	5.9	0.2	14.7	14.5	2.886
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	7.0	0.2	23.5	23.3	3.577
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	8.4	0.9	24.0	23.1	4.477
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	8.9	0.2	24.7	24.5	5.332
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4284	7.7	0.2	19.0	18.8	4.088
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	9.0	0.4	19.5	19.1	4.062
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	9.4	0.6	24.6	24.0	4.765
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	9.6	1.1	18.5	17.4	3.818
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	10.5	0.4	26.4	25.9	4.626
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	7.7	0.3	20.1	19.9	4.441
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	8.7	0.3	22.4	22.1	4.180
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	7.5	0.5	22.2	21.7	3.843
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	8.8	0.4	18.6	18.2	4.378
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	6.2	0.4	17.3	16.9	2.900
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	8.9	0.9	22.5	21.6	4.385
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	8.0	0.5	20.5	20.0	4.115
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	7.8	0.4	20.6	20.2	3.684
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	9.4	0.4	26.8	26.4	4.637
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	10.4	0.7	20.0	19.3	3.891
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	12.1	0.3	23.9	23.6	5.146
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	8.3	0.5	28.8	28.3	4.168
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	7.6	0.4	20.9	20.5	4.551
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	7.7	0.3	18.1	17.8	3.975
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	7.5	0.4	20.2	19.8	4.258
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	8.1	0.2	18.7	18.4	4.113
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	5.1	0.3	14.7	14.5	2.303
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	7.0	0.3	19.3	19.0	3.971
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	8.6	1.3	22.8	21.5	3.916
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	8.9	0.6	22.4	21.8	4.639
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	7.9	0.4	20.9	20.5	3.349
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	8.7	1.0	20.0	19.0	4.230
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	9.6	0.7	22.6	21.9	4.768
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4417	8.2	0.6	23.5	22.9	4.330
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	8.6	0.5	20.7	20.2	4.030
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	7.0	0.4	19.2	18.9	3.572
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	5.9	0.5	17.0	16.5	2.847
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	6.4	0.4	19.8	19.4	3.557
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	7.3	0.7	21.9	21.2	3.743
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	7.3	0.5	25.5	25.1	4.195
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	651424	8.8	0.2	32.1	32.0	4.415

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
wind speed Vector 72,4m (s0WG0724AVEV) in [m/s] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	0	-	-	-	-	-
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	1157	10.4	0.7	26.8	26.1	5.724
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	3104	8.8	0.3	19.0	18.8	4.076
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	6.5	0.3	18.8	18.5	3.648
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	9.0	0.6	19.8	19.2	3.596
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	8.1	0.6	16.6	16.0	2.874
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	9.2	0.5	24.1	23.6	4.300
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	3840	9.1	0.5	18.0	17.5	3.461
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	4464	10.9	0.6	22.1	21.4	3.789
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	4320	11.7	0.7	22.6	21.9	4.180
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	4464	8.3	0.3	24.8	24.5	4.554
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	4343	9.2	0.4	23.5	23.1	4.786
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	4032	9.1	0.8	18.9	18.1	4.164
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	4464	9.2	0.2	20.9	20.6	3.756
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	8.8	0.3	17.8	17.5	3.986
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4296	8.8	0.2	21.6	21.4	3.779
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	9.3	0.4	22.9	22.5	4.424
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	7.9	0.2	18.4	18.2	3.418
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	8.3	0.3	16.4	16.1	3.380
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4282	9.5	0.4	20.2	19.8	3.953
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4446	9.4	0.4	24.0	23.6	4.320
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	11.4	0.4	26.1	25.7	3.872
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	10.0	1.3	23.2	21.9	3.766
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	10.3	0.2	25.8	25.6	4.938
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	9.3	0.3	19.2	18.8	3.830
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4440	9.4	0.3	19.3	18.9	4.065
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	9.2	0.3	19.1	18.8	3.178
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	8.8	0.4	20.8	20.4	4.297
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	7.4	0.3	22.2	21.9	3.812
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4151	7.5	0.4	18.7	18.3	3.431
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	7.6	0.2	21.6	21.4	3.925
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	9.8	0.3	22.4	22.1	4.649
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	10.9	0.3	21.3	21.0	3.711
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	10.4	0.3	23.9	23.6	5.383
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	9.8	0.4	22.6	22.2	4.745
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4421	8.8	0.5	23.1	22.7	3.925
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	12.2	1.8	27.8	26.0	3.964
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	10.3	0.4	21.7	21.3	4.761
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	10.5	0.3	22.3	22.0	4.482
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	4464	12.3	0.5	15.6	15.1	4.251
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	3812	7.8	0.4	25.7	25.3	3.564
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4460	7.8	0.3	19.5	19.1	4.435
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	8.8	0.3	19.8	19.5	4.222
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	9.4	0.8	21.8	20.9	3.897
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	9.9	0.3	19.2	19.0	4.086
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	9.0	0.2	27.9	27.6	5.120
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	12.6	0.3	24.2	23.9	4.527
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	11.3	0.5	23.8	23.4	4.798

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4090	11.0	0.5	23.6	23.1	4.701
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4073	10.5	0.4	21.6	21.2	3.659
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	8.3	0.2	21.0	20.8	4.077
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	9.5	0.3	18.5	18.2	4.314
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2600	9.0	0.9	19.6	18.7	3.667
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	8.0	0.5	18.9	18.4	3.010
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	6.8	0.4	17.5	17.1	3.658
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	9.8	0.8	19.9	19.1	3.406
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.7	0.5	22.7	22.2	3.878
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4249	9.1	0.4	21.5	21.2	3.459
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	9.6	0.7	21.6	20.9	4.115
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	10.2	0.3	25.4	25.1	3.767
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	9.1	0.3	19.8	19.5	4.127
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	11.6	0.4	22.1	21.8	5.414
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3055	9.3	0.3	20.0	19.7	3.986
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	8.5	0.3	18.8	18.4	4.092
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	7.6	0.4	20.8	20.4	3.881
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4237	6.8	0.4	16.2	15.8	3.267
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4451	7.6	0.3	18.6	18.4	3.430
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3655	7.6	0.3	18.5	18.1	3.687
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3251	11.5	0.3	31.7	31.4	4.061
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	9.5	1.3	25.7	24.5	3.770
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	12.0	0.3	30.9	30.5	5.233
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	12.4	1.4	26.1	24.8	3.186
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3611	11.0	1.7	21.4	19.8	3.035
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	9.8	0.3	24.4	24.1	4.505
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	10.3	0.3	19.5	19.2	4.345
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	8.4	0.3	24.5	24.2	4.305
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	6.5	0.3	17.1	16.9	3.307
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2923	8.0	0.5	17.9	17.5	3.830
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	8.5	0.7	19.3	18.6	4.026
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	9.2	0.6	20.2	19.5	3.494
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	9.1	0.5	18.1	17.6	3.463
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3196	9.6	0.2	17.2	16.9	3.544
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	11.2	0.3	23.3	23.0	4.315
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	11.6	0.4	29.5	29.2	5.504
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	9.7	0.3	22.5	22.2	3.926
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3471	11.1	0.4	21.4	21.0	3.600
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	9.2	0.6	23.8	23.2	3.826
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	8.7	0.2	21.6	21.3	3.417
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	7.4	0.2	19.9	19.6	3.535
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4448	8.3	0.2	21.8	21.5	4.111
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4459	7.4	0.3	20.1	19.9	3.672
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4312	8.0	0.7	20.5	19.8	3.767
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	8.0	0.2	20.0	19.8	3.767
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	9.9	0.2	27.5	27.2	5.525
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	11.3	0.2	25.3	25.0	4.137
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	9.3	0.3	19.9	19.7	4.539
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	8.8	0.3	23.9	23.6	5.017
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4433	6.3	0.2	16.1	15.8	3.042
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1567	6.5	0.3	16.1	15.8	3.292
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	7.6	0.2	19.1	18.9	4.119
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4241	6.6	0.2	17.2	17.0	3.355
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4463	6.6	0.2	20.7	20.4	3.685
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4450	7.4	0.2	17.5	17.3	3.598
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4314	6.5	0.2	19.4	19.1	3.651
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	9.5	0.2	19.7	19.5	4.693
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4317	8.6	0.8	19.3	18.5	4.261
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	9.6	0.2	26.9	26.7	4.939
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	8.0	0.4	23.7	23.4	4.232

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4027	9.4	0.3	22.1	21.8	4.429
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4446	8.2	0.2	19.9	19.7	4.183
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	8.7	0.2	21.0	20.7	4.269
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4302	8.0	0.2	23.1	22.8	4.609
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4317	8.8	0.2	19.0	18.7	4.096
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	6.7	0.2	16.5	16.2	3.385
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	6.7	0.4	18.0	17.6	3.507
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	7.6	0.2	26.7	26.5	4.292
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	10.4	0.2	23.9	23.7	4.501
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	9.1	0.5	22.2	21.7	4.815
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	10.8	0.8	24.5	23.7	4.661
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	8.5	0.2	20.4	20.2	4.576
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	7.2	0.2	21.3	21.2	4.185
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	8.3	0.4	22.3	22.0	4.702
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	8.8	0.3	23.1	22.8	5.578
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	6.6	0.2	17.9	17.6	3.555
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	6.7	0.4	19.3	18.9	3.174
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	5.8	0.2	14.6	14.4	2.848
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	6.9	0.2	23.2	23.0	3.556
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	8.4	0.8	23.9	23.1	4.433
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	8.8	0.5	24.5	24.0	5.273
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4279	7.7	0.5	19.2	18.7	4.073
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	8.9	0.4	19.4	19.1	4.001
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	9.4	0.6	24.5	23.9	4.696
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	9.4	1.2	18.1	16.9	3.725
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	10.3	0.5	26.3	25.9	4.542
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	7.6	0.2	19.1	18.9	4.318
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	8.5	0.3	21.6	21.3	4.088
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	7.3	0.5	21.9	21.4	3.739
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	8.8	0.3	18.7	18.3	4.373
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	6.1	0.4	17.2	16.8	2.872
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	8.9	0.9	22.5	21.6	4.370
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	7.9	0.3	20.3	20.0	4.078
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	7.8	0.4	20.6	20.2	3.673
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	9.4	0.3	26.4	26.2	4.588
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	10.2	0.7	19.9	19.3	3.829
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	12.0	0.2	23.6	23.4	5.055
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	8.2	0.5	28.6	28.1	4.103
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	7.5	0.2	20.8	20.6	4.498
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	7.6	0.2	17.8	17.6	3.892
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	7.4	0.4	20.1	19.8	4.156
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	8.0	0.4	18.4	18.1	4.100
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	5.1	0.2	14.7	14.4	2.296
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	6.9	0.3	19.1	18.8	3.927
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	8.3	1.1	22.2	21.1	3.848
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	8.7	0.4	22.0	21.5	4.565
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	7.7	0.3	20.8	20.5	3.335
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	8.5	0.8	19.7	18.9	4.158
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	9.3	0.6	22.1	21.6	4.663
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4417	7.8	0.5	22.9	22.4	4.193
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	8.2	0.3	20.3	20.0	3.943
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	6.7	0.3	19.1	18.8	3.516
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	5.6	0.5	16.8	16.3	2.793
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	6.2	0.3	19.5	19.2	3.501
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	7.0	0.4	21.5	21.0	3.680
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	7.1	0.4	25.1	24.7	4.139
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	676536	8.8	0.2	31.7	31.5	4.352

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
wind speed Vector 62,4m (s0WG0624AVEV) in [m/s] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	1565	8.4	0.5	15.3	14.8	3.586
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3198	11.0	0.3	26.2	25.9	4.543
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	8.2	0.7	21.9	21.2	4.375
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	12.4	1.8	24.4	22.6	3.638
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	11.8	1.4	23.5	22.1	4.217
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	4464	10.6	0.3	26.9	26.6	4.812
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4138	7.5	0.2	17.9	17.7	3.993
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	6.4	0.3	18.8	18.6	3.572
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	8.8	0.5	19.7	19.2	3.559
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	7.9	0.4	16.4	16.1	2.821
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	9.0	0.4	24.0	23.5	4.236
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	2118	8.9	1.0	18.0	17.0	3.302
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	0	-	-	-	-	-
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4240	8.6	0.2	17.4	17.2	3.830
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4296	8.6	0.2	21.3	21.1	3.644
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	9.2	0.5	22.7	22.2	4.313
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	7.8	0.3	18.3	18.0	3.355
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	8.2	0.3	16.4	16.1	3.318
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4267	9.5	0.4	20.2	19.7	3.876
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4446	9.4	0.5	23.9	23.4	4.234
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	11.2	0.5	25.7	25.2	3.789
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	10.0	1.3	23.1	21.9	3.751
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	10.3	0.5	25.8	25.3	4.891
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4022	9.2	0.4	18.7	18.3	3.721
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4441	9.2	0.4	18.9	18.6	3.851
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	9.0	0.4	18.3	17.9	3.010
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	8.7	0.5	20.7	20.2	4.201
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	7.3	0.3	21.6	21.3	3.678
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4154	7.4	0.5	18.6	18.2	3.313
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	7.5	0.2	21.0	20.8	3.782
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	9.7	0.3	21.9	21.5	4.541
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	10.7	0.3	21.2	20.9	3.652
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	10.3	0.3	23.3	23.0	5.233
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	9.9	0.4	22.3	21.9	4.652
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4450	8.6	0.3	22.3	22.0	3.709
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	12.0	1.7	27.0	25.2	3.768
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	10.0	0.5	21.4	21.0	4.534
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	10.2	0.3	21.7	21.4	4.154
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	4464	8.9	0.6	19.1	18.5	3.363
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	7.6	0.3	25.1	24.9	3.371
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4462	7.7	0.3	19.0	18.7	4.324
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	8.6	0.2	19.7	19.5	4.115
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	9.1	0.9	21.3	20.4	3.766
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	9.7	0.2	20.9	20.7	4.023
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	8.9	0.3	27.6	27.3	4.998
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	12.4	0.3	23.9	23.6	4.430
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	11.2	0.5	23.4	22.9	4.671

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	10.7	0.5	23.7	23.2	4.535
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4076	10.3	0.5	21.0	20.5	3.507
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	8.2	0.4	20.5	20.1	3.935
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	9.3	0.3	18.0	17.8	4.144
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2600	8.8	0.9	19.5	18.6	3.599
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	7.9	0.5	18.2	17.8	2.918
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	6.7	0.3	17.2	16.9	3.545
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	9.7	0.7	19.7	18.9	3.361
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.6	0.5	22.7	22.2	3.829
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4250	9.0	0.4	21.3	21.0	3.360
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	9.6	0.8	21.0	20.2	4.028
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3345	10.1	0.2	24.6	24.4	3.619
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	9.0	0.3	19.3	18.9	4.012
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	11.5	0.4	21.9	21.6	5.359
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3056	9.0	0.5	18.8	18.3	3.752
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4440	8.3	0.3	17.6	17.2	3.874
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	7.4	0.4	20.3	19.8	3.777
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4237	6.7	0.5	16.0	15.6	3.183
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4451	7.4	0.3	18.4	18.1	3.362
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	7.5	0.4	18.3	17.9	3.603
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	11.1	0.3	30.7	30.4	3.946
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	9.5	1.3	25.4	24.1	3.674
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	11.8	0.3	30.7	30.4	5.127
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	12.2	1.3	25.8	24.4	3.137
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3614	10.5	1.7	20.6	18.9	2.852
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	9.6	0.5	24.0	23.5	4.254
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	10.0	0.3	19.3	19.1	4.150
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	8.3	0.3	24.1	23.9	4.179
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	6.4	0.3	17.0	16.7	3.251
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2923	7.8	0.3	17.6	17.2	3.706
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	8.5	0.4	19.0	18.6	3.962
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	9.2	0.3	19.9	19.6	3.480
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	8.9	0.3	18.0	17.8	3.394
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	9.5	0.3	17.1	16.8	3.520
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	11.0	0.3	25.6	25.3	4.211
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	11.4	0.4	29.2	28.8	5.388
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	9.6	0.3	24.0	23.7	3.889
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	815	10.6	0.3	21.1	20.8	4.756
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	9.1	0.4	23.6	23.1	3.654
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	8.4	0.3	20.7	20.5	3.315
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	7.2	0.3	19.4	19.2	3.434
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	8.2	0.3	21.6	21.3	4.064
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	7.4	0.3	20.0	19.7	3.605
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	7.9	0.5	20.4	19.9	3.716
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	7.9	0.3	19.9	19.6	3.740
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	9.8	0.3	26.9	26.6	5.420
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	11.2	0.3	24.8	24.6	4.049
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	9.2	0.3	19.5	19.2	4.446
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	8.7	0.4	23.4	23.0	4.859
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4448	6.2	0.3	15.5	15.2	2.950
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	6.3	0.3	15.6	15.3	3.239
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	7.5	0.4	18.7	18.2	3.972
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	6.4	0.3	16.5	16.2	3.242
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	6.5	0.3	20.4	20.1	3.633
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4456	7.3	0.3	17.4	17.1	3.578
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4314	6.5	0.3	18.9	18.6	3.633
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4461	9.5	0.3	19.7	19.4	4.672
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	8.7	0.5	19.0	18.5	4.257
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4459	9.5	0.4	26.8	26.4	4.858
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	8.0	0.5	23.7	23.2	4.187

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	9.3	0.4	21.8	21.4	4.362
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	8.0	0.2	19.4	19.2	4.113
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	8.6	0.3	20.7	20.4	4.176
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	7.9	0.3	22.8	22.5	4.550
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	8.6	0.2	18.8	18.6	4.035
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	6.5	0.2	16.3	16.1	3.334
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	6.7	0.3	17.7	17.5	3.478
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	7.6	0.2	26.1	25.9	4.227
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	10.3	0.2	23.7	23.5	4.508
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	9.0	0.3	22.2	21.9	4.778
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	10.7	0.9	23.9	23.0	4.560
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	8.5	0.2	20.1	19.9	4.469
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	7.2	0.2	21.3	21.1	4.175
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	8.3	0.3	22.3	21.9	4.720
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4311	8.6	0.3	22.8	22.6	5.459
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	6.5	0.2	17.5	17.3	3.447
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	6.6	0.4	19.3	18.9	3.144
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	5.7	0.2	14.4	14.2	2.816
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	6.9	0.2	23.0	22.8	3.557
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	8.3	0.9	23.6	22.7	4.394
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	8.7	0.2	24.3	24.1	5.257
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4280	7.6	0.5	18.8	18.2	4.062
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	8.8	0.3	19.1	18.7	3.892
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	9.3	0.6	24.1	23.5	4.650
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	9.1	1.4	17.5	16.1	3.567
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	9.9	0.5	25.7	25.2	4.387
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	7.4	0.2	18.4	18.1	4.136
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	8.3	0.4	20.9	20.5	3.936
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	7.1	0.5	21.3	20.7	3.585
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	8.6	0.3	18.4	18.1	4.285
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	6.0	0.4	16.9	16.4	2.814
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	8.8	0.9	22.1	21.3	4.278
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	7.9	0.4	19.9	19.6	3.993
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	7.7	0.4	20.3	20.0	3.627
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	9.2	0.2	25.6	25.3	4.481
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	10.0	0.8	19.5	18.7	3.724
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	11.7	0.2	23.0	22.8	4.874
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	8.1	0.5	27.9	27.4	3.999
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	7.3	0.2	20.4	20.2	4.361
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	7.4	0.2	17.2	17.0	3.745
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	7.2	0.3	19.9	19.6	4.014
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	7.9	0.4	18.0	17.6	4.023
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	5.0	0.3	14.4	14.1	2.267
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	6.8	0.3	18.7	18.4	3.858
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	8.3	1.1	21.7	20.7	3.809
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	8.7	0.4	21.7	21.2	4.515
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	7.7	0.3	20.7	20.4	3.299
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	8.5	0.6	19.7	19.1	4.112
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	9.3	0.5	22.1	21.5	4.624
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4417	7.7	0.5	22.4	21.9	4.067
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	8.1	0.3	20.1	19.8	3.896
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	6.7	0.3	19.1	18.8	3.485
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	5.6	0.4	16.7	16.3	2.752
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	6.2	0.3	19.4	19.1	3.500
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	7.1	0.3	21.2	20.9	3.652
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	7.0	0.2	24.8	24.6	4.115
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	667693	8.6	0.2	30.7	30.5	4.261

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
wind speed Vector 52,4m (s0WG0524AVEV) in [m/s] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	900	10.8	1.1	20.8	19.7	4.767
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	8.2	0.9	21.7	20.9	4.287
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	12.1	2.0	23.7	21.7	3.543
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	11.5	1.4	22.8	21.4	4.054
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	4464	10.4	0.4	26.5	26.1	4.660
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4139	7.4	0.3	17.6	17.3	3.825
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	6.4	0.4	18.7	18.4	3.482
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	8.6	0.4	19.2	18.8	3.465
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	7.8	0.4	16.1	15.7	2.756
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	8.9	0.5	23.5	23.0	4.151
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	3840	9.0	0.6	17.9	17.3	3.450
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	4464	10.6	0.6	21.4	20.8	3.687
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	4320	11.5	0.6	21.6	21.0	3.945
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	4464	8.2	0.3	24.0	23.7	4.376
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	4279	9.2	0.4	23.1	22.7	4.559
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	4032	8.9	0.8	18.6	17.8	3.969
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	4464	8.7	0.2	19.9	19.6	3.486
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	8.4	0.4	17.0	16.6	3.635
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	3611	8.5	0.6	20.5	19.9	3.544
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	9.0	0.3	22.6	22.3	4.238
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	7.7	0.4	18.2	17.8	3.318
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	8.2	0.2	16.4	16.2	3.285
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4280	9.4	0.4	20.3	19.9	3.853
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4446	9.4	0.4	23.6	23.2	4.195
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	11.0	0.5	25.5	25.0	3.741
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	10.0	1.2	23.1	21.8	3.733
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	10.3	0.5	25.4	25.0	4.836
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	9.1	0.3	18.5	18.2	3.668
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4441	9.0	0.3	18.7	18.4	3.660
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	8.7	0.4	17.7	17.3	2.837
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	8.5	0.4	20.5	20.1	4.090
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	7.2	0.3	21.0	20.8	3.546
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4156	7.3	0.5	18.6	18.1	3.225
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	7.3	0.2	20.7	20.4	3.681
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	9.6	0.3	21.6	21.3	4.472
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	10.6	0.4	21.1	20.8	3.627
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	10.2	0.4	22.8	22.5	5.138
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	9.8	0.4	21.9	21.5	4.579
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	8.4	0.4	21.7	21.3	3.545
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	11.7	1.9	26.4	24.5	3.641
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	9.7	0.3	21.1	20.7	4.326
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4319	9.9	0.3	21.0	20.7	3.864
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	2555	8.2	0.4	16.0	15.6	2.938
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	7.4	0.3	24.7	24.4	3.298
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4463	7.7	0.3	19.2	18.9	4.285
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	8.5	0.2	19.8	19.7	4.113
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	9.1	1.0	21.4	20.4	3.753
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	9.5	0.4	18.6	18.2	3.877
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3095	8.9	0.4	27.2	26.8	4.880
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	12.3	0.4	23.6	23.2	4.352
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	11.1	0.5	23.0	22.5	4.545

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	10.5	0.5	23.1	22.6	4.343
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4075	9.9	0.5	20.0	19.5	3.337
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	8.0	0.3	19.8	19.5	3.762
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	9.1	0.4	17.6	17.3	3.954
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2601	8.6	0.9	19.3	18.4	3.523
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	7.7	0.5	17.9	17.4	2.841
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	6.6	0.4	17.1	16.7	3.448
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	9.5	0.8	19.3	18.6	3.318
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.5	0.6	22.5	21.9	3.782
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4249	8.9	0.4	21.0	20.6	3.298
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	9.5	0.8	20.6	19.8	3.954
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	10.0	0.3	23.9	23.7	3.509
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	864	9.7	1.2	18.9	17.7	2.932
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	0	-	-	-	-	-
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	2072	9.5	0.6	17.8	17.1	3.528
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	8.0	0.3	16.5	16.1	3.614
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	7.3	0.4	19.9	19.5	3.671
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	6.6	0.4	16.0	15.6	3.087
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4454	7.4	0.3	18.6	18.3	3.372
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	7.6	0.4	18.5	18.1	3.632
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3251	11.1	0.3	30.9	30.6	3.950
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	9.5	1.3	25.0	23.8	3.621
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	11.7	0.3	30.4	30.1	5.059
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	12.1	1.2	25.4	24.1	3.093
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3612	10.2	1.6	20.2	18.5	2.703
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	9.4	0.6	23.7	23.1	4.041
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	9.8	0.5	19.3	18.8	3.944
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	8.1	0.3	23.7	23.3	4.047
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	2161	5.9	0.3	14.5	14.2	2.975
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	0	-	-	-	-	-
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	3687	8.9	0.7	18.9	18.2	4.017
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	9.2	0.6	19.5	19.0	3.453
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	8.9	0.6	17.8	17.2	3.367
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3196	9.6	0.4	17.1	16.7	3.497
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	11.0	0.4	22.8	22.3	4.127
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	2534	12.7	0.5	28.8	28.3	5.265
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	583	8.0	1.1	14.1	13.0	3.528
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	815	10.4	0.6	20.9	20.3	4.652
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	8.9	0.6	23.4	22.7	3.501
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	8.3	0.5	19.9	19.4	3.209
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	7.2	0.4	19.1	18.7	3.338
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	8.1	0.7	21.4	20.7	4.016
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	7.3	0.5	19.6	19.1	3.530
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	8.0	0.5	20.3	19.8	3.691
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	8.0	0.3	19.9	19.6	3.746
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	9.7	0.4	26.7	26.3	5.346
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	11.1	0.4	24.3	24.0	3.999
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	9.2	0.4	19.4	19.0	4.381
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	8.6	0.5	23.0	22.6	4.728
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	6.1	0.3	15.1	14.7	2.887
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	6.3	0.3	15.1	14.8	3.152
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	7.3	0.5	18.1	17.7	3.814
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4247	6.4	0.3	15.7	15.4	3.128
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	6.5	0.3	20.4	20.1	3.611
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	7.3	0.3	17.3	16.9	3.566
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4315	6.5	0.5	18.6	18.1	3.620
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	9.5	0.4	19.5	19.1	4.635
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	8.7	0.7	18.9	18.1	4.224
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4460	9.3	0.3	26.2	25.9	4.700
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	8.0	0.5	23.5	22.9	4.067

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	9.1	0.3	21.1	20.7	4.197
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	7.8	0.3	18.8	18.5	3.926
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	8.3	0.5	20.3	19.9	4.000
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	7.7	0.2	22.1	21.9	4.360
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	8.3	0.3	18.4	18.1	3.892
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	6.3	0.2	16.0	15.7	3.249
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	6.6	0.3	17.1	16.8	3.398
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	7.5	0.3	25.5	25.3	4.142
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	10.1	0.2	23.5	23.2	4.423
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	8.9	0.5	21.8	21.4	4.677
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	10.6	0.9	23.0	22.1	4.391
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	8.3	0.2	19.8	19.6	4.344
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	7.2	0.2	20.9	20.7	4.117
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	8.2	0.3	21.8	21.5	4.652
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	8.4	0.3	22.3	22.0	5.185
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	6.3	0.3	17.2	16.9	3.247
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	6.5	0.4	19.1	18.7	3.067
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	5.6	0.3	14.2	13.9	2.736
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	6.9	0.2	22.5	22.2	3.489
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	8.2	1.2	23.0	21.7	4.266
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	8.6	0.4	24.0	23.6	5.147
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4280	7.6	0.5	18.9	18.3	4.069
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	8.7	0.3	19.1	18.8	3.891
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	9.3	0.5	24.1	23.6	4.638
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	9.0	1.3	17.5	16.2	3.506
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	9.8	0.4	25.7	25.4	4.343
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	7.4	0.2	18.1	17.9	4.039
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	8.1	0.3	20.4	20.1	3.875
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	7.0	0.4	20.9	20.4	3.509
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	8.6	0.3	18.7	18.4	4.319
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	6.0	0.5	16.8	16.3	2.822
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	8.9	0.8	22.4	21.5	4.303
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	7.9	0.3	20.0	19.7	4.010
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	7.7	0.3	20.5	20.2	3.662
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	9.3	0.2	25.4	25.3	4.491
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	9.9	0.8	19.6	18.8	3.702
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	11.7	0.2	23.0	22.8	4.837
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	8.0	0.4	27.9	27.5	3.986
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	7.2	0.2	20.5	20.3	4.340
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	7.3	0.2	16.9	16.7	3.676
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	7.1	0.3	20.1	19.8	3.962
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	7.9	0.3	18.1	17.8	4.049
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	5.1	0.2	14.4	14.2	2.289
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	6.9	0.3	18.8	18.6	3.858
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	8.3	1.1	21.4	20.3	3.748
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	8.7	0.4	21.5	21.1	4.471
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	7.7	0.3	20.4	20.1	3.272
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	8.5	0.4	19.4	19.0	4.066
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	9.1	0.5	21.8	21.3	4.546
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4417	7.5	0.4	21.9	21.6	3.933
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	8.0	0.2	19.9	19.7	3.834
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	6.6	0.4	19.3	19.0	3.432
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	5.5	0.3	16.5	16.2	2.693
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	6.1	0.3	19.1	18.9	3.467
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	7.0	0.2	21.0	20.8	3.591
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	6.9	0.3	24.7	24.4	4.083
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	672275	8.5	0.2	30.9	30.8	4.172

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
wind speed Vector 42,4m (s0WG0424AVEV) in [m/s] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	900	10.6	1.0	20.7	19.6	4.696
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	8.0	0.8	21.1	20.3	4.167
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	11.7	2.2	23.3	21.2	3.482
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	11.1	1.3	22.0	20.7	3.951
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	4464	10.1	0.4	26.1	25.8	4.570
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4144	7.1	0.2	17.1	16.9	3.635
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	6.2	0.3	18.4	18.1	3.383
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	8.4	0.3	19.0	18.8	3.431
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	7.6	0.4	16.1	15.7	2.696
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	8.7	0.3	23.2	22.9	4.092
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	2118	8.7	0.9	17.6	16.7	3.314
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	0	-	-	-	-	-
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	8.1	0.3	16.4	16.1	3.417
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4298	8.1	0.2	20.1	19.9	3.375
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	8.7	0.3	22.1	21.7	4.115
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	7.5	0.5	18.0	17.5	3.244
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	7.9	0.2	16.3	16.1	3.207
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4251	9.2	0.4	19.9	19.5	3.797
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4446	9.3	0.4	22.9	22.6	4.100
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	10.7	0.5	24.9	24.4	3.659
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	9.9	1.3	22.8	21.5	3.677
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	10.2	0.5	25.0	24.5	4.757
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	8.9	0.3	18.2	17.9	3.571
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4441	8.5	0.2	18.3	18.1	3.387
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	8.3	0.3	16.8	16.5	2.603
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4463	8.1	0.4	20.1	19.7	3.937
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	6.9	0.2	20.3	20.1	3.367
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4153	7.0	0.4	18.3	17.9	3.106
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	7.2	0.2	20.2	20.0	3.583
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4316	9.4	0.3	21.3	21.0	4.414
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	10.5	0.4	20.9	20.5	3.580
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	10.1	0.3	22.4	22.1	5.069
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4463	9.8	0.4	21.7	21.3	4.511
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	8.2	0.3	21.1	20.7	3.396
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	11.5	1.7	25.7	24.0	3.514
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	9.4	0.4	20.9	20.5	4.121
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	9.5	0.3	20.2	19.9	3.604
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	4464	8.2	0.4	18.4	18.0	2.976
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	7.2	0.2	24.2	24.0	3.220
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4462	7.4	0.4	18.6	18.3	4.135
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	8.3	0.2	19.3	19.1	3.982
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	8.8	1.2	20.8	19.6	3.632
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	9.2	0.4	18.4	18.0	3.786
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	8.7	0.4	26.5	26.1	4.731
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	12.0	0.4	23.0	22.7	4.253
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	10.9	0.6	22.4	21.8	4.417

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	10.1	0.5	22.9	22.4	4.126
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4076	9.4	0.7	19.0	18.3	3.139
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	7.7	0.3	19.3	19.0	3.587
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	8.6	0.4	17.2	16.8	3.739
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2602	8.3	0.9	18.9	18.0	3.447
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	7.5	0.2	17.4	17.2	2.768
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	6.4	0.4	17.0	16.6	3.344
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	9.3	0.8	19.1	18.3	3.273
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.3	0.6	22.0	21.4	3.749
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4250	8.8	0.3	20.7	20.4	3.223
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	9.4	0.6	20.0	19.4	3.882
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	9.8	0.3	23.3	23.0	3.403
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	8.7	0.3	18.5	18.2	3.800
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	11.2	0.2	21.4	21.2	5.233
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3056	8.3	0.7	16.1	15.3	3.304
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	7.7	0.5	15.5	15.0	3.368
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	7.1	0.4	19.5	19.1	3.552
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	6.4	0.4	15.8	15.5	2.983
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4450	7.2	0.3	18.1	17.8	3.265
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	7.4	0.4	17.9	17.5	3.494
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	10.7	0.3	29.4	29.0	3.784
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	9.4	1.2	24.5	23.3	3.545
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	11.4	0.4	29.9	29.6	4.944
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	11.8	1.2	24.7	23.5	3.050
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3615	9.7	1.5	19.4	17.9	2.541
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4347	8.9	0.5	23.2	22.6	3.810
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	9.4	0.4	18.9	18.5	3.766
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	7.8	0.3	23.0	22.7	3.914
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	6.2	0.3	16.6	16.3	3.152
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2922	7.4	0.4	16.6	16.1	3.450
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	8.4	0.5	18.6	18.1	3.887
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4044	9.1	0.5	19.3	18.8	3.451
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	8.8	0.5	17.7	17.2	3.328
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	9.4	0.2	17.0	16.7	3.464
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	10.8	0.4	22.4	22.0	4.042
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4463	11.0	0.4	28.0	27.6	5.123
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	9.2	0.3	21.2	20.9	3.639
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3471	10.1	0.5	20.5	20.0	3.298
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	8.5	0.5	22.8	22.4	3.353
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	8.0	0.4	18.9	18.5	3.094
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	7.0	0.3	18.5	18.2	3.208
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	7.9	0.6	21.2	20.6	3.939
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	7.2	0.4	19.3	18.9	3.468
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	7.9	0.5	19.8	19.3	3.619
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	8.0	0.3	19.7	19.4	3.727
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	9.6	0.2	26.3	26.1	5.213
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	10.9	0.2	23.7	23.5	3.904
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	9.0	0.4	18.9	18.6	4.277
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	8.4	0.3	22.4	22.0	4.557
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	5.9	0.2	14.8	14.5	2.788
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	6.2	0.2	14.6	14.4	3.044
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	7.1	0.3	17.5	17.1	3.645
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	6.3	0.2	15.4	15.2	3.010
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	6.5	0.2	20.1	19.9	3.553
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	7.2	0.2	17.2	16.9	3.505
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4315	6.5	0.3	18.4	18.1	3.599
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	9.4	0.3	19.3	18.9	4.588
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	8.7	0.7	18.5	17.8	4.134
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4458	9.2	0.3	25.8	25.5	4.561
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	7.9	0.5	23.0	22.6	3.976

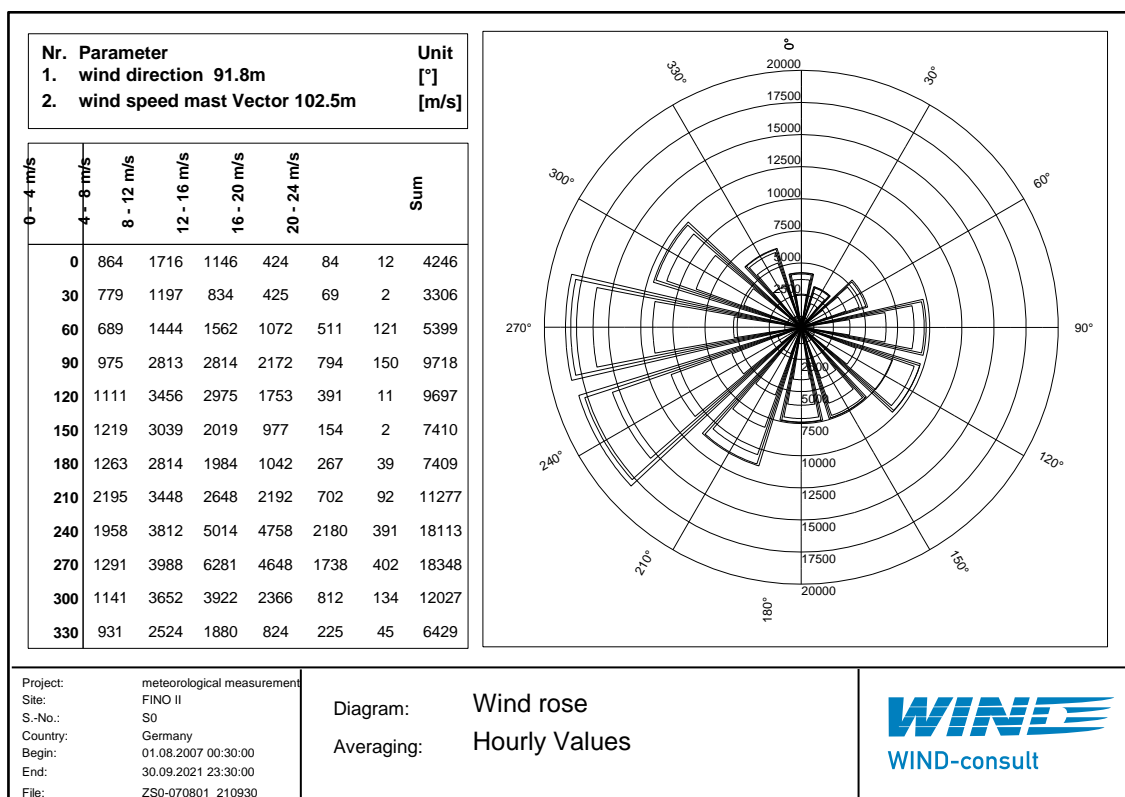
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	9.0	0.2	20.8	20.6	4.096
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	7.6	0.2	18.4	18.3	3.791
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	8.1	0.3	19.9	19.6	3.857
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	7.5	0.2	21.7	21.6	4.251
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	8.1	0.2	18.3	18.1	3.817
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	6.2	0.2	15.7	15.5	3.200
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4459	6.5	0.2	16.8	16.6	3.399
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	7.5	0.2	25.2	25.0	4.110
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	10.0	0.2	23.2	23.0	4.361
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	8.9	0.3	21.7	21.4	4.626
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	10.5	0.8	22.6	21.8	4.288
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	8.3	0.2	19.4	19.2	4.234
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	7.2	0.2	20.9	20.7	4.130
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	8.2	0.2	21.6	21.5	4.684
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	8.2	0.2	21.9	21.8	4.998
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4366	6.3	0.2	17.1	16.9	3.111
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	6.4	0.2	18.9	18.7	3.035
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	5.6	0.2	14.0	13.8	2.704
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	6.9	0.2	22.3	22.2	3.459
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	8.3	1.3	22.7	21.4	4.183
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	8.6	0.3	23.7	23.4	5.086
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4291	7.6	0.3	18.6	18.2	4.043
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	8.6	0.4	18.6	18.2	3.768
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	9.2	0.6	23.5	22.9	4.441
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	8.7	1.4	17.2	15.8	3.337
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	9.5	0.4	24.9	24.5	4.167
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	2475	6.8	0.4	16.9	16.5	3.551
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	3889	8.1	0.3	19.8	19.5	3.707
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4057	6.8	0.5	18.2	17.7	3.294
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	1634	6.4	0.3	18.3	18.1	4.140
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3810	6.0	0.6	16.5	16.0	2.778
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	8.8	0.8	21.8	21.0	4.217
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	7.9	0.4	19.4	19.0	3.952
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	7.7	0.3	20.0	19.7	3.643
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	9.2	0.2	24.8	24.6	4.389
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	9.8	0.8	19.2	18.3	3.564
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	11.5	0.2	22.5	22.3	4.663
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	7.9	0.4	26.9	26.5	3.887
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	7.1	0.2	20.1	19.9	4.205
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	7.1	0.2	16.2	16.0	3.523
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	6.9	0.3	19.9	19.6	3.872
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	7.9	0.2	17.8	17.6	3.980
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	5.1	0.2	14.2	14.0	2.284
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	6.9	0.3	18.5	18.2	3.809
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	8.4	1.1	21.1	19.9	3.644
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	8.7	0.4	21.2	20.8	4.416
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	7.7	0.3	20.1	19.7	3.211
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	8.5	0.5	19.3	18.8	4.010
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	9.0	0.5	21.6	21.1	4.498
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4417	7.4	0.4	21.7	21.3	3.794
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	7.8	0.2	19.7	19.5	3.765
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	6.5	0.4	19.3	18.9	3.349
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	5.5	0.2	16.3	16.0	2.612
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	6.1	0.3	18.9	18.6	3.426
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	7.0	0.2	20.8	20.7	3.530
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	6.9	0.3	24.4	24.1	4.040
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	662853	8.3	0.2	29.9	29.8	4.058

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
wind speed Vector 32,4m (s0WG0324AVEV) in [m/s] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	900	10.5	1.1	20.3	19.3	4.621
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	8.0	0.8	20.7	19.9	4.056
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	11.4	2.1	22.6	20.4	3.391
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	10.6	1.3	21.2	19.9	3.840
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	3418	10.5	0.3	25.4	25.1	4.516
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	3117	7.7	0.2	16.7	16.4	3.391
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	6.1	0.4	18.1	17.7	3.263
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	8.1	0.3	18.7	18.3	3.364
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	7.4	0.3	15.8	15.5	2.631
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	8.5	0.4	22.7	22.2	4.001
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	3840	8.7	0.5	17.4	16.8	3.396
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	4464	10.2	0.7	20.7	20.0	3.550
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	4320	11.1	0.5	20.8	20.2	3.735
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	4464	8.0	0.3	23.0	22.7	4.188
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	4352	8.8	0.5	22.4	22.0	4.431
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	4032	8.6	0.8	18.2	17.5	3.773
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	4464	8.0	0.4	18.7	18.4	3.219
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	7.6	0.4	15.9	15.5	3.201
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4298	7.7	0.2	19.3	19.1	3.233
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	8.5	0.3	21.8	21.5	4.007
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	7.3	0.6	17.7	17.1	3.200
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	7.8	0.3	16.2	16.0	3.145
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4282	9.1	0.5	19.5	19.1	3.733
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4446	9.3	0.4	22.5	22.1	4.039
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	10.4	0.6	24.3	23.7	3.590
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	9.8	1.3	22.5	21.1	3.629
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	10.1	0.5	24.4	23.9	4.673
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4009	8.7	0.4	17.9	17.5	3.520
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4440	8.1	0.4	17.9	17.6	3.123
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4319	7.9	0.5	16.0	15.4	2.387
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	7.8	0.4	19.8	19.5	3.795
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	6.6	0.3	19.6	19.4	3.213
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4151	6.8	0.3	18.2	17.8	3.019
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	7.0	0.2	19.8	19.5	3.485
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	9.3	0.3	21.0	20.6	4.346
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	10.3	0.5	20.5	20.0	3.529
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	10.0	0.2	21.8	21.6	4.983
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	9.8	0.4	21.4	21.0	4.462
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	7.9	0.4	20.4	20.0	3.242
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	11.2	1.4	25.0	23.6	3.403
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	9.0	0.3	20.7	20.4	3.921
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	8.9	0.3	19.4	19.1	3.374
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	1974	7.2	0.4	14.1	13.6	2.650
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	3812	7.0	0.3	23.8	23.5	3.249
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4462	7.2	0.2	18.3	18.1	4.049
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	8.1	0.2	19.2	18.9	3.947
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	8.5	1.2	20.4	19.2	3.605
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	8.9	0.4	18.2	17.8	3.729
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	8.6	0.3	26.2	25.8	4.629
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	11.8	0.4	22.6	22.2	4.190
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	10.7	0.6	22.0	21.4	4.321

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	9.9	0.5	22.6	22.1	3.967
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4076	9.0	0.6	18.3	17.7	2.993
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	7.4	0.4	18.7	18.4	3.433
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	8.3	0.3	16.9	16.6	3.549
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2595	8.1	0.9	18.5	17.6	3.405
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	7.4	0.4	17.1	16.7	2.725
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	6.3	0.4	16.8	16.5	3.275
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	9.1	0.7	18.8	18.1	3.256
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.2	0.6	22.1	21.5	3.752
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4250	8.8	0.2	20.5	20.3	3.181
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	9.3	0.5	19.7	19.2	3.848
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	9.8	0.3	22.9	22.6	3.331
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	8.6	0.2	18.2	18.0	3.716
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	11.1	0.2	21.1	20.9	5.178
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3012	7.9	0.6	15.1	14.5	3.087
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	7.3	0.4	15.3	14.8	3.125
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	6.9	0.3	19.1	18.8	3.461
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4237	6.2	0.3	15.7	15.4	2.904
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4442	7.1	0.3	18.0	17.7	3.229
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	7.4	0.4	17.9	17.5	3.472
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	10.5	0.3	28.9	28.6	3.753
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	9.3	1.2	23.8	22.7	3.466
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	11.2	0.3	29.3	29.0	4.820
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	11.6	1.2	24.2	23.0	2.996
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3614	9.1	1.2	18.6	17.3	2.423
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	8.5	0.5	22.6	22.1	3.606
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	9.0	0.2	18.5	18.3	3.587
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	7.4	0.2	22.3	22.1	3.737
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	6.0	0.2	16.4	16.1	3.089
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2922	7.2	0.3	16.0	15.7	3.289
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	8.3	0.3	18.3	18.0	3.844
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	8.9	0.3	18.8	18.5	3.387
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	8.6	0.2	17.4	17.2	3.279
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	9.4	0.2	16.6	16.4	3.403
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	10.6	0.3	22.0	21.6	3.954
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	10.8	0.4	27.5	27.1	4.978
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	9.0	0.2	20.6	20.4	3.582
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3470	9.7	0.2	20.0	19.8	3.226
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	8.2	0.2	22.3	22.1	3.214
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	7.7	0.2	17.9	17.7	2.985
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	6.9	0.3	17.7	17.5	3.072
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	7.8	0.6	20.8	20.2	3.856
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	7.1	0.4	18.9	18.5	3.353
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	7.9	0.6	19.4	18.9	3.535
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	8.0	0.4	19.5	19.0	3.684
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	9.6	0.5	25.7	25.3	5.074
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	10.8	0.3	23.2	22.9	3.799
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	9.0	0.4	18.4	18.0	4.181
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	8.4	0.3	21.8	21.5	4.371
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	5.8	0.2	14.5	14.2	2.639
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	6.1	0.2	14.5	14.3	2.942
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	6.9	0.3	16.6	16.4	3.443
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4245	6.2	0.2	14.7	14.5	2.869
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4462	6.5	0.2	19.8	19.5	3.493
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4436	7.2	0.2	17.2	17.0	3.393
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4287	6.5	0.2	18.0	17.7	3.537
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4444	9.4	0.5	18.9	18.3	4.468
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	8.7	0.6	18.2	17.6	4.057
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4459	9.2	0.4	25.3	24.9	4.385
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	7.9	0.5	22.5	22.0	3.878

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	8.9	0.3	20.1	19.8	3.957
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	7.4	0.4	18.1	17.7	3.583
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	7.9	0.5	19.5	19.0	3.668
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	7.3	0.3	20.9	20.6	4.030
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	7.9	0.3	17.7	17.5	3.630
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	6.2	0.3	15.3	15.0	3.061
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	6.6	0.3	16.2	15.9	3.317
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	7.5	0.2	24.7	24.5	4.012
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	9.9	0.2	22.7	22.5	4.267
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	8.9	0.4	21.4	21.0	4.514
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	10.5	0.9	22.0	21.1	4.138
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	8.2	0.2	19.0	18.7	4.075
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	7.2	0.2	20.5	20.3	4.059
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	8.2	0.3	21.2	20.9	4.638
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	8.0	0.2	21.5	21.3	4.720
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	6.1	0.2	16.6	16.4	2.935
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	6.4	0.3	18.7	18.4	2.969
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	5.5	0.2	13.7	13.5	2.611
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	6.9	0.2	22.0	21.8	3.377
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	8.3	1.4	22.3	20.9	4.037
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	8.6	0.3	23.1	22.8	4.945
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4291	7.5	0.3	18.4	18.1	4.003
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	8.6	0.3	18.3	18.0	3.725
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	9.2	0.6	23.2	22.6	4.400
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	8.5	1.5	17.0	15.6	3.213
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	9.2	0.4	24.5	24.2	4.062
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4214	7.2	0.2	17.1	16.9	3.798
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	7.8	0.3	19.4	19.1	3.609
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	6.7	0.5	19.5	19.0	3.224
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	8.3	0.4	18.2	17.9	4.243
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	6.1	0.5	16.4	15.9	2.764
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	8.9	0.8	21.9	21.1	4.169
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	7.9	0.4	19.1	18.7	3.908
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	7.8	0.4	19.9	19.5	3.628
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	9.3	0.2	24.5	24.3	4.312
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	9.8	0.9	19.1	18.2	3.434
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	11.4	0.3	22.2	21.9	4.560
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	7.8	0.5	26.5	26.0	3.821
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	7.0	0.2	20.1	19.8	4.102
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	7.0	0.2	15.8	15.6	3.418
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	6.7	0.4	19.8	19.4	3.757
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	7.9	0.3	17.6	17.3	3.928
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	5.1	0.3	14.2	13.9	2.284
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	6.9	0.3	18.4	18.0	3.780
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	8.5	1.1	20.4	19.4	3.582
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	8.7	0.4	20.8	20.5	4.327
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	7.7	0.3	20.0	19.7	3.177
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	8.5	0.6	19.0	18.5	3.959
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	8.8	0.5	21.4	20.9	4.403
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4419	7.2	0.3	21.1	20.8	3.623
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	7.6	0.2	19.4	19.3	3.681
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	6.4	0.4	19.0	18.6	3.243
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	5.4	0.2	15.9	15.7	2.512
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	6.1	0.2	18.5	18.2	3.374
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	7.0	0.1	20.4	20.3	3.441
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	6.9	0.1	24.0	23.8	3.964
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	689067	8.3	0.1	29.3	29.1	3.962

Anlage 2: Windrichtungsverteilung



Die Hauptwindrichtung während des Messzeitraumes liegt in den westlichen Sektoren (195° bis 315°) der Windrose mit ca. 52 %. Ein sekundäres Windrichtungsmaximum liegt im östlichen Sektor (75° bis 135°) mit ca. 18 %.

Anlage 3: Monatliche Werte der Lufttemperatur

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
air temperature 99,3m (s0TE0993AVE) in [°C] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	3104	16.4	11.2	22.5	11.2	2.18
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	4320	13.2	9.0	20.8	11.8	1.81
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	4401	9.6	5.1	14.8	9.7	1.86
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3198	5.5	0.4	12.1	11.7	2.65
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	2.9	-2.6	10.1	12.7	2.20
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	3.5	-5.3	8.7	14.0	2.60
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	4.4	-1.9	11.6	13.5	2.31
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	3417	3.4	-3.7	10.9	14.6	2.66
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	2253	7.9	3.0	17.7	14.8	3.74
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	12.1	6.8	21.1	14.3	2.97
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	14.8	10.0	23.5	13.4	2.34
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	16.8	11.2	22.8	11.6	1.84
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	16.8	12.9	28.0	15.1	1.79
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	3840	13.6	9.8	20.1	10.4	2.13
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	4464	10.3	3.4	16.8	13.4	2.03
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	4320	6.6	-0.6	13.4	14.0	3.09
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	4464	3.4	-3.1	7.8	10.9	1.70
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	4460	1.0	-3.2	4.6	7.8	1.71
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	4032	0.2	-5.4	5.1	10.5	1.88
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	4464	3.0	-2.5	8.7	11.3	1.87
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	0	-	-	-	-	-
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	12.9	6.8	20.5	13.8	2.82
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	17.7	12.3	24.5	12.3	2.28
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	17.9	13.9	24.3	10.4	2.07
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4280	15.1	9.9	26.3	16.4	2.10
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4447	8.4	2.2	14.9	12.7	2.36
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	7.4	1.2	13.5	12.3	2.15
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	-0.2	-7.7	4.4	12.1	3.10
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	-2.4	-7.3	2.0	9.2	1.94
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	-1.1	-6.2	8.4	14.7	2.66
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4440	2.9	-4.8	17.6	22.4	4.58
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	6.6	0.6	19.6	19.0	3.25
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	8.5	3.1	16.9	13.9	3.08
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	13.9	9.3	23.3	14.1	2.68
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4159	19.7	13.4	29.5	16.0	3.22
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	17.0	10.6	22.6	12.0	2.17
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	13.2	8.2	19.9	11.7	2.05
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	8.8	3.5	13.9	10.4	2.17
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4175	4.9	-4.5	12.6	17.2	3.73
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	-2.3	-9.0	5.4	14.4	2.28
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	0.5	-5.2	9.8	15.0	2.72
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	-0.9	-7.2	7.2	14.4	3.57
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	2.8	-3.0	11.7	14.8	3.23
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	9.4	3.2	18.4	15.2	2.99
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	1974	9.9	2.3	18.6	16.2	4.36
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	3812	15.2	11.6	25.4	13.8	2.09
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4464	16.4	11.7	22.4	10.7	1.85
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	16.4	10.6	23.6	13.0	2.03
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	15.1	10.8	23.6	12.8	2.44
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	9.8	5.0	23.0	18.0	3.21
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	5.6	1.3	12.9	11.6	1.66
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	4.2	0.0	8.8	8.8	1.66
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	2.2	-4.4	9.6	14.1	2.70

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	-0.5	-9.9	9.8	19.6	4.44
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4077	5.3	-1.1	14.9	16.0	3.20
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	6.4	-1.0	14.1	15.1	3.13
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	10.5	5.0	19.6	14.6	3.71
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2606	12.9	6.1	23.7	17.6	2.96
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	16.0	11.2	25.4	14.2	2.78
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	17.2	13.5	28.2	14.7	2.46
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	14.0	9.3	24.5	15.2	2.33
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.7	2.3	19.1	16.8	3.38
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4249	6.2	-0.4	9.7	10.1	1.87
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	1.0	-3.9	9.2	13.1	2.50
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3345	-0.6	-6.6	7.7	14.2	2.78
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	-0.1	-3.7	4.3	8.0	1.69
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	-0.4	-6.5	9.3	15.8	3.10
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3056	6.3	-0.9	17.6	18.4	4.24
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	11.6	4.0	20.6	16.6	3.14
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	14.6	9.9	22.1	12.2	2.28
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	17.7	11.9	24.7	12.8	2.28
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4448	17.7	13.0	25.1	12.2	1.94
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3655	14.0	7.8	19.9	12.1	2.30
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	11.7	6.6	17.8	11.1	2.04
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	6.6	1.1	10.7	9.6	1.92
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	5.1	-0.3	11.0	11.3	1.83
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3741	1.1	-8.6	9.2	17.8	4.57
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3613	4.2	-1.2	11.1	12.3	2.08
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	5.8	-0.1	16.1	16.1	2.71
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	7.8	2.1	16.8	14.6	3.14
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	11.6	5.5	25.1	19.6	4.04
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	14.7	9.4	22.2	12.8	1.97
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2923	19.8	13.4	26.2	12.9	1.85
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	17.0	11.6	24.7	13.1	2.62
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	15.1	7.8	20.2	12.4	1.76
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	12.8	7.3	17.4	10.1	1.94
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	7.7	-0.6	13.7	14.3	2.71
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	3.7	-2.2	8.9	11.1	2.51
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	3.0	-2.0	9.1	11.1	1.93
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	1.8	-2.9	6.9	9.8	2.05
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3470	4.6	0.1	14.5	14.4	2.16
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	7.1	1.7	17.7	16.0	2.78
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	10.1	6.3	18.4	12.0	2.00
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	13.0	8.9	20.5	11.6	2.17
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	16.1	10.8	26.1	15.4	2.80
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	17.6	11.9	24.7	12.8	1.65
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	14.5	11.0	19.8	8.8	1.35
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	10.4	6.1	17.3	11.2	1.71
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	8.0	0.8	14.6	13.8	3.00
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	6.5	0.1	11.7	11.6	2.57
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	0.8	-5.5	8.4	13.9	3.17
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	2.8	-1.9	10.2	12.1	2.14
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	3.5	-0.9	11.0	11.9	2.05
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	7.1	2.6	13.1	10.5	2.09
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	12.5	6.2	22.4	16.2	3.01
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	15.7	10.5	25.2	14.7	2.67
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	17.1	12.3	23.3	11.0	2.04
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	16.8	11.9	28.1	16.2	2.23
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4320	16.9	12.9	22.9	10.1	1.71
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	9.7	5.9	17.5	11.6	1.66
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	5.5	-1.5	14.6	16.1	2.76
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	4.7	0.1	9.1	9.1	1.84
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	1.0	-6.9	6.6	13.5	2.31

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	1.9	-4.2	9.9	14.2	3.08
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	4.9	-1.1	17.6	18.7	3.08
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	6.2	0.6	17.4	16.8	2.63
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	11.4	2.7	22.0	19.3	4.81
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	14.6	9.9	23.2	13.3	2.30
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	15.6	11.5	23.8	12.3	1.63
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	17.1	13.2	25.0	11.8	1.69
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	13.8	10.5	17.0	6.6	1.12
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	11.3	5.1	17.5	12.5	1.97
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	6.9	2.2	12.1	9.9	2.03
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	4.0	-0.5	8.9	9.4	1.92
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	2.9	-3.0	10.2	13.2	2.36
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	-0.5	-8.0	4.1	12.1	2.52
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	0.2	-5.9	9.3	15.1	2.48
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	8.5	-1.0	23.0	24.0	4.52
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	13.7	5.9	21.6	15.7	2.82
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	16.4	10.5	22.6	12.1	2.14
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	19.5	13.7	30.2	16.5	2.91
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	19.1	10.6	28.2	17.6	2.88
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	15.5	8.3	25.8	17.5	2.94
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	11.8	2.6	21.4	18.8	3.74
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4320	6.7	-0.9	13.0	13.9	3.26
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	4.2	-2.3	10.4	12.7	2.35
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	1.8	-6.0	9.6	15.6	2.66
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	4.4	-0.2	11.6	11.7	2.61
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	5.2	-0.6	13.3	13.9	2.09
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	7.5	0.5	18.9	18.5	3.84
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	9.7	2.1	17.2	15.1	2.50
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	17.3	11.5	30.1	18.6	3.14
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	15.4	11.3	22.4	11.1	1.95
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	18.8	13.4	27.7	14.4	2.23
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	14.5	7.9	25.3	17.4	1.95
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	10.7	5.0	19.0	13.9	2.32
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	6.9	1.9	13.2	11.3	1.81
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	5.0	-1.0	11.4	12.3	1.94
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	5.0	0.4	11.8	11.4	1.72
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	4.8	0.9	13.2	12.2	1.78
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	4.7	-0.4	9.6	10.0	1.89
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	8.1	1.8	17.3	15.5	2.66
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	10.4	4.6	19.8	15.2	2.58
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	15.5	8.2	22.1	13.9	2.66
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	15.7	10.9	22.8	11.9	2.02
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	19.0	12.0	27.8	15.8	2.74
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	15.8	10.3	23.8	13.5	2.18
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	11.6	7.2	16.9	9.7	2.02
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	8.2	0.8	17.5	16.7	2.95
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	4.2	-0.9	9.1	10.0	1.96
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	1.6	-5.7	8.1	13.7	2.17
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	2.0	-5.7	15.7	21.3	5.13
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4464	3.9	-2.1	15.2	17.3	3.17
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	5.2	-1.1	13.6	14.7	1.94
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	10.1	3.8	22.2	18.4	3.37
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	17.4	10.1	27.6	17.5	3.23
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	18.7	15.2	25.8	10.7	1.79
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	16.2	11.7	22.4	10.6	1.61
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	15.2	10.2	21.8	11.7	2.25
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	694257	9.3	-9.9	30.2	40.1	6.50

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
air temperature 70,3m (s0TE0703AVE) in [°C] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	1566	8.7	5.6	10.3	4.7	0.89
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3198	5.7	0.7	12.1	11.3	2.61
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	3.1	-2.5	10.0	12.4	2.16
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	3.5	-5.1	8.4	13.5	2.46
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	4.3	-1.8	10.7	12.5	2.08
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	4464	3.7	-3.5	10.6	14.1	2.64
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4144	6.4	1.5	16.6	15.1	2.89
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	12.1	6.6	21.3	14.7	2.80
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	14.8	9.9	23.4	13.5	2.08
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	16.9	11.6	22.2	10.7	1.69
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	17.0	13.1	27.5	14.4	1.67
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	2118	14.7	10.2	20.1	9.9	2.32
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	0	-	-	-	-	-
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	8.3	0.9	19.2	18.4	3.40
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4298	10.9	0.0	22.9	22.9	2.52
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	13.0	7.0	20.2	13.2	2.59
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	17.8	12.5	24.0	11.5	2.09
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	18.1	14.2	23.5	9.3	1.82
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4282	15.2	0.0	25.9	25.9	2.17
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4447	8.7	2.5	14.9	12.4	2.33
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	7.5	1.5	12.5	11.0	1.98
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	0.1	-7.3	4.7	12.0	3.08
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4449	-2.0	-6.9	2.1	9.0	1.92
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4031	-1.0	-6.3	6.9	13.1	2.40
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4441	2.7	-4.5	16.9	21.4	4.16
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	6.4	0.6	19.6	19.1	3.09
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4463	8.5	3.4	16.8	13.3	2.83
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	13.7	9.4	22.8	13.4	2.58
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4159	19.6	13.7	29.3	15.6	2.86
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	17.2	10.8	22.4	11.6	2.08
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4316	13.5	8.5	19.7	11.2	1.92
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	9.1	3.7	14.0	10.3	2.13
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	5.2	-4.2	12.4	16.5	3.68
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4463	-1.9	-8.6	5.6	14.3	2.26
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	0.6	-4.8	8.4	13.3	2.43
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	-0.8	-6.9	6.5	13.4	3.37
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	2.7	-2.7	11.7	14.4	2.96
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	8.8	1.8	16.3	14.5	2.82
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	4464	11.1	2.6	20.9	18.3	3.42
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	15.1	10.1	24.8	14.7	1.95
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4463	16.4	12.0	22.5	10.4	1.70
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	16.4	11.3	22.3	10.9	1.82
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	15.1	11.1	22.7	11.6	2.15
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	9.8	5.0	21.0	16.0	3.01
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	5.9	1.6	12.8	11.3	1.63
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	4.5	0.3	8.5	8.2	1.57
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	2.5	-4.1	9.4	13.4	2.63

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	-0.4	-9.5	9.6	19.2	4.22
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4077	5.1	-0.7	14.6	15.3	3.02
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	6.3	-0.7	14.1	14.8	2.94
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	10.1	5.2	19.3	14.1	3.24
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2605	12.9	6.2	21.3	15.1	2.67
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	16.1	11.8	25.0	13.2	2.49
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	17.4	13.8	27.3	13.5	2.19
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	14.2	9.6	24.2	14.6	2.23
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.8	2.5	18.6	16.1	3.18
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4249	6.4	0.0	9.9	9.9	1.84
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	1.3	-3.5	8.9	12.4	2.39
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	-0.4	-6.2	7.2	13.4	2.63
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	0.2	-3.3	4.3	7.7	1.62
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	-0.2	-6.2	9.9	16.1	2.88
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3056	6.1	-0.5	17.2	17.8	4.01
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	11.1	4.0	19.3	15.2	2.69
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	14.6	10.2	21.0	10.8	2.08
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	17.7	12.1	24.6	12.6	2.17
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4448	17.9	13.4	25.1	11.8	1.81
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	14.2	8.2	19.4	11.2	2.24
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	11.8	7.0	17.4	10.5	1.81
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	6.8	1.4	10.9	9.5	1.91
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	5.4	0.1	10.5	10.4	1.72
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	1.3	-8.3	8.9	17.2	4.44
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3614	4.0	-0.9	11.0	11.9	1.92
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4347	5.7	0.0	16.1	16.1	2.53
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	7.5	2.3	16.2	13.9	2.78
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	11.5	5.8	24.7	18.9	3.66
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	14.7	9.4	21.6	12.2	1.83
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2923	19.7	13.5	25.3	11.8	1.67
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	17.3	11.8	24.4	12.6	2.57
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	15.4	8.1	19.6	11.4	1.72
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	13.0	7.6	17.2	9.6	1.88
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	8.0	-0.3	13.7	14.0	2.68
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	4.0	-1.9	8.5	10.4	2.44
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	3.3	-1.7	9.1	10.8	1.87
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	2.0	-2.6	6.6	9.2	1.93
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3428	4.6	0.1	14.4	14.4	1.90
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4168	7.1	2.1	17.5	15.4	2.56
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	10.2	6.5	18.4	11.8	1.85
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4319	13.2	9.2	20.4	11.3	1.99
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4463	16.1	11.2	25.8	14.6	2.55
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	17.7	12.2	22.9	10.7	1.47
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	14.7	11.0	19.9	8.9	1.32
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	10.7	6.4	16.0	9.6	1.67
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	8.3	1.1	14.7	13.6	2.94
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4410	6.7	0.4	11.3	10.9	2.48
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	1.0	-5.1	8.4	13.5	3.05
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4175	3.0	-1.5	10.0	11.5	2.05
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	3.7	-0.9	11.3	12.2	1.93
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	7.0	2.8	11.7	8.9	1.68
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	12.3	6.4	21.4	15.0	2.69
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	15.8	10.7	24.7	14.0	2.49
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	17.4	12.7	22.3	9.6	1.97
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	17.0	12.2	28.3	16.1	2.15
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4319	17.2	13.1	22.0	8.8	1.61
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	10.0	6.3	16.6	10.4	1.65
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	5.8	-1.1	14.6	15.6	2.68
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	4.9	0.4	9.1	8.7	1.75
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	1.3	-6.4	6.8	13.2	2.28

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	2.0	-3.9	10.0	13.9	2.92
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	4.9	-0.8	17.4	18.1	2.90
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	6.3	0.9	16.9	16.0	2.46
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	11.4	2.6	21.8	19.2	4.56
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	14.7	10.2	22.6	12.4	2.17
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	15.7	11.7	23.9	12.2	1.57
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	17.3	13.5	24.9	11.4	1.60
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	14.0	11.1	17.0	6.0	1.12
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	11.5	5.4	17.3	11.9	1.88
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	7.2	2.4	12.3	9.9	2.00
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	4.3	-0.4	9.1	9.5	1.88
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	3.1	-2.6	10.0	12.6	2.28
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	-0.2	-7.6	4.2	11.7	2.48
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	0.4	-5.6	8.1	13.6	2.29
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	8.3	-0.8	22.5	23.3	4.32
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	13.4	6.1	21.1	14.9	2.67
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	16.5	10.6	22.4	11.8	1.93
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	19.6	14.0	28.8	14.8	2.76
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	19.3	11.4	28.1	16.8	2.77
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	15.8	8.5	25.8	17.3	2.87
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	11.9	3.0	20.9	18.0	3.51
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4320	6.9	-0.6	13.0	13.6	3.17
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	4.4	-1.9	10.4	12.4	2.28
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	2.0	-5.7	7.5	13.2	2.59
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	4.4	0.1	11.1	11.0	2.36
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	5.3	-0.4	13.4	13.8	1.96
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	7.3	0.6	18.5	17.9	3.46
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	9.7	2.4	16.8	14.4	2.36
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	17.2	11.6	29.6	18.0	2.90
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	15.5	11.5	21.5	10.0	1.82
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	19.0	13.4	27.3	13.9	2.07
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	14.8	8.0	25.0	17.1	1.93
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	10.9	5.2	18.7	13.6	2.30
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	7.2	2.2	13.4	11.3	1.79
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	5.2	-0.6	11.3	11.9	1.89
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	5.2	0.7	11.7	11.0	1.63
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4144	5.0	1.3	12.8	11.5	1.69
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	4.8	0.5	9.5	9.0	1.77
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	8.1	2.0	17.1	15.0	2.47
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	10.4	4.8	19.4	14.6	2.40
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	15.5	8.6	21.9	13.3	2.52
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	15.9	11.1	22.5	11.4	1.90
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	19.1	12.9	27.0	14.1	2.54
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	16.0	10.7	23.1	12.4	1.97
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	11.9	7.6	17.1	9.6	2.01
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	8.5	0.9	17.4	16.5	2.90
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	4.5	-0.6	9.4	9.9	1.94
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	1.9	-5.3	8.1	13.4	2.14
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	2.1	-5.4	15.6	20.9	4.87
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4463	3.9	-1.9	15.2	17.2	3.02
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	5.3	-0.9	13.4	14.3	1.77
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4463	10.1	4.0	21.7	17.7	3.17
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	17.3	10.4	27.3	17.0	3.04
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	18.9	15.5	25.3	9.8	1.67
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	16.4	11.9	22.3	10.5	1.57
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	15.3	10.3	21.0	10.7	2.10
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	670399	9.5	-9.5	29.6	39.1	6.39

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
air temperature 50,3m (s0TE0503AVE) in [°C] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	1517	8.8	5.8	10.4	4.7	0.91
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3198	5.8	0.8	12.0	11.2	2.59
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	3.2	-2.4	9.7	12.1	2.14
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	3.5	-4.9	8.1	13.0	2.36
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	4.2	-1.6	10.0	11.7	1.88
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	4459	3.6	-3.4	9.7	13.1	2.42
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4138	6.1	1.5	15.0	13.5	2.44
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	11.9	6.6	20.9	14.3	2.69
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	14.7	9.8	23.1	13.2	1.88
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	16.9	11.5	21.4	9.9	1.60
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	17.0	13.3	26.6	13.3	1.54
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	2118	14.7	10.4	20.0	9.6	2.23
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	0	-	-	-	-	-
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4242	7.7	0.0	18.1	18.1	3.04
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4298	10.7	0.0	22.2	22.2	2.35
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	12.9	7.2	20.5	13.3	2.42
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	17.7	12.7	23.6	10.9	1.92
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	18.0	14.4	23.2	8.9	1.65
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4281	15.4	10.4	25.3	14.9	1.82
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4447	8.8	2.7	14.9	12.2	2.32
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	7.6	1.7	11.8	10.1	1.88
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	0.3	-7.2	4.8	12.0	3.09
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	-1.9	-6.8	2.2	8.9	1.92
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	-1.0	-5.8	6.0	11.8	2.17
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4441	2.4	-4.3	16.5	20.8	3.69
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4319	6.1	0.6	19.3	18.8	2.90
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	8.3	3.6	16.2	12.7	2.55
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	13.5	9.5	22.2	12.7	2.45
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4159	19.4	13.7	28.4	14.7	2.53
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	17.2	11.0	22.8	11.8	2.01
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	13.5	8.6	19.3	10.7	1.82
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	9.2	3.9	14.1	10.1	2.09
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	5.3	-4.0	12.1	16.1	3.65
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	-1.8	-8.4	5.6	14.0	2.25
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	0.6	-4.7	7.3	12.0	2.23
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4031	-0.7	-6.8	6.2	13.0	3.22
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	2.4	-2.6	11.3	14.0	2.69
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	8.1	0.8	15.1	14.3	2.61
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	4464	10.7	2.7	20.1	17.4	3.13
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	15.0	10.2	24.1	13.9	1.77
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4464	16.4	12.2	22.2	10.1	1.56
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	16.4	10.9	23.1	12.3	1.64
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	15.0	11.3	22.2	10.9	1.89
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	9.8	5.0	22.0	17.0	2.84
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	6.0	1.7	12.5	10.8	1.62
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	4.6	0.4	8.3	8.0	1.52
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	2.6	-3.9	9.1	13.0	2.57

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	-0.4	-9.4	9.1	18.5	4.05
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4077	4.8	-0.7	13.6	14.2	2.75
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	6.1	-0.6	14.0	14.6	2.73
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	9.7	5.3	19.2	13.9	2.84
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2605	12.8	6.1	20.5	14.3	2.48
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	16.0	11.9	24.3	12.4	2.20
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	17.3	13.8	26.3	12.5	1.97
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	14.2	9.7	23.8	14.2	2.15
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.9	2.6	18.0	15.4	3.00
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4249	6.6	0.1	9.9	9.8	1.83
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	1.4	-3.5	8.7	12.2	2.35
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3345	-0.3	-6.0	6.3	12.3	2.53
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	0.3	-3.2	4.2	7.5	1.57
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	-0.2	-6.1	9.3	15.4	2.72
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3056	5.8	-0.4	16.4	16.8	3.72
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	10.7	4.1	18.9	14.8	2.40
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	14.6	10.3	20.8	10.5	1.97
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	17.6	12.1	24.6	12.5	2.07
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4448	17.9	12.2	24.8	12.6	1.72
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	14.3	8.4	19.3	10.9	2.22
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3267	11.8	0.0	16.6	16.6	1.82
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	7.0	1.6	11.1	9.5	1.90
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	5.5	0.2	10.3	10.0	1.66
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	1.5	-8.1	8.6	16.7	4.37
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3614	3.7	-0.7	10.2	10.9	1.68
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	5.4	0.1	15.6	15.5	2.25
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	7.2	2.4	16.2	13.7	2.50
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	11.2	6.0	23.4	17.4	3.23
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	14.7	9.4	21.2	11.8	1.75
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2923	19.6	13.5	24.6	11.1	1.62
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	17.4	11.8	23.9	12.1	2.54
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	15.5	8.3	18.1	9.7	1.66
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	13.2	7.8	17.0	9.3	1.83
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	8.2	-0.1	13.6	13.7	2.67
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	4.1	-1.8	8.6	10.4	2.41
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	3.4	-1.6	9.0	10.6	1.84
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	2.1	-2.5	6.4	8.8	1.84
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3428	4.5	0.3	13.8	13.5	1.66
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4173	6.9	2.2	16.3	14.1	2.31
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	10.0	6.7	17.9	11.2	1.70
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	13.1	9.3	20.0	10.7	1.84
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	16.0	11.3	25.2	13.9	2.33
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	17.6	12.4	22.1	9.7	1.33
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	14.8	11.2	19.5	8.4	1.30
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	10.9	6.7	17.0	10.3	1.67
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	8.4	1.2	14.6	13.4	2.90
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4463	6.8	0.5	11.3	10.7	2.39
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	1.1	-5.0	8.2	13.1	2.96
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	3.1	-1.4	9.4	10.9	1.95
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4463	3.7	-0.7	11.0	11.7	1.82
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	6.7	3.0	11.4	8.4	1.43
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	12.0	6.5	19.6	13.1	2.45
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	15.7	10.8	24.0	13.2	2.37
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	17.4	12.8	22.5	9.7	1.91
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	17.1	12.2	28.4	16.2	2.08
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4320	17.2	13.3	21.5	8.2	1.52
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	10.1	6.5	17.0	10.6	1.66
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	5.9	-1.0	14.4	15.4	2.62
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	5.0	0.5	9.0	8.4	1.71
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	1.4	-6.4	6.8	13.2	2.26

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	2.0	-3.8	9.9	13.7	2.80
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	4.7	-0.7	17.0	17.6	2.71
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	6.2	1.1	16.2	15.1	2.30
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	11.1	2.8	21.6	18.8	4.31
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	14.6	10.3	22.4	12.2	2.04
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	15.7	11.8	23.9	12.2	1.51
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	17.4	13.5	24.7	11.2	1.54
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	14.1	11.2	17.0	5.8	1.11
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	11.6	5.5	17.0	11.5	1.81
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	7.3	2.6	12.3	9.7	1.98
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	4.4	-0.2	9.1	9.2	1.85
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	3.2	-2.5	9.5	12.0	2.22
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	-0.1	-7.6	4.3	11.8	2.47
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	0.5	-5.5	7.2	12.7	2.18
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	8.0	-0.7	21.2	21.9	4.12
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	13.0	6.1	21.1	15.0	2.58
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	16.4	10.8	22.4	11.6	1.80
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	19.6	14.2	28.4	14.2	2.71
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	19.3	11.2	27.7	16.5	2.70
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	15.8	8.7	25.7	17.0	2.80
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	11.9	3.1	20.4	17.4	3.30
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4320	7.0	-0.4	12.8	13.2	3.12
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	4.5	-1.8	10.4	12.2	2.24
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	2.1	-5.6	7.9	13.5	2.57
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	4.2	0.3	10.8	10.6	2.12
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	5.3	-0.3	13.3	13.6	1.81
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	7.1	0.7	18.2	17.4	3.22
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	9.6	2.5	16.3	13.7	2.22
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	16.9	11.6	28.8	17.2	2.70
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	15.5	11.6	21.6	10.0	1.80
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	19.0	13.6	26.2	12.6	1.94
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	14.9	8.3	24.7	16.4	1.91
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	11.0	5.3	18.4	13.0	2.25
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	7.3	2.4	13.4	11.0	1.78
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4463	5.3	-0.5	11.1	11.6	1.87
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	5.2	0.8	11.6	10.7	1.55
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	5.1	1.4	12.2	10.8	1.61
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4457	4.9	0.6	9.3	8.8	1.68
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	8.0	2.2	17.0	14.7	2.29
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	10.4	4.8	19.1	14.3	2.25
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	15.4	8.9	21.7	12.8	2.41
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	15.9	11.3	22.0	10.7	1.79
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	19.0	12.2	27.1	14.9	2.39
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	16.0	10.8	22.5	11.7	1.80
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4463	12.0	7.7	17.2	9.5	1.99
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4319	8.6	1.2	17.2	16.0	2.89
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4417	4.6	-0.5	9.4	9.9	1.93
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	2.0	-5.2	7.9	13.1	2.12
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4006	2.0	-5.2	15.0	20.2	4.53
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4464	3.9	-1.8	14.9	16.7	2.86
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	5.3	-0.7	12.8	13.5	1.70
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4462	10.0	4.1	20.8	16.7	2.94
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	17.1	10.5	26.9	16.4	2.90
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	18.9	15.5	25.2	9.7	1.60
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	16.5	12.1	22.3	10.3	1.55
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	15.4	10.5	20.5	10.0	2.01
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	670412	9.5	-9.4	28.8	38.2	6.33

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
air temperature 40,3m (s0TE0403AVE) in [°C] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	1517	9.0	5.8	10.6	4.8	0.90
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3198	6.1	1.0	12.1	11.1	2.58
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	3.4	-2.2	10.0	12.1	2.13
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	3.7	-4.7	8.0	12.6	2.31
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	4.3	-1.5	9.5	11.0	1.78
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	4464	3.7	-3.2	9.6	12.8	2.32
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4145	6.2	1.8	15.0	13.2	2.20
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	12.0	6.7	20.6	13.9	2.60
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	14.9	9.8	22.6	12.8	1.76
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	17.1	11.9	21.2	9.3	1.57
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	17.2	13.4	26.4	13.0	1.46
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	2118	14.9	10.6	20.0	9.4	2.20
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	0	-	-	-	-	-
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	7.6	1.0	17.2	16.2	2.76
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4298	10.7	0.0	22.1	22.1	2.24
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	13.0	7.4	19.9	12.5	2.33
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	17.8	12.8	23.4	10.6	1.83
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	18.1	14.5	23.1	8.6	1.58
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4277	15.4	0.0	24.7	24.7	2.01
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4447	9.0	2.9	15.0	12.1	2.31
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	7.7	1.9	11.6	9.7	1.83
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	0.4	-7.0	4.9	11.9	3.07
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4449	-1.7	-6.6	2.2	8.8	1.91
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4031	-0.9	-5.8	5.9	11.8	2.04
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4441	2.2	-4.2	15.9	20.1	3.40
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	5.9	0.7	19.2	18.5	2.73
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4463	8.3	3.7	16.0	12.3	2.39
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	13.4	9.5	21.8	12.3	2.41
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4159	19.4	13.9	28.0	14.1	2.36
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	17.3	11.0	22.8	11.8	1.98
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4316	13.7	8.8	18.9	10.1	1.76
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	9.3	4.1	14.1	10.1	2.08
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	5.4	-3.8	12.1	15.9	3.63
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4463	-1.6	-8.2	5.7	13.9	2.25
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	0.6	-4.5	6.9	11.5	2.14
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	-0.6	-6.6	6.1	12.7	3.13
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	2.3	-2.6	11.0	13.6	2.49
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	7.7	0.6	14.6	14.0	2.43
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	4464	10.6	2.9	19.2	16.4	2.93
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	15.0	10.3	23.5	13.2	1.65
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4462	16.4	12.2	22.1	9.9	1.50
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	16.4	11.6	24.8	13.2	1.57
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	15.0	11.4	21.6	10.2	1.74
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	9.8	5.0	20.0	15.0	2.77
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	6.1	1.9	12.3	10.4	1.60
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	4.7	0.5	8.3	7.8	1.50
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	2.7	-3.8	8.9	12.7	2.53

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	-0.3	-9.2	8.7	17.9	3.95
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4077	4.6	-0.4	13.3	13.7	2.55
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	6.1	-0.4	13.9	14.2	2.56
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	9.5	5.4	18.9	13.5	2.57
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2605	12.9	6.3	20.6	14.3	2.38
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	16.0	12.1	24.1	12.0	2.06
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	17.4	13.9	26.0	12.1	1.85
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	14.3	9.9	23.7	13.7	2.10
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.9	2.9	17.9	15.0	2.89
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4249	6.7	0.2	10.0	9.8	1.83
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	1.6	-3.2	8.7	11.9	2.32
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	-0.2	-5.9	6.1	12.0	2.47
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	0.4	-3.1	4.3	7.4	1.54
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	-0.1	-5.9	9.7	15.6	2.60
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3055	5.6	-0.2	15.4	15.6	3.48
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	10.5	4.2	18.6	14.4	2.27
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	14.6	10.4	21.6	11.2	1.89
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	17.7	7.8	24.7	16.8	2.03
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4448	18.0	13.3	24.5	11.2	1.68
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	14.5	8.6	19.3	10.7	2.20
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	11.9	7.3	16.2	8.9	1.54
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	7.1	1.7	11.2	9.4	1.89
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	5.6	0.3	10.1	9.8	1.62
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3741	1.6	-7.9	8.5	16.4	4.33
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3614	3.6	-0.6	8.9	9.5	1.51
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4347	5.2	0.2	14.6	14.4	2.03
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	7.2	2.5	16.0	13.5	2.32
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	11.1	6.1	21.7	15.6	3.02
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	14.8	9.5	21.2	11.7	1.69
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2922	19.7	13.7	25.5	11.8	1.60
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	17.6	12.0	24.5	12.5	2.53
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	15.6	8.5	18.0	9.5	1.67
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	13.3	8.0	16.9	9.0	1.81
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	8.3	0.1	13.6	13.6	2.66
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	4.2	-1.6	8.5	10.2	2.38
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	3.5	-1.4	9.1	10.5	1.82
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	2.2	-2.3	6.1	8.4	1.80
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3470	4.6	0.2	11.9	11.7	1.54
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	6.9	2.3	16.0	13.7	2.15
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	10.1	6.8	17.1	10.3	1.60
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	13.2	9.5	20.0	10.5	1.74
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	16.1	11.4	25.0	13.6	2.24
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	17.8	12.6	22.1	9.5	1.27
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	15.0	10.9	19.6	8.7	1.28
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	11.0	6.7	16.6	9.9	1.66
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	8.5	1.4	14.7	13.3	2.88
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	6.9	0.7	11.4	10.7	2.35
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	1.2	-4.8	8.1	12.9	2.90
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	3.1	-1.3	9.1	10.3	1.90
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	3.8	-0.7	10.8	11.5	1.77
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	6.7	3.1	11.4	8.3	1.34
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	12.0	6.6	19.1	12.5	2.33
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	15.8	11.1	24.0	12.9	2.30
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	17.5	12.9	22.9	10.0	1.91
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	17.2	12.4	27.9	15.6	2.03
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4320	17.4	13.5	21.5	8.0	1.51
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	10.3	6.6	17.1	10.5	1.65
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	6.0	-0.8	14.2	15.0	2.57
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	5.1	0.7	9.0	8.3	1.68
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	1.5	-6.1	6.9	13.1	2.24

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	2.1	-3.6	9.9	13.5	2.73
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	4.7	-0.5	16.8	17.3	2.58
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	6.2	1.2	15.3	14.1	2.19
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	11.1	2.7	21.1	18.3	4.14
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	14.6	10.4	22.3	11.9	1.95
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	15.8	11.8	23.9	12.1	1.48
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	17.5	13.6	24.6	10.9	1.51
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	14.2	11.3	17.7	6.3	1.11
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	11.7	5.7	17.0	11.3	1.77
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	7.4	2.6	12.3	9.7	1.98
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	4.5	-0.1	9.1	9.3	1.83
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	3.3	-2.3	9.3	11.6	2.18
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	0.1	-7.2	4.3	11.6	2.46
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	0.6	-5.3	6.9	12.1	2.12
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	7.8	-0.5	21.0	21.5	3.96
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	12.9	6.1	20.7	14.6	2.57
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	16.6	10.6	22.4	11.8	1.75
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	19.7	14.3	28.7	14.4	2.66
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	19.5	11.4	27.6	16.2	2.67
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	16.0	8.7	25.6	16.9	2.78
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	11.9	3.2	20.3	17.0	3.21
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4320	7.1	-0.3	12.6	12.9	3.09
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	4.6	-1.6	10.5	12.1	2.21
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	2.3	-5.4	7.9	13.3	2.54
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	4.2	0.4	10.6	10.3	1.98
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	5.3	-0.2	13.2	13.5	1.73
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	7.1	0.8	17.7	16.9	3.03
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	9.7	2.7	15.8	13.1	2.13
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	16.9	11.6	28.2	16.6	2.61
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	15.6	11.7	22.1	10.4	1.77
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	19.1	13.7	25.7	12.0	1.90
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	15.0	8.5	24.7	16.2	1.91
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	11.1	5.5	18.2	12.7	2.23
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	7.4	2.6	13.5	10.9	1.77
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	5.4	-0.4	11.0	11.4	1.85
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4463	5.3	1.0	11.5	10.5	1.50
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	5.1	1.5	11.9	10.4	1.56
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	5.0	0.8	9.2	8.4	1.63
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4317	8.1	2.2	16.8	14.7	2.17
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	10.4	5.0	18.7	13.7	2.18
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	15.5	8.8	21.8	13.0	2.37
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	16.0	11.3	21.9	10.6	1.76
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	19.1	13.1	26.5	13.4	2.33
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	16.1	11.0	22.6	11.6	1.73
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	12.1	7.9	17.3	9.4	1.99
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	8.7	1.1	17.2	16.0	2.86
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	4.7	-0.3	9.5	9.8	1.92
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	2.2	-5.1	8.1	13.1	2.10
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4023	1.9	-5.1	13.8	18.9	4.26
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4462	3.9	-1.8	14.6	16.3	2.73
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	5.4	-0.7	12.5	13.2	1.64
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4456	10.0	4.2	20.4	16.2	2.77
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	17.1	10.6	26.6	16.0	2.79
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	19.0	15.6	25.1	9.5	1.57
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	16.7	12.1	22.4	10.3	1.55
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	15.5	10.5	21.1	10.6	1.96
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	670463	9.6	-9.2	28.7	37.9	6.31

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
air temperature 30,3m (s0TE0303AVE) in [°C] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	1566	9.0	6.1	10.6	4.6	0.89
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3198	6.1	1.1	12.1	11.0	2.57
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	3.5	-2.2	9.8	11.9	2.12
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	3.7	-4.6	7.8	12.3	2.25
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	4.2	-1.4	8.0	9.5	1.68
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	4464	3.7	-3.1	9.0	12.1	2.22
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4136	6.0	1.7	14.5	12.7	1.99
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	11.9	6.8	20.3	13.5	2.52
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	14.8	9.7	21.2	11.5	1.66
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	17.1	11.8	20.5	8.7	1.53
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	17.2	13.5	25.7	12.1	1.37
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	3840	14.1	10.4	19.6	9.2	1.93
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	4464	10.9	4.3	15.2	10.9	1.90
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	4320	7.1	0.2	13.1	12.9	2.97
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	4464	4.0	-2.5	7.9	10.4	1.65
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	4451	1.6	-2.6	4.8	7.4	1.61
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	4032	0.7	-4.8	4.7	9.5	1.63
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	4464	3.0	-1.8	8.5	10.3	1.42
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	7.2	1.0	16.4	15.4	2.45
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	3614	10.8	0.0	21.2	21.2	2.08
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	12.9	7.4	19.8	12.3	2.24
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	17.6	12.9	23.4	10.4	1.72
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	18.1	14.5	22.9	8.3	1.50
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4282	15.5	10.6	23.3	12.7	1.66
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4447	9.0	2.9	14.9	12.0	2.29
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	7.7	2.0	11.3	9.2	1.78
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	0.4	-7.0	4.9	11.9	3.08
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	-1.7	-6.6	2.2	8.8	1.91
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	-0.9	-5.6	5.6	11.2	1.92
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4441	2.0	-4.2	13.9	18.0	3.06
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	5.6	0.6	18.8	18.1	2.50
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	8.0	3.7	15.3	11.5	2.19
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	13.2	9.4	21.1	11.8	2.35
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4159	19.2	13.9	27.5	13.6	2.19
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	17.3	11.1	22.0	10.9	1.92
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	13.6	8.8	18.2	9.4	1.69
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	9.3	4.1	14.1	9.9	2.05
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	5.5	-3.8	11.8	15.6	3.61
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	-1.6	-8.2	5.6	13.8	2.24
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	0.6	-4.5	6.5	11.0	2.04
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	-0.7	-6.6	6.0	12.6	3.05
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	2.1	-2.5	9.9	12.5	2.22
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4319	7.1	0.6	14.1	13.5	2.17
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	2550	9.4	2.8	18.0	15.2	3.07
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	14.8	10.3	21.9	11.6	1.49
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4463	16.3	12.3	21.1	8.8	1.42
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	16.3	11.4	23.7	12.3	1.48
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	14.8	11.2	20.1	8.9	1.56
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	9.7	5.0	20.0	15.0	2.67
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	6.1	1.9	11.7	9.8	1.59
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	4.7	0.5	8.2	7.6	1.47
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	2.7	-3.8	8.8	12.5	2.50

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	-0.4	-9.2	7.7	17.0	3.85
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4077	4.3	-0.5	12.8	13.3	2.30
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	5.8	-0.4	13.5	13.8	2.35
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	9.2	5.5	17.3	11.8	2.24
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2605	12.8	6.2	20.1	13.9	2.27
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	15.9	11.8	23.2	11.4	1.92
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	17.4	13.9	25.2	11.3	1.73
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	14.2	10.0	22.6	12.6	2.03
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	9.8	3.0	17.2	14.2	2.74
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4249	6.7	0.3	10.0	9.7	1.82
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	1.6	-3.3	8.5	11.8	2.30
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	-0.2	-5.8	5.9	11.7	2.41
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	864	1.5	-1.4	4.1	5.6	1.11
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	0.3	-5.7	9.3	15.0	2.49
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	2072	6.8	3.4	13.3	9.9	2.03
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	10.2	4.3	18.2	14.0	2.13
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	14.6	10.5	20.8	10.3	1.82
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	17.6	12.3	24.4	12.1	1.95
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4448	18.1	12.4	23.8	11.3	1.64
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	14.6	8.5	19.3	10.8	2.19
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	11.9	7.3	16.1	8.8	1.45
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	7.2	1.8	11.3	9.4	1.88
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	5.6	0.6	10.0	9.4	1.58
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3741	1.6	-7.8	8.4	16.2	4.29
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3614	3.5	-0.5	7.8	8.4	1.33
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	5.0	0.2	14.0	13.8	1.80
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	7.0	2.6	15.6	13.0	2.10
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	11.0	6.2	20.0	13.8	2.80
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	2162	14.8	9.5	20.5	11.0	1.92
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	0	-	-	-	-	-
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	3687	16.9	12.1	23.5	11.4	2.23
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	15.6	8.5	17.9	9.3	1.63
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	13.3	8.0	16.7	8.6	1.78
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	8.4	0.1	13.5	13.4	2.65
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	4.3	-1.6	8.5	10.1	2.36
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	2534	3.7	-1.3	9.0	10.4	1.85
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	583	-0.3	-2.2	2.4	4.6	1.60
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	779	4.7	1.1	7.2	6.0	1.24
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4175	6.8	2.4	15.3	12.8	1.95
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4462	10.0	6.9	16.7	9.8	1.49
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4316	13.2	9.6	19.6	10.0	1.64
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	16.1	11.2	24.8	13.6	2.10
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	17.7	12.7	21.9	9.2	1.21
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	15.1	10.9	19.4	8.5	1.26
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	11.1	6.9	17.3	10.4	1.67
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	8.6	1.5	14.6	13.1	2.85
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	7.0	0.9	11.4	10.5	2.30
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	1.3	-4.6	7.9	12.6	2.84
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	3.2	-1.2	8.6	9.8	1.83
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	3.8	-0.6	10.6	11.2	1.69
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	6.6	3.2	11.1	7.9	1.25
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	11.8	6.7	18.8	12.1	2.21
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	15.8	11.3	23.8	12.6	2.20
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	17.6	13.0	23.1	10.1	1.88
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	17.2	12.4	27.3	14.9	1.98
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4320	17.4	13.6	21.5	7.8	1.46
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	10.4	6.8	17.6	10.8	1.65
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	6.1	-0.7	14.1	14.9	2.53
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	5.2	0.8	9.0	8.2	1.66
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	1.6	-6.0	6.9	12.9	2.23

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	2.1	-3.6	9.6	13.2	2.66
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	4.6	-0.4	16.5	16.9	2.42
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	6.2	1.4	15.0	13.6	2.04
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	10.9	3.1	20.6	17.5	3.93
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	14.6	10.5	22.2	11.7	1.82
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	15.8	12.0	23.7	11.7	1.45
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	17.5	13.8	24.3	10.5	1.46
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	14.3	11.0	18.0	7.0	1.12
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	11.8	5.8	16.8	11.0	1.71
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	7.5	2.8	12.3	9.5	1.96
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	4.7	0.2	9.1	8.9	1.81
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	3.4	-2.2	9.1	11.3	2.14
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	0.2	-7.2	4.6	11.8	2.46
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	0.7	-5.2	6.5	11.7	2.06
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	7.6	-0.5	20.6	21.1	3.76
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	12.8	6.1	20.8	14.7	2.53
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	16.6	10.7	22.3	11.5	1.68
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	19.7	14.4	28.9	14.4	2.63
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	19.6	11.0	27.6	16.6	2.64
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	16.0	9.0	25.4	16.5	2.72
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	11.9	3.3	19.8	16.5	3.07
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4320	7.2	-0.2	12.4	12.6	3.06
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	4.7	-1.5	10.5	12.0	2.19
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	2.4	-5.3	9.1	14.4	2.53
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	4.2	0.5	9.7	9.2	1.85
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	5.3	-0.1	13.0	13.1	1.61
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	7.0	0.9	17.1	16.2	2.88
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	9.7	2.8	15.6	12.8	2.03
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	16.8	11.6	28.0	16.4	2.50
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	15.7	11.9	21.8	10.0	1.77
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	19.2	13.8	25.5	11.6	1.82
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	15.1	8.4	24.6	16.2	1.90
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	11.3	5.7	18.0	12.3	2.19
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	7.6	2.8	13.6	10.8	1.76
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	5.6	-0.3	10.9	11.2	1.83
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	5.4	1.1	11.3	10.2	1.45
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	5.3	1.6	11.6	10.0	1.52
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	5.1	0.7	9.0	8.3	1.57
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	8.1	2.3	16.6	14.4	2.07
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	10.5	5.0	18.8	13.8	2.11
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	15.6	8.9	21.8	12.9	2.31
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	16.1	11.5	21.7	10.3	1.71
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	19.2	12.2	27.0	14.8	2.26
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	16.2	11.2	22.0	10.8	1.64
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	12.3	8.1	17.4	9.3	1.97
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	8.9	1.4	17.1	15.8	2.85
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	4.9	-0.1	9.6	9.8	1.90
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	2.3	-4.8	8.0	12.9	2.08
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	1.9	-4.9	13.1	18.0	4.01
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4464	3.9	-1.6	14.4	16.0	2.59
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	5.5	-0.4	12.6	13.0	1.63
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	9.9	4.4	20.0	15.6	2.60
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	17.1	10.8	26.1	15.3	2.70
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	19.1	15.8	25.0	9.2	1.53
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	16.8	12.4	22.4	10.0	1.55
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	15.6	10.7	21.9	11.2	1.93
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	679336	9.4	-9.2	28.9	38.1	6.24

Anlage 4: Monatliche Werte der relativen Luftfeuchte

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
humidity, rel. 99,3m (s0RF0993AVE) in [%] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	3100	76.7	44.7	96.2	51.5	13.47
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	4320	76.7	44.1	97.6	53.5	12.30
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	4401	72.1	38.9	97.6	58.7	13.02
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3198	76.4	45.1	96.8	51.7	11.01
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	85.3	53.5	96.7	43.3	9.60
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	81.8	49.8	96.1	46.3	9.43
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	76.6	15.6	96.1	80.5	14.28
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	3417	74.6	39.7	96.1	56.4	13.89
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	2253	69.9	23.7	99.5	75.9	17.65
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	65.1	19.9	99.6	79.7	16.32
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	70.3	32.9	99.6	66.7	14.10
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	77.6	37.5	99.6	62.1	12.41
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	80.2	30.0	99.6	69.7	12.41
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	3840	79.0	47.2	99.6	52.4	11.60
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	4464	81.6	50.9	99.6	48.7	10.04
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	4320	81.1	44.5	99.6	55.1	13.08
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	4464	86.3	37.6	99.5	62.0	10.76
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	4460	82.1	39.3	99.5	60.2	14.61
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	4032	84.9	52.6	99.2	46.5	10.78
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	4464	80.7	36.4	99.5	63.1	14.80
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	63.8	18.8	99.5	80.7	20.32
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4296	70.7	10.0	99.6	89.6	14.96
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	74.7	33.3	99.2	65.9	15.11
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	73.1	38.1	98.5	60.4	13.14
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	71.8	37.4	96.9	59.5	13.63
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4274	75.7	39.7	98.4	58.7	12.63
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4447	73.8	41.7	99.6	57.9	13.09
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	85.5	50.6	97.6	47.1	8.45
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	85.0	59.8	98.2	38.4	9.54
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	83.1	45.2	97.6	52.4	12.35
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	85.7	44.4	97.6	53.2	10.11
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4440	78.6	35.9	97.4	61.6	15.95
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	70.0	34.1	97.6	63.5	17.12
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	79.4	38.2	98.4	60.2	14.58
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	69.4	27.7	97.5	69.8	15.56
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4158	65.4	26.1	95.7	69.6	15.16
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	75.8	35.4	96.9	61.5	13.38
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	74.2	38.1	96.8	58.7	14.16
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	74.5	41.8	97.5	55.7	13.87
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4175	81.7	41.0	97.4	56.4	12.33
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	80.2	40.9	97.6	56.7	12.48
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	84.8	31.0	96.7	65.7	13.61
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	74.2	43.3	96.7	53.4	13.49
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	77.1	23.4	98.4	75.0	17.16
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	62.6	24.5	97.5	73.0	20.60
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	1974	63.4	31.0	95.8	64.8	17.05
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	3812	70.8	36.3	96.8	60.6	13.47
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4464	77.3	28.8	98.4	69.6	13.76
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	76.1	33.3	97.0	63.7	13.83
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	72.1	31.0	96.8	65.8	12.87
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	76.6	43.8	98.2	54.5	12.25
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	82.7	46.0	96.7	50.8	12.59
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	83.1	49.6	97.5	47.9	9.24
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	76.7	42.3	97.6	55.3	13.97

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	76.6	33.9	97.6	63.7	16.10
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4071	74.3	28.5	98.3	69.8	16.30
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	67.3	15.0	99.1	84.1	17.14
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	60.8	10.0	98.4	88.4	16.79
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2607	70.3	38.2	97.6	59.4	12.99
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	70.3	23.4	96.9	73.5	17.74
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	71.8	29.0	96.2	67.2	12.96
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	72.5	34.9	97.6	62.7	12.02
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	73.7	30.3	97.6	67.3	14.12
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4250	85.8	51.4	97.7	46.3	9.48
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	80.5	41.8	97.6	55.8	13.74
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	74.9	43.0	97.6	54.6	14.56
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	84.3	44.1	97.6	53.5	10.28
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	68.4	22.9	98.2	75.3	17.36
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3056	67.3	23.8	98.3	74.5	17.69
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	70.6	17.4	97.7	80.3	19.83
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	70.7	23.0	96.9	73.9	15.67
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4237	70.3	24.7	96.9	72.3	15.80
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4453	70.8	35.7	97.0	61.3	12.02
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	71.3	35.4	96.2	60.8	12.83
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	77.9	45.8	96.8	51.0	13.01
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	83.2	32.0	96.9	64.9	13.17
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	80.8	37.7	97.2	59.5	15.31
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	85.2	42.2	96.9	54.7	10.20
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3614	80.8	43.6	100.0	56.4	12.49
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	74.4	22.3	97.5	75.3	21.82
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	70.1	14.9	97.6	82.7	19.78
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	70.7	29.3	97.7	68.4	16.08
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	68.5	26.8	96.9	70.1	17.00
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2922	70.8	29.4	96.9	67.5	14.46
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	68.5	41.9	97.7	55.9	11.77
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	77.4	37.3	97.6	60.3	12.76
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	82.2	48.3	97.7	49.4	11.12
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	83.8	45.1	97.6	52.5	11.17
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	81.9	30.1	98.3	68.2	12.72
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	80.7	40.5	98.3	57.8	11.88
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	79.2	29.2	98.3	69.1	14.30
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3470	75.4	25.4	97.6	72.2	16.82
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	61.7	13.6	95.1	81.5	19.40
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	63.0	22.5	94.8	72.3	15.71
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	64.0	17.1	93.8	76.7	16.80
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	60.6	18.4	94.9	76.5	16.29
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	65.1	15.6	92.0	76.4	16.58
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	67.6	30.2	92.9	62.7	13.53
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	70.8	25.3	93.0	67.7	15.90
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	76.5	16.8	93.7	76.9	14.28
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	77.0	35.2	94.6	59.4	12.74
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	74.1	29.4	94.1	64.7	17.24
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	74.2	25.2	93.8	68.6	13.24
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	77.2	32.8	93.9	61.1	14.44
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	58.4	16.3	93.0	76.7	20.58
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	58.1	2.1	93.7	91.6	21.47
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	60.8	15.9	93.5	77.6	17.08
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	64.2	16.5	92.8	76.3	14.71
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	64.9	19.5	93.6	74.1	16.02
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4320	63.6	18.6	94.6	76.0	13.57
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	73.6	33.6	94.6	61.0	13.73
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	66.5	22.2	94.7	72.5	17.24
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	75.6	27.4	94.6	67.2	16.49
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	75.5	17.4	94.9	77.5	17.29

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	72.1	0.0	94.8	94.8	20.83
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	66.4	9.4	94.0	84.5	20.23
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	62.0	14.8	94.7	79.9	16.12
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	57.9	15.9	94.6	78.8	18.37
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	65.1	15.1	93.7	78.6	17.63
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	67.5	25.7	92.9	67.2	15.39
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	63.4	23.0	92.7	69.7	15.06
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	74.2	39.4	93.8	54.4	12.85
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	73.4	19.9	94.7	74.8	16.35
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	73.3	37.0	93.8	56.8	12.92
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	77.1	41.8	94.8	52.9	11.61
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	76.3	21.8	94.8	72.9	13.87
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	65.8	22.6	94.8	72.2	14.19
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	71.9	25.9	95.2	69.4	19.09
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	63.8	17.2	94.9	77.7	21.43
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	51.2	9.8	93.9	84.1	22.73
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	58.3	5.7	93.6	87.9	17.17
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	57.8	11.4	92.9	81.5	18.50
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	57.9	17.5	94.5	77.1	15.68
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	60.4	11.7	94.4	82.7	17.21
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	61.3	25.7	95.2	69.5	17.42
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4320	75.1	27.1	93.9	66.7	14.30
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	80.5	40.1	94.9	54.8	13.00
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	74.0	15.5	95.1	79.6	19.04
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	70.1	14.6	95.0	80.4	21.72
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	73.0	18.8	94.7	75.9	18.10
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	55.2	0.4	94.8	94.5	22.15
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	64.0	19.0	93.9	74.9	21.25
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	54.8	6.2	95.0	88.8	20.25
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	59.1	11.6	95.1	83.4	16.32
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	59.1	24.4	92.8	68.4	14.01
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	65.3	28.2	93.8	65.5	17.92
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	69.5	19.2	94.6	75.4	16.65
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	79.4	37.7	94.7	56.9	13.17
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	76.6	31.8	94.9	63.1	15.56
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	83.5	39.8	94.9	55.2	11.97
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	73.9	36.3	95.2	58.9	11.62
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	70.6	10.9	95.2	84.3	20.07
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	61.9	11.2	95.2	84.0	21.85
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	69.4	13.7	94.7	81.0	17.67
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	71.2	16.0	95.1	79.1	18.76
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	69.3	19.9	93.6	73.7	14.79
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	68.4	14.3	93.7	79.4	19.52
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	69.2	23.9	95.1	71.1	16.79
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	79.5	25.9	94.6	68.7	12.52
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	84.9	33.6	94.7	61.1	10.00
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	87.1	45.3	95.2	49.9	7.85
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	85.3	50.2	95.2	45.1	9.32
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	73.4	27.1	95.4	68.3	17.48
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4462	72.5	2.9	95.4	92.5	21.44
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	58.3	8.0	95.3	87.4	21.13
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	68.4	11.8	95.3	83.4	20.00
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	59.2	9.7	93.8	84.1	19.22
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	74.0	30.6	93.7	63.1	15.12
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	72.2	27.8	95.1	67.3	13.37
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	72.1	16.9	95.1	78.2	17.61
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	702784	72.5	0.0	100.0	100.0	17.31

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
humidity, rel. 50,3m (s0RF0503AVE) in [%] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	1517	81.1	58.1	99.9	41.8	9.86
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3198	78.1	46.7	99.9	53.2	11.03
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	87.3	54.9	99.4	44.5	9.55
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	86.1	56.5	99.4	42.9	8.89
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	82.5	39.2	99.3	60.1	12.78
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	4459	77.9	41.6	99.3	57.7	13.39
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4137	82.2	45.7	99.3	53.6	12.43
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	69.2	25.0	98.3	73.3	15.03
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	73.7	34.2	97.1	62.9	12.11
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	78.8	46.5	97.1	50.6	10.27
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	80.3	44.1	97.1	53.0	10.48
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	2118	78.0	49.7	97.0	47.2	10.08
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	0	-	-	-	-	-
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4240	72.4	24.7	96.9	72.2	17.99
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4295	77.6	10.0	96.1	86.1	11.78
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	77.1	35.9	96.2	60.3	13.46
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	75.4	35.8	95.9	60.1	11.66
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	74.0	39.4	94.6	55.2	11.60
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4280	75.9	43.0	94.7	51.7	11.01
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4447	73.9	42.9	96.2	53.3	12.54
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	86.9	65.0	97.0	32.0	6.54
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	84.7	61.2	96.2	35.0	8.47
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	83.1	47.2	96.1	48.9	11.17
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	87.5	58.8	96.9	38.1	7.75
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4441	79.6	39.5	96.2	56.8	14.17
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4319	73.9	27.1	97.0	69.9	14.99
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	81.4	37.8	96.5	58.6	12.83
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	74.1	28.1	95.5	67.4	13.96
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4159	69.4	38.0	94.7	56.6	12.65
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	76.8	40.6	95.4	54.9	12.48
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	73.7	38.9	95.4	56.5	13.93
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	73.3	40.7	96.1	55.4	13.58
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	80.9	41.4	96.9	55.5	11.87
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	80.2	42.7	96.9	54.2	11.61
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	85.1	34.4	96.1	61.7	11.95
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	72.7	28.9	96.1	67.2	13.74
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	78.9	34.6	96.2	61.6	13.82
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	68.1	23.1	97.0	73.8	19.33
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	4464	71.1	29.7	95.4	65.7	14.12
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	73.0	40.2	95.4	55.3	12.33
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4464	79.8	34.0	96.3	62.3	11.23
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	78.5	31.8	95.6	63.7	11.82
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	74.2	22.4	95.4	73.1	11.48
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	77.8	46.5	95.5	49.0	12.11
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	82.8	52.7	95.5	42.8	11.19
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	83.8	51.5	96.1	44.6	8.48
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	78.8	44.7	95.9	51.1	13.07

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	78.4	44.7	96.1	51.4	14.65
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4071	76.7	36.6	96.3	59.6	14.27
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	71.1	13.7	96.4	82.7	14.78
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	66.8	10.0	95.6	85.5	15.80
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2607	73.5	31.4	95.5	64.1	11.04
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	72.7	33.9	96.2	62.3	14.01
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	72.8	36.7	95.0	58.3	11.09
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	72.9	40.5	96.3	55.7	11.34
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	74.3	31.5	96.2	64.8	12.98
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4250	84.7	56.9	96.2	39.3	8.65
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	79.6	44.4	96.9	52.4	13.24
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	79.5	49.2	97.0	47.8	12.72
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	85.4	46.3	96.9	50.6	9.71
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	71.3	31.0	97.7	66.6	14.92
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3056	71.9	22.0	96.9	74.9	15.02
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4442	74.8	18.6	96.3	77.7	16.63
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	71.6	28.8	95.4	66.6	11.84
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	72.1	30.6	94.7	64.2	12.55
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4458	69.4	40.6	95.5	54.9	10.77
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	69.1	36.3	96.2	59.9	11.61
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	76.0	45.5	95.5	50.0	12.22
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	79.4	33.4	96.3	62.9	12.67
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	81.0	38.2	96.3	58.1	13.96
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3739	82.3	41.7	96.9	55.2	10.35
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3614	82.6	49.4	96.9	47.5	10.25
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	75.2	29.8	96.9	67.1	17.37
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	74.3	10.3	96.3	86.0	15.88
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	73.8	33.8	96.2	62.4	13.06
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	71.0	28.0	96.2	68.2	14.25
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2922	76.1	32.9	95.5	62.6	10.84
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	68.3	44.6	95.4	50.7	10.98
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	77.4	38.8	95.5	56.8	11.54
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	81.2	48.9	96.2	47.4	10.30
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	81.8	47.7	96.3	48.6	10.13
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	82.1	35.2	96.9	61.7	10.93
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	83.5	44.9	96.2	51.3	9.89
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	83.1	34.5	96.2	61.7	11.03
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3466	81.7	34.4	95.5	61.0	11.53
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	70.1	22.5	93.4	70.9	16.52
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	70.9	29.6	92.6	63.0	13.10
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	69.9	20.0	92.6	72.6	13.99
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	67.7	26.3	93.5	67.2	12.93
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	72.0	31.9	91.5	59.6	12.42
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	69.9	34.2	92.4	58.2	12.41
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	72.7	29.8	92.5	62.7	14.26
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	76.9	22.3	92.7	70.3	13.08
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	78.4	44.3	93.5	49.2	10.88
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	79.3	39.4	95.2	55.8	13.41
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	83.1	44.5	95.2	50.7	8.25
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	81.8	36.9	95.4	58.5	11.29
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	66.0	23.4	93.4	70.0	17.99
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	68.0	3.6	92.6	88.9	18.59
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	72.1	24.0	94.2	70.1	14.39
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	72.2	24.6	91.6	67.1	12.37
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	71.4	24.2	91.5	67.4	14.01
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4320	69.4	24.6	92.4	67.8	12.70
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	75.8	37.9	91.7	53.8	11.40
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	73.1	32.3	92.9	60.5	14.39
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	78.7	37.7	93.6	55.8	13.72
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	77.7	23.4	95.2	71.9	14.59

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	73.2	0.0	93.6	93.6	17.63
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	73.4	21.1	93.5	72.3	16.45
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	66.6	31.6	91.8	60.2	14.43
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	63.7	19.0	91.6	72.6	16.35
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	69.1	19.1	90.8	71.7	14.95
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	72.5	31.0	92.4	61.3	12.52
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	67.5	27.2	90.6	63.4	12.72
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	75.9	44.4	91.7	47.3	10.87
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	77.3	27.0	92.6	65.6	13.77
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	77.3	44.7	92.5	47.7	10.20
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	79.6	49.2	92.7	43.5	8.85
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	79.6	32.8	94.5	61.7	11.36
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	67.2	28.9	92.6	63.7	12.41
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	75.1	34.9	93.5	58.6	15.40
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	69.5	23.5	94.3	70.8	18.76
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	59.5	15.3	91.7	76.4	20.34
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	60.7	14.4	90.6	76.2	15.05
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	60.3	17.7	90.5	72.8	15.31
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	58.1	21.5	90.8	69.3	13.56
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	60.1	15.2	90.7	75.5	14.69
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	63.4	31.4	92.5	61.1	14.49
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4320	75.4	33.8	91.6	57.8	12.19
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	80.5	46.1	92.7	46.6	10.91
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	75.5	24.1	92.7	68.7	15.76
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	73.9	23.1	92.7	69.6	16.96
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	73.6	24.7	92.5	67.8	14.23
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	57.4	4.0	91.6	87.6	17.71
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	65.3	26.3	92.5	66.1	18.68
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	60.2	12.1	91.7	79.5	16.82
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	61.9	19.9	90.5	70.6	13.89
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	61.5	35.3	89.8	54.5	11.24
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	65.5	34.0	90.8	56.8	15.54
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	69.8	27.5	91.7	64.2	14.48
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	77.4	43.5	90.9	47.4	10.86
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	75.5	38.9	92.7	53.8	12.84
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	82.9	47.9	92.7	44.8	9.24
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	76.1	48.7	92.6	43.9	9.00
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	66.9	13.8	92.6	78.8	18.24
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	63.1	18.0	92.6	74.6	17.64
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	70.0	18.8	92.5	73.6	15.04
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	72.5	21.8	92.5	70.7	15.55
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	65.2	27.7	90.7	63.0	12.35
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	66.2	21.6	91.5	69.9	15.16
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	64.9	25.5	92.4	66.8	14.55
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	72.9	29.9	91.7	61.8	12.09
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	78.9	35.5	92.5	57.0	10.76
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	81.1	47.1	93.4	46.3	8.45
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	79.5	52.4	93.3	41.0	9.62
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	72.6	33.6	93.6	60.0	14.30
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4462	72.4	0.4	94.5	94.1	18.43
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	61.6	24.6	93.6	69.0	16.30
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	71.0	24.7	92.6	67.9	15.08
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	63.4	15.3	91.8	76.5	14.66
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	72.1	35.9	91.6	55.8	14.11
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	67.8	30.5	91.6	61.2	10.93
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	69.8	20.8	93.2	72.4	14.43
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	670476	74.1	0.0	99.9	99.9	14.86

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
humidity, rel. 30,3m (s0RF0303AVE) in [%] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	1566	78.6	56.4	100.0	43.6	10.24
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3197	76.1	46.0	98.9	53.0	11.00
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	85.1	52.8	98.1	45.3	9.66
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	84.7	55.6	98.8	43.3	8.70
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	82.4	38.9	97.5	58.6	12.28
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	4464	78.1	40.8	98.1	57.3	13.45
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4144	84.0	49.6	97.4	47.8	10.42
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	71.4	29.4	97.3	67.9	13.91
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	75.4	39.4	96.6	57.2	11.29
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	79.8	46.1	95.9	49.8	9.71
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	81.0	46.5	96.6	50.1	9.77
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	2118	78.3	50.4	95.2	44.7	9.99
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	0	-	-	-	-	-
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	75.8	26.3	95.7	69.4	15.24
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4296	77.8	10.0	95.1	85.1	10.59
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	78.7	38.9	95.1	56.3	12.11
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	79.2	40.5	95.4	54.9	9.62
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	76.8	41.0	94.3	53.3	10.59
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4249	78.1	46.5	95.0	48.6	10.06
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4447	75.5	45.2	95.8	50.5	11.60
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	87.5	67.2	96.6	29.4	5.35
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	85.4	63.6	95.8	32.2	7.36
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4449	83.7	49.1	95.7	46.6	9.86
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4031	87.9	62.8	95.7	32.9	6.13
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4435	85.4	44.9	95.1	50.2	10.26
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	81.5	41.7	95.7	54.0	10.26
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4463	86.3	49.8	95.0	45.2	8.08
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	79.1	33.4	94.4	61.0	11.23
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4159	72.6	40.9	94.3	53.5	11.62
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	78.7	50.2	95.1	44.9	11.09
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4316	76.0	42.7	95.1	52.4	13.20
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	75.3	42.8	95.6	52.8	13.17
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	81.7	42.6	95.7	53.1	11.17
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4463	80.9	44.9	95.8	50.9	11.01
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	85.5	35.4	95.7	60.3	11.39
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	72.8	42.5	95.7	53.2	13.91
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	81.4	42.5	95.9	53.4	11.66
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	74.1	24.0	96.5	72.5	16.84
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	4464	75.5	32.2	95.1	62.9	12.00
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	75.9	43.1	95.7	52.6	11.57
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4463	81.8	36.3	95.9	59.6	10.23
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	80.9	33.9	95.2	61.3	10.81
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	77.4	19.8	95.1	75.2	11.00
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	79.1	46.5	94.6	48.2	11.68
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	82.8	53.8	95.0	41.2	10.71
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	83.6	52.6	95.7	43.0	7.96
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	75.4	42.4	95.7	53.3	13.38

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	76.4	43.6	95.7	52.2	15.48
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4071	78.2	41.1	96.5	55.5	13.41
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	73.4	33.7	97.3	63.6	13.78
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	69.8	14.0	95.9	81.9	14.22
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2607	75.0	41.7	95.8	54.2	9.88
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	73.8	39.3	96.7	57.4	11.98
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	73.1	38.5	95.1	56.6	10.24
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	73.1	47.3	95.8	48.5	11.00
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	73.9	31.9	96.5	64.7	13.11
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4250	83.4	55.8	96.7	40.9	8.92
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	78.1	43.1	96.5	53.4	13.64
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	75.4	45.1	96.5	51.4	14.03
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	83.9	45.3	96.5	51.3	9.99
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2961	72.0	42.9	96.8	53.9	13.46
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3056	77.4	30.3	96.5	66.2	12.24
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	80.2	24.3	95.8	71.5	13.16
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	76.2	31.5	95.9	64.4	11.15
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	76.3	39.5	95.2	55.7	11.49
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4458	72.7	42.3	95.9	53.6	11.06
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	70.8	36.6	95.9	59.3	11.91
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	78.8	46.3	95.9	49.6	12.43
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	80.9	34.9	95.9	61.1	12.49
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	85.2	40.1	96.6	56.6	12.27
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	86.6	46.8	95.9	49.1	9.28
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3614	89.3	65.6	96.7	31.0	6.18
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	84.4	36.9	96.7	59.8	13.05
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	83.3	26.4	96.7	70.3	13.23
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	83.1	46.4	96.6	50.2	11.35
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	79.0	36.5	96.6	60.1	12.94
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2922	84.4	47.0	95.9	48.9	9.03
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	74.5	48.6	96.9	48.3	11.35
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	83.5	40.8	96.3	55.5	10.85
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	87.1	54.4	96.7	42.4	8.86
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	86.5	50.0	96.7	46.7	9.37
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	86.8	37.0	97.3	60.3	10.15
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	87.4	48.9	98.1	49.2	8.38
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	86.8	36.7	98.2	61.6	10.40
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3470	86.8	50.4	97.4	47.0	9.14
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	76.9	22.9	94.9	72.0	14.58
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	77.9	30.2	94.8	64.7	11.62
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	76.0	26.1	94.1	67.9	13.03
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	75.3	31.5	94.8	63.3	11.62
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	78.5	35.6	93.1	57.5	10.92
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	74.4	35.2	94.8	59.6	12.76
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	76.3	30.2	94.1	63.9	14.52
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	80.2	19.9	95.8	75.8	13.21
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	81.7	42.2	95.0	52.8	11.14
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	79.1	36.8	95.9	59.1	14.90
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	79.4	29.6	96.7	67.2	11.77
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	84.2	40.2	96.6	56.4	10.95
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	72.8	29.3	95.0	65.7	17.25
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	72.5	10.6	94.8	84.2	16.85
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	69.2	25.3	96.1	70.8	16.12
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	70.1	26.9	94.0	67.1	13.20
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	70.6	24.5	93.9	69.3	14.95
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4320	68.7	25.1	96.4	71.4	13.70
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	75.0	36.2	94.8	58.6	12.91
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	72.3	29.3	95.8	66.5	16.11
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	81.5	34.3	96.7	62.4	14.39
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	78.6	20.5	96.8	76.2	15.68

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	74.8	10.4	96.6	86.2	17.57
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	75.9	20.8	95.9	75.1	16.48
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	69.0	28.2	95.0	66.8	15.69
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	67.2	18.3	94.9	76.6	16.12
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	71.7	25.0	94.9	69.9	15.66
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	74.6	32.2	94.8	62.6	13.24
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	68.2	25.8	93.1	67.4	13.75
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	76.6	41.6	94.9	53.3	12.35
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	78.2	25.2	96.5	71.3	15.56
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	76.9	40.7	95.0	54.2	12.15
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	82.0	46.4	96.6	50.2	10.52
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	84.0	32.2	96.8	64.6	11.60
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	74.5	28.7	96.0	67.3	13.77
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	75.4	28.9	97.3	68.4	18.60
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	71.8	24.4	97.3	72.9	18.76
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	63.2	15.4	95.8	80.4	20.11
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	61.8	22.0	94.7	72.7	15.10
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	62.6	19.8	94.8	75.0	15.08
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	59.0	26.3	94.9	68.6	13.88
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	61.1	18.3	95.9	77.6	14.78
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	65.8	31.0	97.2	66.2	15.05
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4320	76.4	31.5	95.7	64.2	14.26
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	81.6	42.5	96.6	54.0	13.38
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	77.9	24.6	96.8	72.1	17.24
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	80.5	28.9	97.2	68.3	16.30
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	79.3	27.8	97.3	69.5	14.82
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	62.7	7.8	96.7	88.9	18.10
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	68.5	24.6	97.1	72.5	19.62
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	63.7	15.9	97.2	81.2	17.01
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	64.3	15.3	95.1	79.8	13.76
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	63.4	35.8	95.6	59.8	11.54
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	67.2	34.0	97.2	63.2	16.64
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	71.4	26.4	97.2	70.8	16.16
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	79.6	43.5	97.1	53.6	12.32
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	78.9	38.7	97.3	58.6	14.31
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	90.5	50.2	97.3	47.1	9.09
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	83.7	51.8	97.3	45.4	9.42
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	75.9	16.2	97.3	81.2	20.45
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	70.8	25.7	97.3	71.6	17.40
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	78.7	24.7	97.3	72.5	15.42
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	79.6	30.3	97.2	66.9	14.86
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	71.2	37.5	97.2	59.7	13.20
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	73.8	26.8	97.2	70.4	15.27
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	72.7	30.4	97.2	66.8	15.54
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	80.0	33.6	97.2	63.7	13.14
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	86.6	38.4	97.3	58.9	11.22
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	88.9	51.9	97.3	45.4	8.53
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	87.6	57.3	97.4	40.1	9.85
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	79.2	37.0	97.4	60.4	15.10
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4464	73.3	4.1	97.4	93.3	19.90
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	62.8	25.6	97.3	71.8	16.38
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	74.2	29.4	97.2	67.8	15.10
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	68.6	20.2	97.2	77.0	13.67
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	77.0	39.3	97.2	57.8	15.14
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	72.6	31.5	97.2	65.7	12.22
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	77.7	24.0	97.2	73.2	15.79
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	670506	77.1	4.1	100.0	95.9	14.63

Anlage 5: Monatliche Werte des Luftdruckes

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
air pressure 90,8m (s0PA0908AVE) in [hPa] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	3089	1001	987	1011	24	4.93
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	4320	1003	988	1014	27	6.12
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	4401	1012	996	1024	28	6.68
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3198	999	977	1018	41	9.85
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	1011	965	1032	67	17.38
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	1001	979	1019	40	9.45
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	1006	973	1035	62	14.68
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	4464	988	961	1010	49	10.92
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	4134	1001	987	1017	31	7.93
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	1008	993	1019	26	5.99
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	1003	995	1011	16	4.25
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	1003	991	1015	23	6.70
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	998	981	1012	31	6.34
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	3840	1008	979	1026	46	9.56
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	4464	1000	972	1021	48	10.75
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	4320	998	977	1016	40	10.93
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	4464	1005	976	1035	58	14.34
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	4451	1003	963	1019	56	13.12
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	4032	1000	976	1018	42	11.24
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	4464	999	978	1024	46	11.39
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	1006	990	1019	29	6.58
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	3607	1007	987	1022	35	6.92
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	1003	988	1017	28	6.70
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	1000	989	1011	23	5.87
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	1005	995	1015	20	5.22
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4276	1007	984	1020	36	7.70
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4447	1004	979	1023	44	8.68
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	994	978	1015	38	7.41
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	990	972	1010	37	8.23
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	1006	967	1031	64	14.49
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	994	969	1015	46	10.78
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4434	1001	969	1019	51	10.21
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	1007	988	1019	31	6.99
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	1001	987	1014	27	6.15
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	1003	986	1014	28	6.64
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4159	1004	991	1015	24	4.92
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	1000	983	1010	26	5.49
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	1002	984	1016	32	7.83
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	1001	982	1016	34	8.10
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	994	966	1014	49	11.07
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4461	999	979	1017	38	9.66
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	1004	984	1020	36	9.01
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	1006	986	1023	37	8.84
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	1009	985	1030	45	10.85
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4319	1007	991	1014	23	5.10
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	2555	1008	997	1020	23	6.26
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	1003	989	1022	33	7.99
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4463	998	983	1008	25	6.16
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	1001	986	1011	25	5.88
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	1002	985	1020	35	8.17
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	1005	983	1025	42	9.96
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	1012	984	1026	42	8.12
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	992	962	1019	57	11.52
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	1002	956	1029	73	15.42

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	1011	974	1034	60	14.33
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4076	1011	983	1022	39	8.41
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	995	983	1011	28	7.28
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	1003	989	1017	28	5.98
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2606	1001	988	1011	23	5.11
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	1002	988	1016	28	6.60
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	1005	995	1014	19	4.49
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	1001	987	1013	26	6.21
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	1000	983	1018	35	7.27
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4250	999	975	1020	45	10.13
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	998	975	1017	42	9.66
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	1000	979	1016	37	8.21
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	864	985	977	996	19	5.39
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	0	-	-	-	-	-
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	2072	1006	995	1021	26	6.24
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	1000	988	1018	30	7.03
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	1005	996	1015	19	4.26
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	1008	996	1022	26	5.63
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4457	1007	999	1016	17	4.33
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	1004	985	1016	31	6.67
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	1004	972	1021	48	9.88
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	1001	968	1022	54	11.88
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	1003	969	1024	56	12.67
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	1000	978	1018	40	7.25
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3614	995	976	1010	34	8.56
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	1004	983	1026	44	11.41
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	1005	990	1020	30	5.58
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	1004	985	1024	39	7.79
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	2157	1008	998	1013	16	3.67
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	0	-	-	-	-	-
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	3687	999	985	1007	22	4.64
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	1008	994	1018	23	5.49
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	1005	986	1019	33	8.07
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	1004	984	1018	34	7.43
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	1001	973	1020	48	10.38
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	2534	995	963	1017	54	16.78
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	583	985	969	1007	39	10.85
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	814	987	965	1007	42	12.35
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	1005	982	1022	40	8.19
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	1002	988	1016	28	5.68
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	1006	992	1020	28	7.28
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	1001	986	1018	32	7.62
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	1007	994	1017	23	5.22
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	1005	984	1031	46	11.22
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	1010	996	1024	28	5.53
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	999	976	1019	42	10.21
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	1008	991	1024	33	7.51
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	1000	979	1020	41	11.03
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	996	964	1027	63	12.50
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	1003	981	1028	47	12.08
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	1001	989	1013	24	6.55
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	1003	990	1019	29	6.43
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	1003	989	1015	27	6.37
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	1004	990	1011	20	4.56
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	1006	994	1017	22	4.79
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4320	1008	993	1017	24	4.89
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	1011	997	1028	32	6.07
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	1002	980	1022	42	10.10
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	1012	990	1029	39	8.82
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	1008	976	1030	55	13.63

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	1005	968	1029	61	15.63
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	1003	976	1021	44	10.83
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	1005	989	1026	37	8.25
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	1007	995	1020	25	6.25
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	1000	982	1012	31	6.73
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	1002	989	1011	21	4.83
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	1004	993	1015	22	4.48
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	1003	973	1019	46	11.19
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	1001	966	1013	48	7.50
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	998	984	1017	33	8.39
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	995	967	1020	53	13.84
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	999	967	1025	58	14.97
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	1009	981	1024	43	10.60
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	997	980	1018	39	8.68
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	1002	987	1022	35	7.83
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	1009	991	1019	28	5.78
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	1005	995	1018	23	4.89
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	1005	998	1013	15	2.70
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	1004	994	1013	19	4.69
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	1007	987	1024	37	6.13
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	1004	980	1017	37	8.67
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4320	1010	998	1030	33	8.02
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	1003	972	1020	48	11.68
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	997	968	1023	55	12.29
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	1007	974	1034	60	13.43
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	998	968	1023	54	14.77
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	1009	990	1026	36	9.65
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	1002	986	1026	40	9.22
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	1006	995	1016	21	5.37
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	1002	991	1009	18	3.51
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	1004	993	1018	24	6.87
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	1003	976	1021	46	7.94
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	1001	986	1020	34	7.97
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	995	973	1012	39	9.04
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	997	971	1032	61	14.48
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	1005	976	1031	55	11.88
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	993	963	1019	56	12.28
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	1006	979	1031	52	14.50
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	1007	987	1022	36	9.22
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	1007	987	1025	38	8.10
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	1002	979	1017	39	8.21
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	1003	991	1014	23	5.36
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	1003	986	1014	29	6.16
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	1005	983	1020	37	8.26
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	999	981	1011	31	6.90
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	1009	991	1020	29	7.40
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	997	972	1013	41	9.44
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	997	969	1015	46	10.38
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	1009	988	1029	41	10.97
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4464	1006	972	1024	52	11.08
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	1005	980	1019	39	8.70
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	998	977	1018	41	8.20
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	1007	995	1015	20	4.67
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	1003	987	1012	25	4.97
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	1002	988	1019	31	6.71
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	1007	987	1016	29	5.81
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	686645	1003	956	1035	79	10.06

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
air pressure 30,8m (s0PA0308AVE) in [hPa] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	1566	1021	1004	1030	26	7.41
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3198	1006	983	1025	42	9.93
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	1018	972	1040	68	17.49
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	1008	987	1026	40	9.44
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	1014	979	1043	63	14.76
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	3419	994	968	1018	50	11.01
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	2192	1012	1001	1025	24	6.96
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	1016	1001	1027	26	6.03
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	1011	1002	1018	16	4.30
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	1010	999	1022	24	6.76
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	1006	988	1020	32	6.39
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	3840	1016	987	1034	46	9.64
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	4464	1008	979	1028	49	10.88
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	4320	1006	985	1024	40	10.95
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	4464	1013	984	1043	59	14.45
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	4460	1011	971	1027	56	13.12
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	4032	1008	984	1026	42	11.33
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	4464	1007	986	1032	46	11.44
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	1014	999	1027	28	6.60
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4296	1015	994	1030	36	6.45
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	1011	997	1024	28	6.71
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	1008	996	1019	23	5.91
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	1013	1003	1023	20	5.28
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4276	1014	991	1028	37	7.79
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4447	1012	985	1031	45	8.81
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	1002	986	1024	38	7.45
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	998	980	1018	38	8.29
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4450	1014	975	1039	65	14.64
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4032	1002	977	1023	46	10.79
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4434	1010	977	1028	51	10.24
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	1015	996	1027	31	7.06
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4464	1009	995	1022	27	6.15
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	1011	994	1022	28	6.64
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4158	1011	998	1022	24	4.99
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	1007	990	1017	27	5.55
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4317	1010	991	1024	33	7.97
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	1009	990	1024	34	8.19
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4175	1002	973	1022	50	11.20
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4464	1007	987	1026	39	9.72
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	1012	992	1028	36	9.03
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	1015	993	1031	38	8.95
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	1017	993	1039	46	10.94
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	1015	1000	1022	22	5.05
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	1974	1018	1006	1028	22	5.41
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	3812	1009	996	1021	25	6.40
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4464	1006	991	1016	25	6.18
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	1009	994	1019	25	5.96
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	1010	993	1028	35	8.28
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	1013	991	1033	42	10.10
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	1020	991	1034	43	8.29
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	1000	970	1028	58	11.64
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	1010	963	1037	74	15.62

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	1020	982	1043	60	14.43
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4076	1019	991	1031	39	8.43
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3930	1003	991	1019	28	7.28
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	1011	996	1025	29	6.03
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2606	1009	996	1019	23	5.13
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	1010	995	1024	28	6.66
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	1013	1003	1022	19	4.55
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	1009	996	1021	25	6.21
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	1008	991	1027	36	7.30
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4250	1007	983	1028	45	10.21
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	1006	983	1025	43	9.74
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	1008	986	1024	38	8.30
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	1010	985	1032	46	14.10
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2958	1011	995	1029	34	7.56
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3053	1014	1002	1028	26	5.50
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4443	1007	995	1025	30	7.06
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	1012	1003	1022	19	4.32
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	1015	1004	1029	26	5.67
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4453	1014	1005	1023	18	4.37
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	1011	992	1023	31	6.75
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	1011	979	1028	49	9.97
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	1008	975	1029	54	11.99
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	1010	976	1032	56	12.61
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	1007	984	1026	42	7.35
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3613	1002	984	1018	34	8.56
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4348	1012	990	1034	43	11.46
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	1012	997	1028	30	5.62
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	1011	992	1031	39	7.83
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	1012	1001	1020	19	4.61
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2923	1011	1003	1020	17	4.96
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	1007	991	1014	23	4.69
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	1014	1001	1025	24	5.53
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	1012	993	1026	33	8.12
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	1011	991	1025	34	7.60
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	1009	979	1028	48	10.56
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	1004	970	1024	54	14.05
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	1011	976	1032	56	13.07
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3469	1014	972	1034	62	16.37
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	1013	989	1030	41	8.23
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	1010	996	1024	28	5.69
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	1013	999	1027	28	7.33
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	1008	993	1025	32	7.72
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	1014	1001	1024	23	5.25
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	1013	992	1038	46	11.28
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	1018	1002	1031	29	5.62
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	1006	983	1026	43	10.29
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	1016	998	1032	35	7.71
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	1007	987	1028	41	11.13
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	1003	971	1035	64	12.62
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	1011	989	1036	48	12.16
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	1009	996	1020	24	6.67
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	1011	997	1026	29	6.47
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	1010	996	1023	27	6.41
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	1011	998	1018	20	4.58
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	1013	1001	1024	23	4.86
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4320	1015	1000	1024	25	4.99
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	1019	1004	1036	32	6.11
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	1010	987	1029	42	10.13
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	1020	998	1037	39	8.89
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	1016	984	1038	55	13.74

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	1013	975	1037	62	15.78
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	1011	984	1029	45	10.94
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	1012	997	1033	37	8.31
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	1014	1003	1028	25	6.29
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	1008	989	1020	31	6.79
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	1009	997	1018	22	4.87
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	1011	999	1022	23	4.56
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	1010	980	1027	47	11.35
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	1008	973	1021	47	7.56
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	1006	991	1025	34	8.44
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	1003	974	1028	54	13.95
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	1007	975	1033	58	15.11
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	1016	988	1032	43	10.66
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	1005	987	1026	39	8.75
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	1009	994	1029	35	7.84
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	1016	998	1027	29	5.81
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	1012	1003	1025	23	4.93
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	1012	1005	1020	15	2.72
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	1011	1000	1020	20	4.71
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	4320	1014	994	1032	38	6.20
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	4464	1012	988	1024	36	8.71
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	4320	1018	1005	1038	33	8.09
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	4464	1010	979	1027	48	11.85
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	4464	1005	976	1030	55	12.36
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	4032	1014	981	1042	60	13.51
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	1006	975	1030	55	14.89
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	1016	998	1034	36	9.69
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	1009	993	1033	40	9.27
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	1013	1002	1023	21	5.34
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	1008	997	1016	18	3.55
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	1011	1000	1024	25	6.95
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	1010	982	1028	46	7.98
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	1008	993	1027	35	8.10
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	1002	980	1019	39	9.12
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	1004	978	1039	61	14.64
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	1012	983	1038	55	11.95
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	1000	969	1027	57	12.44
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	1013	985	1038	53	14.65
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	1014	993	1029	36	9.31
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	1014	994	1032	38	8.17
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	1009	985	1024	39	8.31
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	1009	997	1020	23	5.47
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	1010	992	1021	29	6.21
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	1011	989	1027	38	8.32
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	1006	988	1018	31	6.98
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4320	1016	998	1027	29	7.56
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	1005	980	1021	40	9.36
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	1005	977	1023	46	10.50
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	1017	996	1037	41	11.03
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4464	1013	979	1032	53	11.16
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	1012	987	1027	40	8.72
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	1005	983	1025	42	8.26
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	1013	1002	1022	20	4.72
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	1009	993	1019	26	5.09
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	1009	995	1026	31	6.81
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	1014	994	1023	30	5.88
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	692466	1010	963	1043	80	10.13

Anlage 5: Monatliche Werte der Globalstrahlung

General Statistics							
Site: FINO II (S0)							
global radiation 60,3m (s0GS0603AVE) in [W/m ²] / Average							
1-Minute-Values in 10-Minutes-Values							
Remark: WICO/SS0/13.154/55.007/0							
Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/08/2007 - 31/08/2007	4464	0	-	-	-	-	-
01/09/2007 - 30/09/2007	4320	0	-	-	-	-	-
01/10/2007 - 31/10/2007	4464	1517	43	0	457	457	87.3
01/11/2007 - 30/11/2007	4320	3197	36	0	386	386	76.7
01/12/2007 - 31/12/2007	4464	3456	10	0	238	238	28.1
01/01/2008 - 31/01/2008	4464	4464	16	0	291	291	35.9
01/02/2008 - 29/02/2008	4176	3888	50	0	489	489	97.4
01/03/2008 - 31/03/2008	4464	4464	107	0	775	775	172.7
01/04/2008 - 30/04/2008	4320	2584	206	0	840	840	268.4
01/05/2008 - 31/05/2008	4464	4464	273	0	944	944	312.5
01/06/2008 - 30/06/2008	4320	4320	267	0	962	962	315.5
01/07/2008 - 31/07/2008	4464	4464	260	0	926	926	299.4
01/08/2008 - 31/08/2008	4464	4194	175	0	913	913	235.7
01/09/2008 - 30/09/2008	4320	2118	144	0	766	766	201.6
01/10/2008 - 31/10/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2008 - 30/11/2008	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2008 - 31/12/2008	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2009 - 31/01/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2009 - 28/02/2009	4032	0	-	-	-	-	-
01/03/2009 - 31/03/2009	4464	0	-	-	-	-	-
01/04/2009 - 30/04/2009	4320	4243	222	0	836	836	270.1
01/05/2009 - 31/05/2009	4464	4296	231	0	944	944	284.6
01/06/2009 - 30/06/2009	4320	4320	260	0	967	967	308.5
01/07/2009 - 31/07/2009	4464	4455	243	0	959	959	290.8
01/08/2009 - 31/08/2009	4464	4464	214	0	877	877	267.2
01/09/2009 - 30/09/2009	4320	4213	141	0	725	725	201.6
01/10/2009 - 31/10/2009	4464	4447	64	0	617	617	124.6
01/11/2009 - 30/11/2009	4320	4176	20	0	320	320	46.8
01/12/2009 - 31/12/2009	4464	2384	15	0	283	283	36.6
01/01/2010 - 31/01/2010	4464	4449	18	0	333	333	45.1
01/02/2010 - 28/02/2010	4032	4031	31	0	462	462	62.1
01/03/2010 - 31/03/2010	4464	4441	102	0	689	689	170.4
01/04/2010 - 30/04/2010	4320	4320	188	0	838	838	251.1
01/05/2010 - 31/05/2010	4464	4463	180	0	938	938	253.1
01/06/2010 - 30/06/2010	4320	4320	275	0	985	985	316.7
01/07/2010 - 31/07/2010	4464	4159	259	0	924	924	296.3
31/07/2010 - 31/08/2010	4464	4464	167	0	874	874	229.1
31/08/2010 - 30/09/2010	4320	4316	131	0	803	803	200.3
30/09/2010 - 31/10/2010	4464	3393	72	0	606	606	126.6
31/10/2010 - 30/11/2010	4320	4176	20	0	357	357	46.7
30/11/2010 - 31/12/2010	4464	4463	14	0	235	235	32.9
31/12/2010 - 31/01/2011	4464	4464	25	0	341	341	57.0
31/01/2011 - 28/02/2011	4032	4032	43	0	523	523	86.4
28/02/2011 - 31/03/2011	4464	3967	102	0	695	695	173.0
31/03/2011 - 30/04/2011	4320	4320	200	0	848	848	262.3
30/04/2011 - 31/05/2011	4464	4464	256	0	975	975	301.1
31/05/2011 - 30/06/2011	4320	4314	275	0	996	996	315.1
30/06/2011 - 31/07/2011	4464	4463	172	0	944	944	250.7
31/07/2011 - 30/08/2011	4464	4176	172	0	923	923	234.0
31/08/2011 - 30/09/2011	4320	4276	139	0	765	765	199.2
30/09/2011 - 31/10/2011	4464	4464	41	0	568	568	106.0
31/10/2011 - 30/11/2011	4320	3096	28	0	332	332	60.4
30/11/2011 - 31/12/2011	4464	4464	17	0	285	285	37.0
01/01/2012 - 31/01/2012	4464	4464	26	0	345	345	59.6

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2012 - 29/02/2012	4176	4176	50	0	507	507	99.9
01/03/2012 - 31/03/2012	4464	4077	132	0	722	722	196.0
01/04/2012 - 30/04/2012	4320	3925	173	0	854	854	236.7
01/05/2012 - 31/05/2012	4464	3032	240	0	908	908	290.5
01/06/2012 - 30/06/2012	4320	2607	239	0	987	987	293.2
01/07/2012 - 31/07/2012	4464	4139	242	0	934	934	291.4
01/08/2012 - 31/08/2012	4464	4198	200	0	892	892	254.8
01/09/2012 - 30/09/2012	4320	4287	136	0	793	793	205.4
01/10/2012 - 31/10/2012	4464	4126	75	0	603	603	132.0
01/11/2012 - 30/11/2012	4320	4249	25	0	378	378	57.0
01/12/2012 - 31/12/2012	4464	4176	13	0	267	267	31.7
01/01/2013 - 31/01/2013	4464	3346	22	0	398	398	49.2
01/02/2013 - 28/02/2013	4032	2469	32	0	423	423	59.5
01/03/2013 - 31/03/2013	4464	2955	103	0	760	760	167.0
01/04/2013 - 30/04/2013	4320	3056	219	0	899	899	273.7
01/05/2013 - 31/05/2013	4464	4441	232	0	945	945	289.6
01/06/2013 - 30/06/2013	4320	4320	257	0	970	970	306.6
01/07/2013 - 31/07/2013	4464	4238	264	0	969	969	301.2
01/08/2013 - 31/08/2013	4464	4458	210	0	868	868	260.7
01/09/2013 - 30/09/2013	4320	3656	150	0	775	775	212.3
01/10/2013 - 31/10/2013	4464	3252	81	0	679	679	135.9
01/11/2013 - 30/11/2013	4320	4320	27	0	354	354	60.2
01/12/2013 - 31/12/2013	4464	4174	15	0	261	261	35.3
01/01/2014 - 31/01/2014	4464	3740	13	0	268	268	29.4
01/02/2014 - 28/02/2014	4032	3614	63	0	508	508	113.1
01/03/2014 - 31/03/2014	4464	4347	121	0	681	681	182.2
01/04/2014 - 30/04/2014	4320	4196	184	0	840	840	249.9
01/05/2014 - 31/05/2014	4464	4464	235	0	998	998	287.0
01/06/2014 - 30/06/2014	4320	4320	269	0	947	947	312.0
01/07/2014 - 31/07/2014	4464	2922	283	0	915	915	308.4
01/08/2014 - 31/08/2014	4464	4462	192	0	942	942	247.5
01/09/2014 - 30/09/2014	4320	4106	135	0	759	759	198.7
01/10/2014 - 31/10/2014	4464	3786	60	0	542	542	111.9
01/11/2014 - 30/11/2014	4320	3198	23	0	354	354	55.6
01/12/2014 - 31/12/2014	4464	4464	13	0	240	240	33.2
31/12/2014 - 31/01/2015	4464	4464	19	0	325	325	45.8
01/02/2015 - 28/02/2015	4032	4032	55	0	520	520	107.1
01/03/2015 - 31/03/2015	4464	3470	107	0	662	662	169.8
01/04/2015 - 30/04/2015	4320	4176	202	0	883	883	260.4
01/05/2015 - 31/05/2015	4464	4464	228	0	1001	1001	284.2
01/06/2015 - 30/06/2015	4320	4320	242	0	993	993	296.8
01/07/2015 - 31/07/2015	4464	4464	250	0	974	974	296.0
01/08/2015 - 31/08/2015	4464	4464	215	0	861	861	270.9
01/09/2015 - 30/09/2015	4320	4320	140	0	802	802	205.9
01/10/2015 - 31/10/2015	4464	4464	60	0	595	595	116.2
01/11/2015 - 30/11/2015	4320	4320	24	0	343	343	55.4
01/12/2015 - 31/12/2015	4464	4464	16	0	239	239	39.4
01/01/2016 - 31/01/2016	4464	4464	22	0	318	318	50.9
01/02/2016 - 29/02/2016	4176	4176	53	0	558	558	103.4
01/03/2016 - 31/03/2016	4464	4464	92	0	721	721	159.0
01/04/2016 - 30/04/2016	4320	1584	172	0	774	774	232.9
01/05/2016 - 31/05/2016	4464	3921	269	0	923	923	307.0
01/06/2016 - 30/06/2016	4320	4249	255	0	979	979	305.7
01/07/2016 - 31/07/2016	4464	4464	230	0	968	968	284.0
01/08/2016 - 31/08/2016	4464	4464	201	0	942	942	255.1
01/09/2016 - 30/09/2016	4320	4320	146	0	768	768	210.0
01/10/2016 - 31/10/2016	4464	4464	44	0	674	674	92.7
01/11/2016 - 30/11/2016	4320	4320	31	0	402	402	68.7
01/12/2016 - 31/12/2016	4464	4464	18	0	237	237	44.8
01/01/2017 - 31/01/2017	4464	4464	24	0	316	316	56.3

29.10.2021; 001FE121-01-AB BMU FINO 2

Period	Nominal	Actual	Average	Minimum	Maximum	Range	Stdev
01/02/2017 - 28/02/2017	4032	4032	43	0	566	566	94.9
01/03/2017 - 31/03/2017	4464	4464	95	0	699	699	159.9
01/04/2017 - 30/04/2017	4320	4320	178	0	897	897	245.8
01/05/2017 - 31/05/2017	4464	4320	231	0	922	922	284.2
01/06/2017 - 30/06/2017	4320	4320	243	0	961	961	295.4
01/07/2017 - 31/07/2017	4464	4437	195	0	973	973	256.9
01/08/2017 - 31/08/2017	4464	4464	201	0	900	900	260.7
01/09/2017 - 30/09/2017	4320	4233	112	0	733	733	178.3
01/10/2017 - 31/10/2017	4464	4464	58	0	580	580	110.7
01/11/2017 - 30/11/2017	4320	4320	25	0	394	394	59.8
01/12/2017 - 31/12/2017	4464	4464	13	0	262	262	33.5
01/01/2018 - 31/01/2018	4464	4464	18	0	338	338	43.8
01/02/2018 - 28/02/2018	4032	4032	52	0	509	509	102.0
01/03/2018 - 31/03/2018	4464	4464	74	0	725	725	139.5
01/04/2018 - 30/04/2018	4320	4320	187	0	918	918	252.7
01/05/2018 - 31/05/2018	4464	4382	280	0	932	932	311.4
01/06/2018 - 30/06/2018	4320	4320	275	0	973	973	311.3
01/07/2018 - 31/07/2018	4464	4464	268	0	1042	1042	309.9
01/08/2018 - 31/08/2018	4464	4464	197	0	867	867	256.9
01/09/2018 - 30/09/2018	4320	630	195	0	731	731	239.8
01/10/2018 - 31/10/2018	4464	0	-	-	-	-	-
01/11/2018 - 30/11/2018	4320	0	-	-	-	-	-
01/12/2018 - 31/12/2018	4464	0	-	-	-	-	-
01/01/2019 - 31/01/2019	4464	0	-	-	-	-	-
01/02/2019 - 28/02/2019	4032	0	-	-	-	-	-
01/03/2019 - 31/03/2019	4464	4464	91	0	717	717	153.3
01/04/2019 - 30/04/2019	4320	4320	219	0	845	845	270.9
01/05/2019 - 31/05/2019	4464	4417	228	0	964	964	285.1
01/06/2019 - 30/06/2019	4320	4320	276	0	970	970	315.2
01/07/2019 - 31/07/2019	4464	2592	258	0	968	968	298.2
01/08/2019 - 31/08/2019	4464	3832	206	0	966	966	261.7
01/09/2019 - 30/09/2019	4320	4320	110	0	743	743	174.7
01/10/2019 - 31/10/2019	4464	4464	59	0	621	621	110.6
01/11/2019 - 30/11/2019	4320	4320	19	0	378	378	43.4
01/12/2019 - 31/12/2019	4464	4464	17	0	244	244	40.9
01/01/2020 - 31/01/2020	4464	4464	17	0	269	269	41.1
01/02/2020 - 29/02/2020	4176	4176	47	0	520	520	88.9
01/03/2020 - 31/03/2020	4464	4464	129	0	765	765	202.0
01/04/2020 - 30/04/2020	4320	4320	223	0	856	856	280.8
01/05/2020 - 31/05/2020	4464	4464	256	0	934	934	305.3
01/06/2020 - 30/06/2020	4320	4320	257	0	1007	1007	309.9
01/07/2020 - 31/07/2020	4464	4464	223	0	987	987	277.1
01/08/2020 - 31/08/2020	4464	4464	213	0	872	872	270.1
01/09/2020 - 30/09/2020	4320	4320	147	0	781	781	210.2
01/10/2020 - 31/10/2020	4464	4464	63	0	554	554	115.6
01/11/2020 - 30/11/2020	4320	4319	24	0	354	354	55.2
01/12/2020 - 31/12/2020	4464	4418	10	0	249	249	24.5
01/01/2021 - 31/01/2021	4464	4405	18	0	335	335	43.4
01/02/2021 - 28/02/2021	4032	4032	60	0	515	515	115.0
01/03/2021 - 31/03/2021	4464	4464	114	0	701	701	184.0
01/04/2021 - 30/04/2021	4320	4320	194	0	839	839	260.0
01/05/2021 - 31/05/2021	4464	4464	221	0	985	985	277.8
01/06/2021 - 30/06/2021	4320	4320	279	0	1029	1029	313.5
01/07/2021 - 31/07/2021	4464	4464	225	0	929	929	277.9
01/08/2021 - 31/08/2021	4464	4464	190	0	932	932	252.4
01/09/2021 - 30/09/2021	4320	4320	129	0	747	747	199.8
01/08/2007 - 31/08/2021	745199	647743	135	0	1042	1042	229.0

Anlage 5: Mittleres Windpotenzial in allen Messhöhen

Zeitraum	Mittleres Windpotenzial [W/m²] in verschiedenen Höhen ü. MSL							
	32,4 m	42,4 m	52,4 m	62,4 m	72,4 m	82,4 m	92,4 m	102,5 m
August 2007	-	-	-	-	-	-	-	-
September 2007	-	-	-	-	-	-	-	-
Oktober 2007	-	-	-	-	-	-	-	-
November 2007	1148	1185	1237	1274	-	-	-	1403
Dezember 2007	558	587	628	648	-	-	-	856
Januar 2008	1150	1256	1374	1467	-	-	-	1986
Februar 2008	1024	1147	1272	1399	-	-	-	1930
März 2008	1117	1213	1290	1376	1339	1341	1228	1687
April 2008	469	545	631	695	764	819	842	911
Mai 2008	266	287	311	325	341	360	372	390
Juni 2008	498	542	581	620	657	693	723	743
Juli 2008	338	362	389	407	435	456	469	490
August 2008	648	691	734	769	815	837	859	917
September 2008	586	572	631	603	647	634	668	667
Oktober 2008	889	-	982	-	1065	-	1094	1209
November 2008	1117	-	1246	-	1340	-	1386	1536
Dezember 2008	598	-	658	-	707	-	712	744
Januar 2009	739	-	832	-	880	-	925	999
Februar 2009	626	-	703	-	756	-	779	863
März 2009	471	-	598	-	710	-	796	865
April 2009	414	489	561	616	673	736	765	814
Mai 2009	430	484	572	593	645	693	784	797
Juni 2009	636	689	761	802	847	907	963	994
Juli 2009	380	404	437	451	471	486	507	549
August 2009	423	447	484	498	518	536	562	602
September 2009	693	724	768	781	797	816	845	904
Oktober 2009	791	806	849	853	862	872	907	1040
November 2009	950	1020	1105	1145	1215	1243	1310	1456
Dezember 2009	826	847	878	878	889	902	919	947
Januar 2010	1083	1120	1168	1178	1188	1181	1188	1239
Februar 2010	600	629	681	697	728	746	779	848
März 2010	459	544	648	713	781	836	903	976
April 2010	374	445	525	576	630	676	732	785
Mai 2010	511	572	644	687	725	770	821	849
Juni 2010	308	349	400	431	457	483	516	575
Juli 2010	311	340	374	398	422	435	456	498
August 2010	816	850	884	924	970	965	1016	1075
September 2010	889	930	964	995	1036	1030	1057	1168
Oktober 2010	1065	1096	1129	1181	1231	1224	1294	1368
November 2010	952	960	983	1009	1015	1003	1041	1164
Dezember 2010	462	511	561	616	683	710	774	866
Januar 2011	1092	1182	1271	1364	1439	1442	1551	1663
Februar 2011	690	788	883	984	1086	1119	1233	1322
März 2011	648	667	747	770	767	745	814	971
April 2011	621	745	863	974	1092	1157	1286	1365
Mai 2011	313	360	401	446	489	507	543	573
Juni 2011	349	379	409	437	469	477	511	542

Juli 2011	468	500	552	563	594	633	655	705
August 2011	557	588	648	650	700	757	783	819
September 2011	596	639	708	711	772	828	854	916
Oktober 2011	655	707	775	830	875	926	968	1059
November 2011	730	748	747	778	816	853	848	928
Dezember 2011	1368	1438	1537	1596	1665	1722	1774	1942
Januar 2012	1125	1172	1257	1317	1353	1407	1461	1589
Februar 2012	884	957	1069	1154	1257	1358	1412	1517
März 2012	579	672	790	880	951	1036	1101	1145
April 2012	412	466	527	578	616	662	693	757
Mai 2012	529	609	703	775	838	903	930	969
Juni 2012	499	534	579	620	661	703	730	768
Juli 2012	340	363	388	414	442	465	482	523
August 2012	285	302	323	346	369	386	398	429
September 2012	640	670	710	748	788	815	838	899
Oktober 2012	714	735	770	805	830	846	861	932
November 2012	579	588	615	641	671	680	695	786
Dezember 2012	749	761	789	823	847	861	881	978
Januar 2013	762	787	824	872	909	937	949	1041
Februar 2013	518	529	714	590	610	631	804	704
März 2013	1222	1264	-	1370	1398	1444	1651	1487
April 2013	429	505	725	659	729	776	1080	904
Mai 2013	368	435	506	582	643	708	750	840
Juni 2013	360	385	416	448	479	507	535	578
Juli 2013	246	266	291	315	332	353	366	390
August 2013	363	374	409	408	428	453	464	476
September 2013	413	418	456	443	462	488	498	511
Oktober 2013	945	989	1104	1107	1200	1283	1328	1420
November 2013	705	724	763	772	783	800	828	923
Dezember 2013	1137	1209	1290	1311	1379	1410	1468	1635
Januar 2014	1149	1213	1291	1326	1377	1419	1458	1568
Februar 2014	563	659	783	863	982	1063	1142	1356
März 2014	592	690	805	883	970	1045	1132	1238
April 2014	636	729	823	902	982	1073	1159	1194
Mai 2014	474	538	601	642	682	721	763	800
Juni 2014	248	265	221	294	307	318	282	345
Juli 2014	370	415	-	493	528	578	-	646
August 2014	578	593	698	621	637	650	749	710
September 2014	621	651	671	677	684	703	728	755
Oktober 2014	560	585	617	622	650	664	681	755
November 2014	698	721	746	744	762	775	790	823
Dezember 2014	899	940	991	1012	1060	1097	1147	1227
Januar 2015	1281	1359	1885	1504	1572	1605	2097	1804
Februar 2015	669	706	486	792	828	859	495	1001
März 2015	747	832	1274	1349	1099	1187	1651	1434
April 2015	493	556	630	674	730	777	845	898
Mai 2015	405	448	501	535	581	620	672	736
Juni 2015	319	340	371	387	410	432	468	502
Juli 2015	525	552	586	605	630	656	699	736
August 2015	380	401	421	437	454	482	515	545
September 2015	489	497	513	513	523	529	548	585

Oktober 2015	524	531	537	532	538	543	562	578
November 2015	1000	1040	1093	1117	1163	1203	1258	1356
Dezember 2015	1037	1083	1149	1175	1234	1285	1378	1566
Januar 2016	730	758	801	819	853	876	933	1069
Februar 2016	659	703	763	800	856	902	974	1089
März 2016	197	212	231	244	266	283	305	339
April 2016	239	248	267	279	298	318	350	414
Mai 2016	356	403	449	485	522	566	618	646
Juni 2016	239	256	277	293	314	339	371	392
Juli 2016	325	335	347	349	360	368	389	402
August 2016	384	392	407	411	425	436	463	485
September 2016	336	342	350	351	357	366	383	406
Oktober 2016	863	887	910	909	921	941	966	965
November 2016	674	678	698	696	690	696	726	838
Dezember 2016	811	857	879	929	949	981	1034	1103
Januar 2017	540	556	575	605	613	628	663	730
Februar 2017	684	722	757	819	856	902	981	1076
März 2017	423	468	509	569	609	650	718	776
April 2017	497	547	595	658	698	739	811	846
Mai 2017	485	536	574	634	668	711	769	787
Juni 2017	496	541	582	642	683	732	790	835
Juli 2017	253	265	282	305	324	344	367	389
August 2017	307	308	315	332	341	353	366	398
September 2017	505	520	528	541	553	566	556	576
Oktober 2017	913	947	982	1044	1058	1102	1150	1249
November 2017	777	798	807	844	855	876	894	954
Dezember 2017	1021	1067	1094	1164	1201	1253	1285	1383
Januar 2018	604	635	662	701	733	766	799	906
Februar 2018	458	468	462	473	473	485	490	512
März 2018	702	711	703	730	727	755	773	789
April 2018	685	758	818	915	975	1060	1134	1189
Mai 2018	235	262	281	313	333	361	384	408
Juni 2018	275	283	288	305	314	327	338	353
Juli 2018	173	181	187	198	205	212	221	226
August 2018	353	357	358	371	374	380	387	413
September 2018	619	635	643	679	690	710	722	763
Oktober 2018	821	848	863	903	915	943	974	1026
November 2018	511	520	529	531	541	544	549	594
Dezember 2018	607	622	655	658	700	720	763	820
Januar 2019	823	831	892	890	914	938	999	1153
Februar 2019	537	578	635	664	739	783	857	932
März 2019	770	828	913	954	1044	1100	1189	1285
April 2019	419	361	474	498	544	580	620	647
Mai 2019	474	528	555	584	645	687	744	775
Juni 2019	317	340	377	399	442	472	510	537
Juli 2019	631	410	678	676	718	728	762	748
August 2019	228	224	225	224	237	243	255	281
September 2019	717	711	730	716	748	753	780	783
Oktober 2019	532	532	545	540	562	571	603	667
November 2019	490	486	489	479	495	496	512	532

Dezember 2019	817	820	848	839	886	894	944	1033
Januar 2020	779	798	841	851	917	957	1030	1132
Februar 2020	1307	1354	1454	1477	1590	1651	1765	1952
März 2020	528	543	576	588	617	642	675	738
April 2020	450	470	506	517	561	582	623	641
Mai 2020	358	377	416	437	478	505	550	582
Juni 2020	384	412	441	460	502	535	574	589
Juli 2020	529	528	545	538	566	575	600	622
August 2020	135	131	130	128	132	134	140	157
September 2020	394	392	398	396	411	425	436	464
Oktober 2020	577	571	579	588	593	636	624	678
November 2020	719	735	740	751	762	813	797	872
Dezember 2020	437	439	448	454	459	482	473	553
Januar 2021	618	626	638	651	651	695	688	750
Februar 2021	773	813	843	885	903	984	969	997
März 2021	408	447	481	522	556	625	640	714
April 2021	467	499	526	557	577	643	648	704
Mai 2021	302	321	335	349	357	391	390	453
Juni 2021	165	176	184	194	198	220	214	231
Juli 2021	284	292	296	303	304	331	322	354
August 2021	373	382	389	402	402	438	425	462
September 2021	430	446	453	466	475	514	503	533
Total	596	622	668	695	725	746	787	868