

# Großräumige Modellierung der Ostsee – Neue Aufgaben und Anwendungen

Jochen König | Dr. Torsten Seifert | Dr. Thomas Neumann

*Lange Nacht der Wissenschaften 2010*

## Numerische Ozeanmodelle – Beispiel MOM3

Das Modulare Ozean-Modell, Version 3.1, wurde vom Geophysical Dynamics Laboratory in Princeton, USA, entwickelt. Mit einer Reihe von numerischen Formeln, die sich auf dem neuesten Stand von Mathematik und Physik befinden, wird es weltweit von vielen Anwendern in der numerischen Ozeansimulation benutzt. Grundsätzlich baut MOM3 auf den physikalischen Zustandsgleichungen für Prozesse im Meerwasser auf, die die Auswirkungen von Kräften wie Schwerkraft und Erdrotation, von thermodynamischen und mechanischen Effekten oder von internen Kräften wie dem Wasserdruck beschreiben.

Mit Hilfe von externen Hochleistungsrechnern werden nun diese Gleichungen mit bestimmten äußeren Vorgaben wie Wetter und Wasserstand gelöst und die Ergebnisse werden als simulierte Zeitschritte ausgegeben. Dabei können sowohl historische als auch zukünftige Zeiträume simuliert werden.

Ein wichtiges Arbeitsgebiet am Leibniz-Institut für Ostseeforschung (IOW) ist die interdisziplinäre Theoriebildung. Gegenwärtig arbeiten wir unter anderem an der Modellierung der Reaktionen von Ökosystem auf Klimaveränderungen. Dazu wurde ein in der Arbeitsgruppe „Theoretische Ozeanographie und Modellierung“ entwickeltes Ökosystemmodell (ERGOM) in ein Zirkulationsmodell mit MOM3 eingebunden. Bei Anwendungen auf die Ostsee und das Benguela-Auftriebsgebiet im Südostatlantik stehen insbesondere die Entwicklung des Sauerstoffgehaltes im Seewasser und die Entwicklung von chemisch-biologischen Parametern, wie z. B. Nährstoffen, im Blickpunkt.

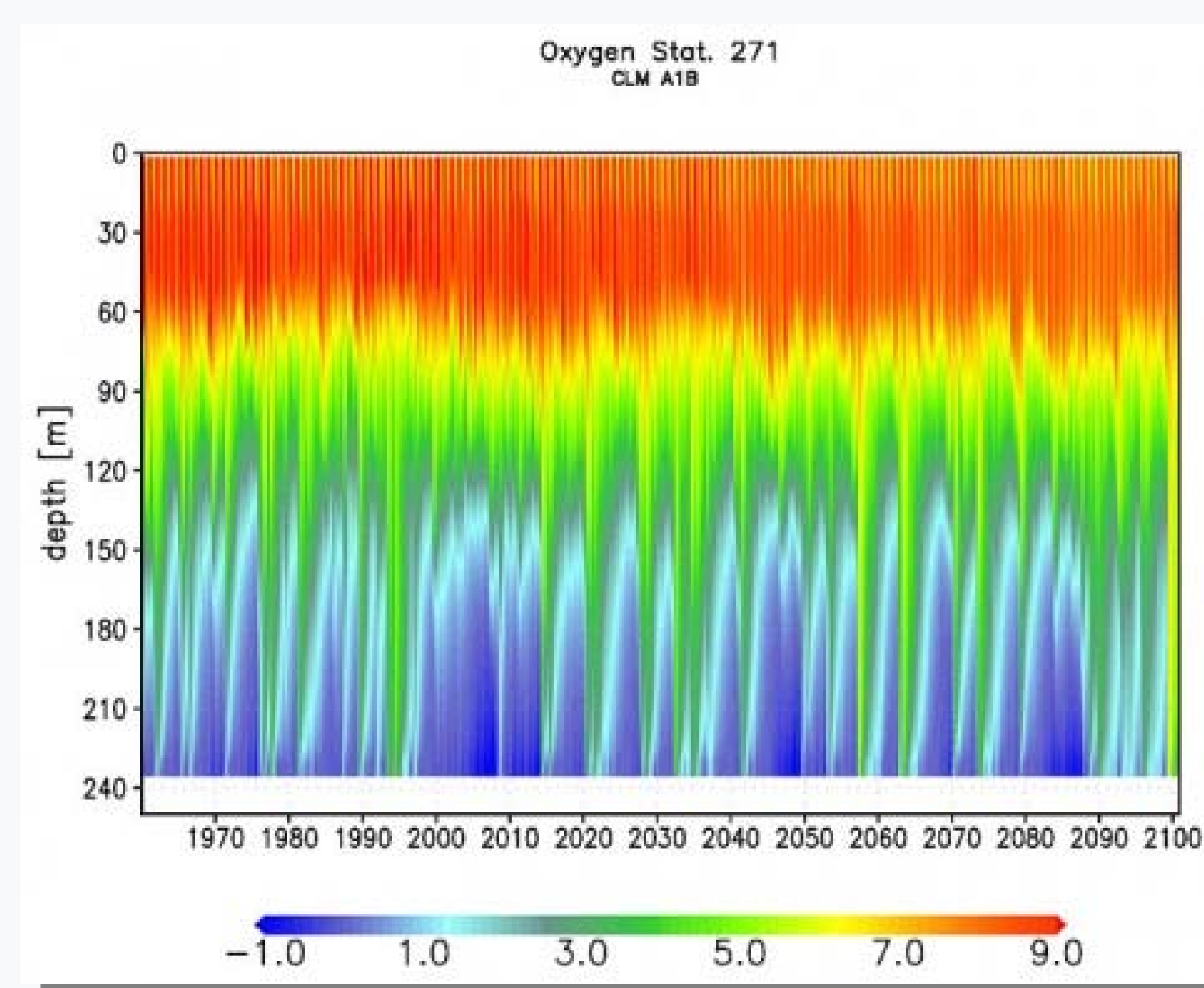


Abb. 1: Simulation der Sauerstoffkonzentration über 140 Jahre in der zentralen Gotlandsee. Die dunkelblauen Bereiche zeigen Phasen von Sauerstoffmangel in den tiefen Bereichen des Beckens. Dies ist eine natürliche Entwicklung, die durch chemische Prozesse im tiefen Wasser hervorgerufen wird. Ab und zu wird die tiefe Ostsee durch Strömungen mit frischem Sauerstoff aus der Nordsee versorgt, hier durch die senkrechten grünen Bänder in den Tiefen unterhalb von ca. 120 m dargestellt.

## Neue Aufgaben und Anwendungen: Feste Fehmarnbelt-Querung

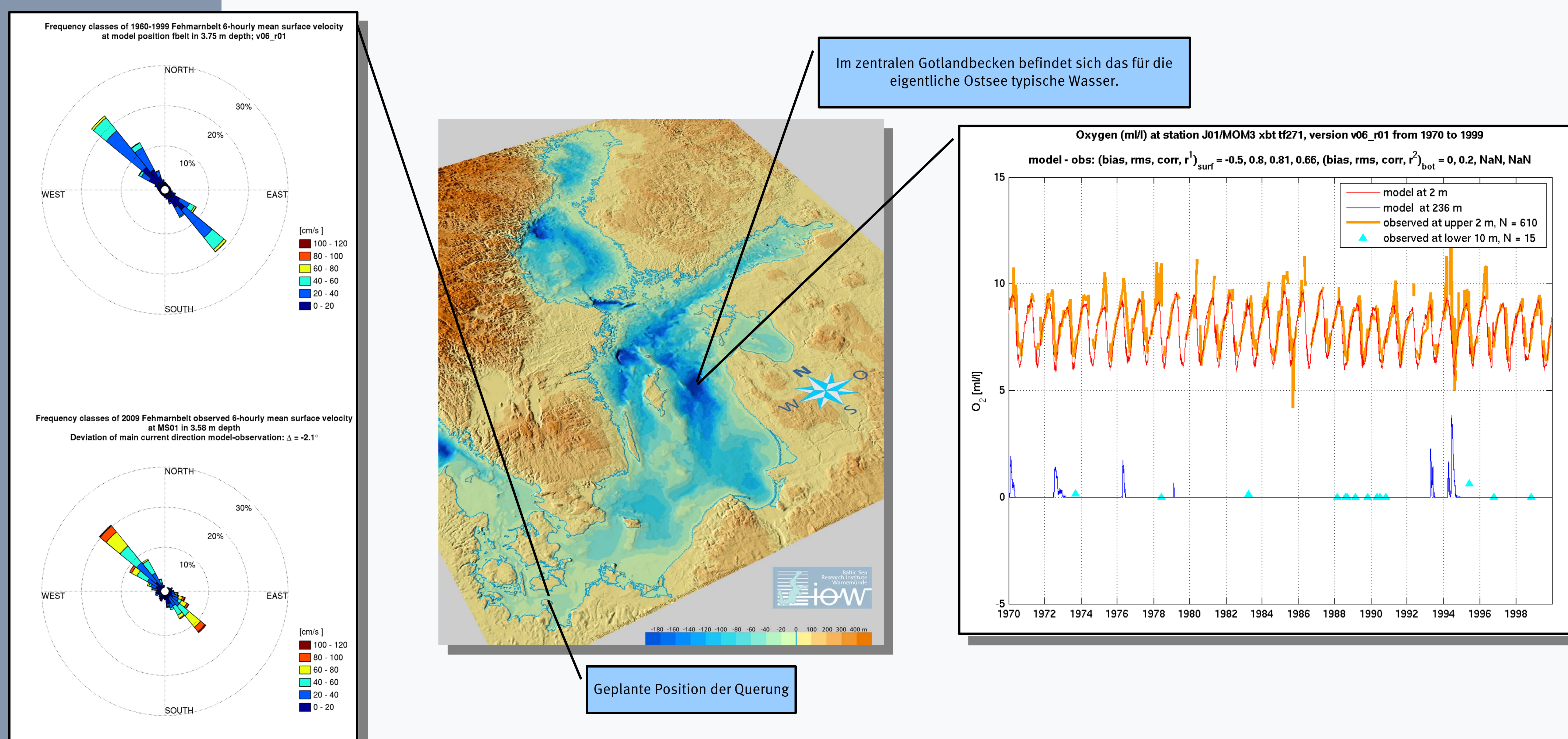
Das Unternehmen Femern Bælt A/S, das vom dänischen Transportministerium mit den Voruntersuchungen und Vorbereitungen zum Bau einer festen Fehmarnbelt-Querung zwischen Deutschland und Dänemark beauftragt wurde, hat das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) in sein Beratergremium geholt.

Insgesamt begleiten sieben Beratergruppen das Projekt "Fehmarnbelt-Querung". Das IOW ist Partner in den Beratergruppen „Hydrografie“ und „Meeresbiologie“ und arbeitet dort hauptsächlich mit dem dänischen Institut DHI zusammen.

Es ist die Aufgabe des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung, zusammen mit dem DHI den jetzigen Zustand der hydrografischen Verhältnisse in dem Seegebiet zwischen Langeland-Sund und Darßer Schwellen detailliert zu beschreiben und auf dieser Basis mit Hilfe von Computermodellen zu berechnen, welche Auswirkungen der Bau einer festen Querung haben könnte. Parallel erfolgt eine detaillierte Erfassung des Ist-Zustandes im Zooplankton und Zoobenthos (Organismengruppen wie Muscheln, Krebse und Weichtiere, die im freien Wasser und am Meeresboden leben).

Die Arbeitsgruppe „Theoretische Ozeanographie und Modellierung“ in der Sektion „Physikalische Ozeanographie und Messtechnik“ des IOW ist dabei für die Simulation von möglichen Auswirkungen solcher Bauwerke auf die eigentliche Ostsee zuständig. Anhand von Langzeitsimulationen über 40 Jahre und mehr mit MOM3 werden dabei Parameter wie Salzgehalt, Temperatur, Sauerstoff und Nährstoffe untersucht und mit vorhandenen Messdaten abgeglichen. Der Antrieb erfolgt dabei im Wesentlichen mit langfristig simulierten Wetterdaten aus dem SN-REMO Datensatz des GKSS Forschungszentrums Geesthacht. Die räumliche Auflösung des Modells beträgt 3 x 3 Seemeilen (5,6 x 5,6 km).

Ziel der Modellierung ist dabei zunächst eine möglichst genaue Kalibrierung des Modells auf den Ist-Zustand der Ostsee. Um dies zu erreichen, werden verschiedene Antriebe des Modells getestet und unterschiedliche Randbedingungen, wie zum Beispiel lokale Änderungen der Wassertiefe und der Küstenlinie, verwendet. Später soll mit den derzeit verfügbaren Methoden eine parametrisierte Brücke, das heißt eine durch Zahlenwerte wie Reibung und Strömung „simulierte“ Brücke in den Fehmarnbelt des Modells eingebracht werden. Die Werte hierfür werden im Rahmen des Projektes von der dänischen Firma LIC Engineering geliefert. Zur Bewertung der Modellergebnisse werden zudem durch regelmäßige Forschungsfahrten Messungen an festgelegten Positionen in der Ostsee vorgenommen.



Im zentralen Gotlandbecken befindet sich das für die eigentliche Ostsee typische Wasser.

Geplante Position der Querung

Abb. 2: Links: Vergleich zwischen simulierten (oberes Bild) und gemessenen (unteres Bild) Strömungsgeschwindigkeiten im Fehmarnbelt. Die Abweichung der Modelldaten von der gemessenen Hauptstromrichtung beträgt nur 2,1°. Aufgrund der relativ groben räumlichen Auflösung des Modells werden aber die absoluten Geschwindigkeiten unterschätzt. Rechts: Statistische Analyse von simulierten Sauerstoffgehalten an der Oberfläche und in der Tiefe in der zentralen Ostsee. Die Fehmarnbeltquerung ist hier noch nicht in den Modellrechnungen berücksichtigt. Wie auch in Abbildung 1 (siehe oben) ist hier im tiefen Wasser kaum Sauerstoff vorhanden. Das Modell reproduziert den Verlauf der Messwerte an der Wasseroberfläche mit einer Übereinstimmung von 80%. Diese Station dient zusammen einer Reihe von weiteren mit Referenzpunkten der Kontrolle der vom Modell errechneten Werte. Diese Referenzstationen sollen später zur Abschätzung von möglichen Auswirkungen der Fehmarnbeltquerung auf die eigentliche Ostsee heran gezogen werden.