

**Institut für Meereskunde
an der Universität Kiel**

Date: 05.07.2002

Cruise Report

Compiled by: Thomas J. Müller

F.S. ALKOR

Cruise No.: 204

Dates of Cruise: 03.06. – 05.06.2002

Areas of Research: Physical oceanography

Port Calls:

Institute: Institut für Meereskunde, Kiel, Germany

Chief Scientist: Dr. Thomas J. Müller

Number of Scientists: 12

Projects: Student's course in physical oceanography / BASEWECS

Cruise Report

Inhalt

1. Wiss. Fahrtteilnehmer
2. Forschungsprogramm
3. Fahrtverlauf
4. Wiss. Bericht mit vorläufigen Ergebnissen
5. Wiss. Ausrüstung und Verankerungen
6. Abschließende Bemerkungen
7. Literatur
8. Anhänge und Abbildungen
 - App. 1: Stationsliste
 - App. 2: Strömungsstatistik von V399_07
 - Abb 1: Kurskarte

1. Wiss. Fahrtteilnehmer

AL204: 03.06. – 05.06.2002, Kiel – Kiel

Name	Institute	Function
Müller, Dr. Thomas J.	IFMK	Chief scientist
Baschek, Burkard	IFMK	Phys. Oc.
Björn Blöhdorn	IFMK	Stud.
Lars Böhme	IFMK	Stud.
Hans-Jürgen Langhof	IFMK	TA
Saskia Bestmann	IFMK	Stud.
Christian Galonska	IFMK	Stud.
Yorck Fischer	IFMK	Stud.
Ulrich Neumann	IFMK	Stud.
Lena Seuthe	IFMK	Stud.
Daniela Ulbrich	IFMK	Stud.
Martin Ziegler	IFMK	Stud.

Fahrtleiter:

Dr. Thomas J. Müller
Institut für Meereskunde
Düsternbrooker Weg 20
24105 KIEL, Germany

phone: ++49 (0)431 600-4161 / 4151
fax: ++49 (0)431 600-4152
e-mail: tmueller@ifm.uni-kiel.de

2. Forschungsprogramm

Seit Oktober 2001 (AL191b) werden Fahrten im Rahmen des Praktikums der Physikalischen Ozeanographie am IfM Kiel kombiniert mit Fahrten im Rahmen des Verbundprojekts *Baltic Sea Water and Energy Cycle Study* (BASEWECS), das vom BMBF gefördert wird (Fkz. 01LD0025). Ziel im Teilprojekt C ist es, den Wassermassenaustausch durch den Fehmarnbelt zu erfassen und die Daten dem Ostseemodell (Lehmann et al., 2002) im Teilprojekt D zur Kalibrierung und für Vergleiche mit Modelldaten zur Verfügung zu stellen. Hierzu werden während der Fahrten dreimal im Jahr Schnitte mit CTD/Rosette und Schiffs-ADCP quer zum Belt aufgenommen sowie ein bodennah verankerter Strömungsmesser am südöstlichen Ausgang des Beltes getauscht.

Die Praktikumssteilnehmer lernen während der Fahrt, moderne Methoden der physikalischen Ozeanographie wie CTD/Rosette, Schiffs-ADCP und verankerte ADCP für Hydrographie und Strömungsmessung zu nutzen und die Daten in der Auswertung zu interpretieren.

3. Fahrtverlauf

ALKOR lief am 03.06.2002 pünktlich um 08:00 zur Fahrt Nr. 204 aus Kiel aus. Nach einer Probestation mit CTD/Rosette in der Kieler Bucht erreichten wir um 10:40 die westlichste Station (#696) des Schnittes L, der entlang den Rinnen Vinds Grav, Fehmarnbelt und Kadetrinne zum Arkonabecken führt (Anhang 1, Abb. 3.1). Hier begannen die Stationsarbeiten mit CTD/Rosette und die Messungen mit dem Schiffs-ADCP. Außerdem wurden Daten der meteorologischen Sensoren und des Thermosalinographen mit der DATADIS-Anlage aufgezeichnet. Nach einer weiteren Station im Vinds Grav (#697) erreichten wir den südlichste Position (#698) des Schnittes C, der quer zum Belt verläuft und vor Lolland endet (#703). Mit langsamer Fahrt (7 kn) wurde der Schnitt dann in umgekehrter Richtung nochmals abgefahren, um bessere ADCP-Messungen zu bekommen.

Nach Beendigung des Schnittes C liefen wir zum Sperrgebiet Marienleuchte vor Fehmarn. Dort waren im März 2002 während AL199 die Verankerung V399/7 ausgelegt worden. Sie trägt bodennah in 28 m Tiefe einen Rotorstrommesser vom Typ RCM4. Zusätzlich waren am 08.05.2002 von Littorina ein moderner ADCP und ein selbstristrierendes CTD vom Typ MicroCat in einem Schutzschild daneben ausgesetzt worden. Beide Verankerungen wurden ohne Probleme aufgenommen. Die Daten wurden ausgelesen und die Geräte zur Wiederauslegung am folgenden Tag vorbereitet.

Der Schnitt L wurde dann fortgesetzt (#704) und am späten Abend nach Passieren der Kadetrinne unterbrochen (#710). Von hier liefen wir nachts zur östlichsten Station des Schnittes L (#711), von wo ab dem frühen Morgen des 04.06.2002 der Schnitt L in westlicher Richtung bis Station #716 vervollständigt wurde.

Am Nachmittag erreichten wir erneut das Sperrgebiet Marienleuchte, wo wir in der Rekordzeit von 5 Minuten beide Verankerungen (V399/8, V431/2) erneut aussetzten. Ein CTD-Profil wurde hier zu Kalibrierzwecken genommen.

Der Schnitt C wurde noch ein zweites Mal mit CTD (#719 bis #724) aufgenommen und danach bei langsamer Fahrt auch mit Schiffs-ADCP abgelaufen. Diese Arbeiten waren am späten Abend beendet.

Der Schiffs-ADCP vom Typ RDI WH arbeitet bei 300 kHz. Bereits bei AL199 und auch jetzt wieder war es nicht möglich, die Daten so zu korrigieren, daß sie der vom früheren Gerät her gewohnten Qualität entsprachen. Da wir vermuteten, daß hier der Fahrtfehler anders als sonst auftritt, wurde noch bei jeweils unterschiedlichen Schiffsgeschwindigkeiten von 2 kn bis 10 kn gemessen, um eine bessere Grundlage für spätere Korrekturen zu bekommen.

ALKOR machte nach Beendigung der Arbeiten am frühen Morgen des 05.06. an der Pier des IfM fest.

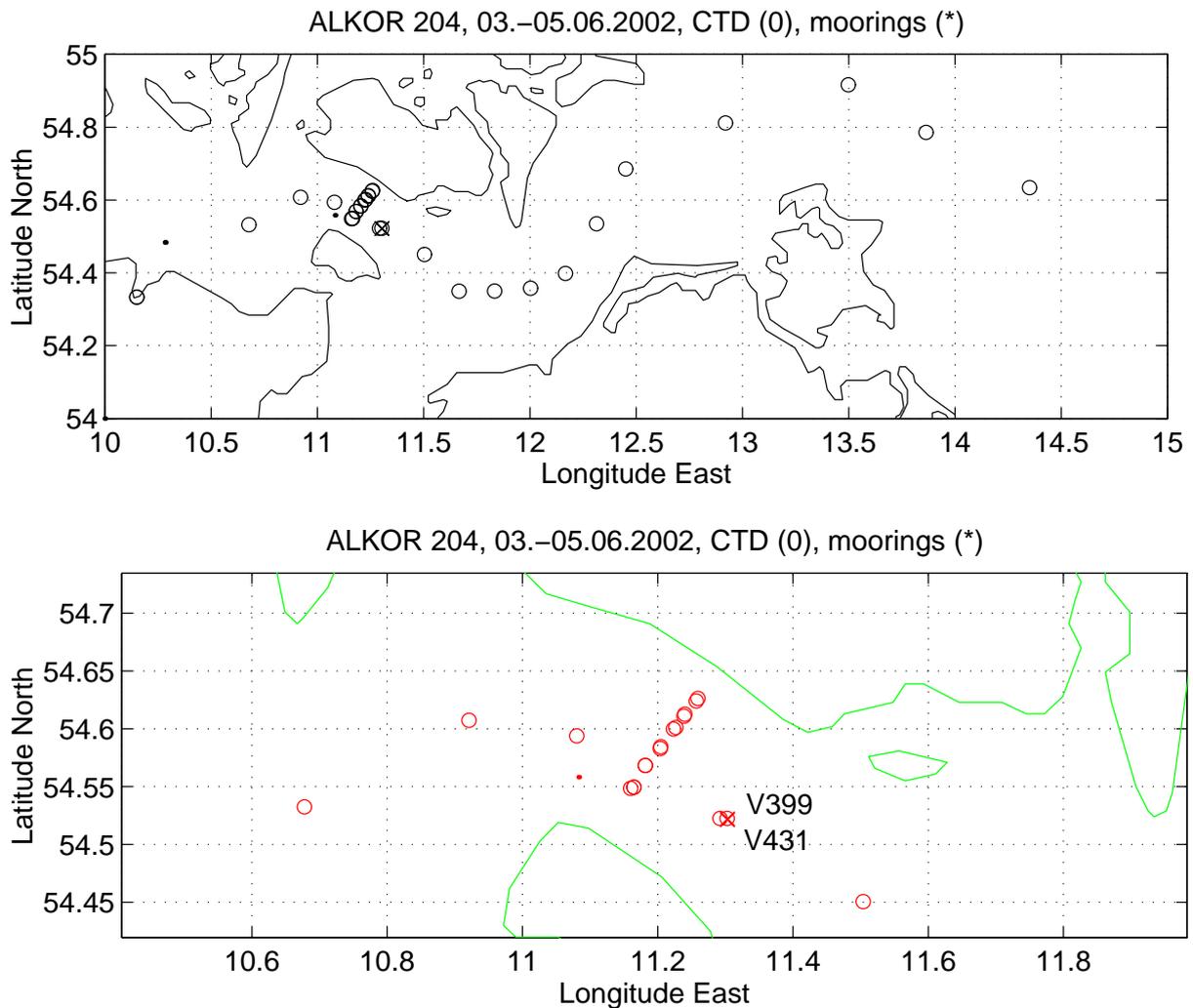


Abb. 3.1: Stationskarte (oben) und Ausschnitt vom Fehmarnbelt (unten) mit den Positionen der beiden Verankerungen V399 und V431.

4. Wiss. Bericht mit vorläufigen Ergebnissen

4.1 Meteorologische Verhältnisse

4.1.1. Die Wetterlage vom 03.06. – 04.06.2002

Die Großwetterlage

Bodenwetterkarten zeigen den auf Meereshöhe reduzierten Bodendruck. Aus ihnen geht die Großwetterlage hervor. Wie in der Bodendruckkarte vom 3.6.2002 (Abb. 4.1) zu sehen ist, befindet sich über der Ostsee ein Hochdruckgebiet von 1020 mbar, welches sich am nachfolgenden Tag weiter nach Norden bewegt. Über weite Bereiche der Ostsee herrschen Druckverhältnisse von 1015 mbar (Abb. 4.2). Westlich davon befindet sich eine im Entstehen begriffene Zyklone (am ersten Tag), welche am zweiten Tag (mit 994 hPa Luftdruck im Zentrum) eine Kaltfront in östliche Richtungen vor sich her bewegt (Abb. 4.2).

Comes to you via Top Karten (<http://www.wetterzentrale.de/topkarten/>)
Source (TIFF-Files): <ftp://weather.noaa.gov>

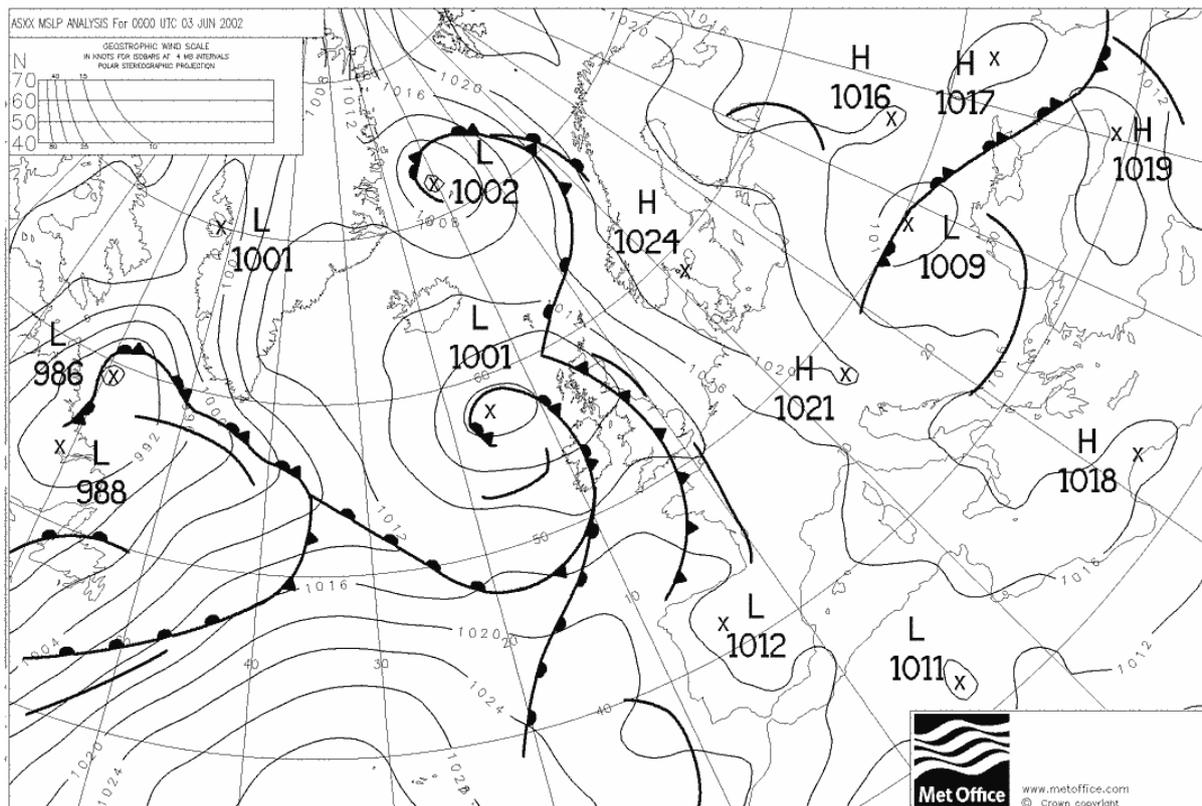


Abb. 4.1: Bodenluftdruck am 03.06.2002

Comes to you via Top Karten (<http://www.wetterzentrale.de/topkarten/>)
Source (TIFF-Files): <ftp://weather.noaa.gov>

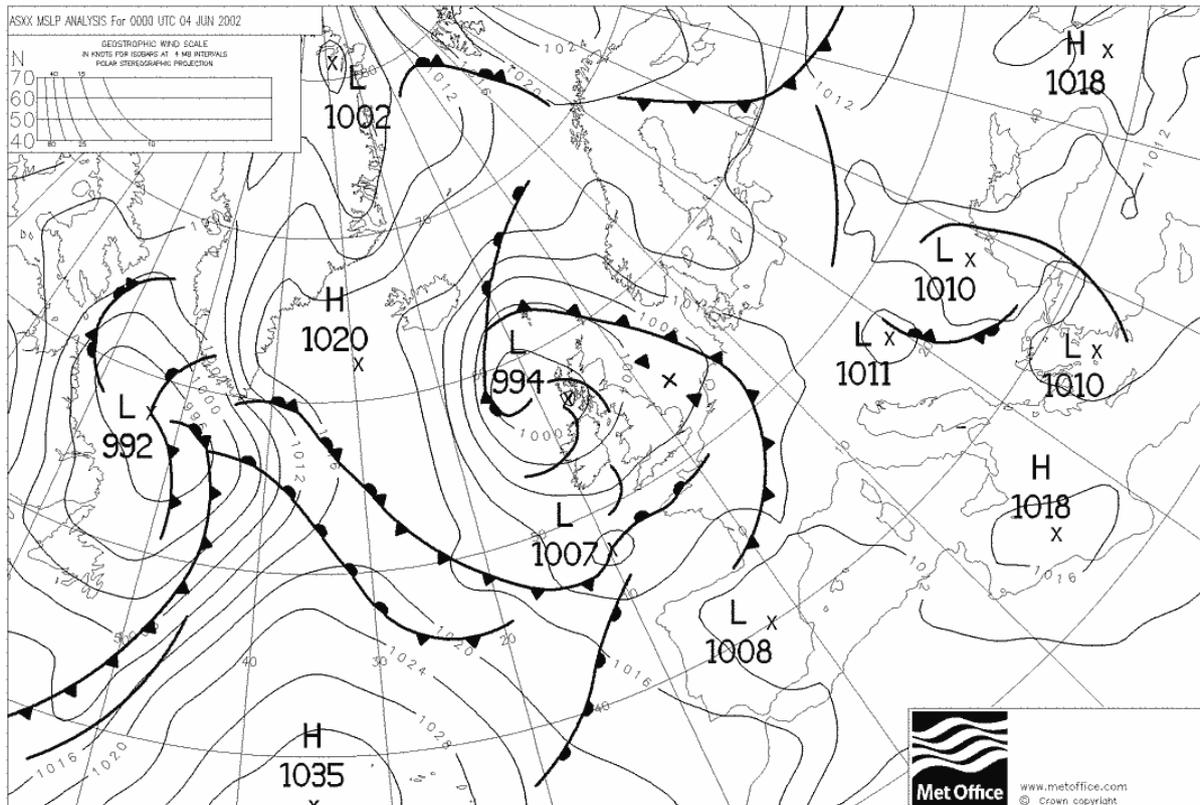


Abb. 4.2: Bodenluftdruck am 04.06.2002

Strahlungshaushalt und Wärmefluss während der Fahrt

Die Einstrahlung bezeichnet die Sonnenenergie (kurzwellige Strahlung) welche auf die Erde insgesamt oder einen bestimmten Bereich eingestrahlt wird. Sie wird in Watt pro Quadratmeter (W/m^2) angegeben. In Abbildung 4.3a ist der Verlauf der Einstrahlung während des ersten Tages dargestellt. Am 03.06. beginnen die Messungen ab ca. 8 Uhr UTC. Bis ca. 11 Uhr gibt es einen stetigen Anstieg von um die 550 W/m^2 bis auf ca. 800 W/m^2 mit sich wiederholenden Energieeinbrüchen. Der maximale Wert von 800 W/m^2 wird ca. um ca. 11 Uhr erreicht. Anschließend erfolgt ein Absinken der Strahlung bis 19 Uhr wiederum mit ständigen Energieeinbrüchen. Von 19 Uhr bis ca. 2.30 Uhr ist die Einstrahlung null. Ab ca. 3 bis 6 Uhr UTC gab es einen Ausfall des Datadis, so dass für diesen Zeitraum keine Messwerte vorliegen.

Die kurzzeitigen Energieverluste in der Einstrahlung hängen von der Wolkenbedeckung ab. Sowohl bestimmte Partikel (Aerosole), als auch Wasserdampf in den Wolken reflektieren und absorbieren die einfallenden Strahlung teilweise. Der reflektierte Anteil kann trifft gar nicht erst auf die Erdoberfläche auf und ist daher vom Schiff aus nicht messbar. Außerdem wird kurzwellige Strahlung durch Gase wie Ozon oder Kohlendioxid in der Atmosphäre absorbiert und dabei in energieärmere langwellige Strahlung (Wärmestrahlung) umgewandelt.

Am folgenden Tag, 04.06., bis ca. 6 Uhr UTC ist die Einstrahlung mit deutlich größeren Energieeinbrüchen als zu vergleichbarer Zeit am Vortag von ca. 300 W/m^2 bis zum Maximum von 800 W/m^2 angestiegen. Ungefähr um 13.30 Uhr ist ein sehr starkes Absinken der Werte bis auf 250 W/m^2 zu verzeichnen. Darauf folgt ein steiler Anstieg mit Erreichen von 800 W/m^2 um 14 Uhr. Anschließend sinkt die Einstrahlung mit geringen Einbrüchen bis sie ca. um 19 Uhr null beträgt. Auch diese Schwankungen sind auf unterschiedliche Wolkenbedeckungen zurückzuführen.

In Abbildung 3b wird die langwellige Strahlung (Wärmestrahlung) für die beiden Tage der Ausfahrt dargestellt. Diese entsteht durch die schon erläuterte Absorption kurzwelliger Strahlung und anschließende Umwandlung. Auch hier beginnen die Messungen ab ca. 8 Uhr UTC bei einem Wert von 220 W/m^2 . Ein Anstieg der Werte führt wiederum mit Einbrüchen bis 12 Uhr zum Maximalwert von 240 W/m^2 . Bis 14 Uhr halten diese hohen Werte an. Anschließend sinken die Werte auf ca. 220 W/m^2 (gegen 0 Uhr). Ab 0 Uhr ereignet sich ein Ansteige der Strahlung mit zwei großen Einbrüchen. Die maximalen Werte liegen hier bei 250 W/m^2 . Im nächsten Abschnitt fehlen Daten aufgrund des Ausfalls des Datadis.

Auch am folgenden Tag gibt es von 06 bis 08 Uhr immer wieder ein Ansteigen und Abfallen der Werte. Daran schließt sich ein Anstieg mit Einbrüchen bis 10.30 Uhr auf 260 W/m^2 an, worauf die Werte wieder auf 240 W/m^2 absinken. Ein erneuter Anstieg auf 265 W/m^2 ereignet sich bis 12 Uhr. Gegen 13.30 Uhr sinken die Werte auf 240 W/m^2 . Daran schließt sich ein steiler Anstieg auf 280 W/m^2 um 14 Uhr an. Im folgenden ist ein steiler Abfall auf 240 W/m^2 (gegen 14.30 Uhr) zu verzeichnen. Anschließend sinken die Werte langsamer auf ca. 230 W/m^2 gegen 22 Uhr.

An den Wertebereichen ist erkennbar, dass die langwellige Strahlung gegenüber der Einstrahlung (kurzwellig) deutlich energieärmer ist. Die Einstrahlung insgesamt und die langwellige Strahlung weisen am zweiten Tag der Fahrt deutlich höhere Energieeinbrüche als am ersten Tag auf. Dies lässt auf einen stärker schwankende Wolkenbedeckung im Beobachtungszeitraum schließen.

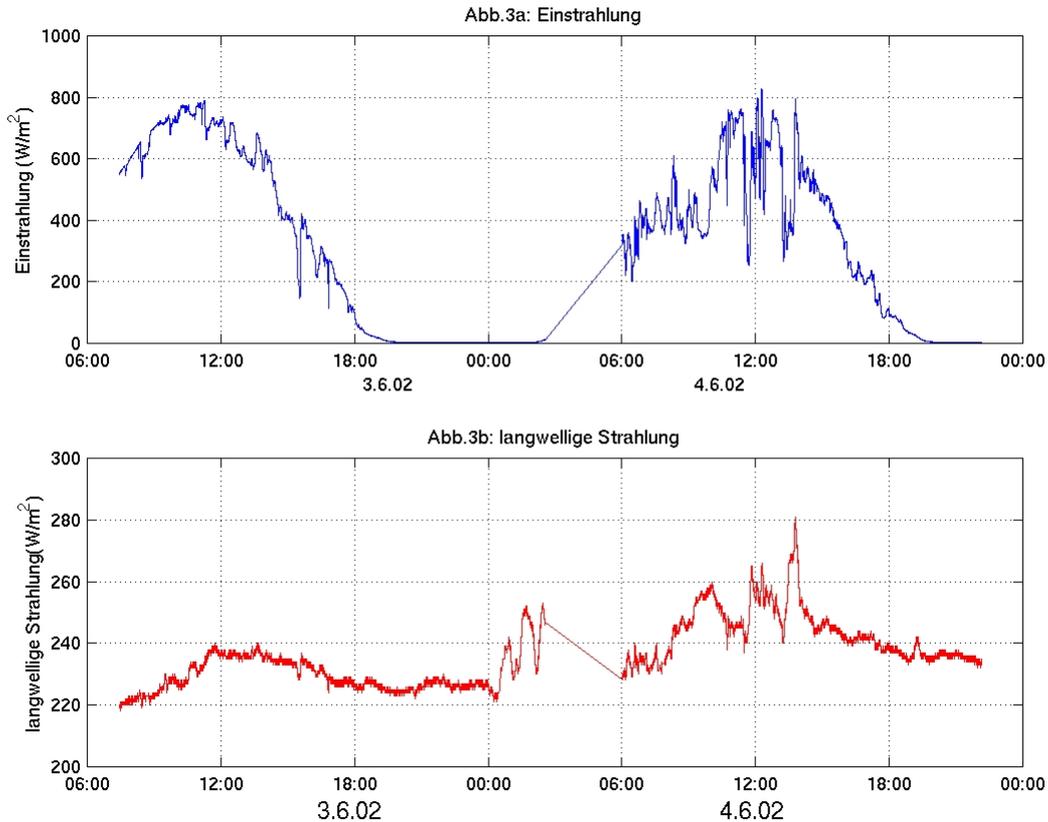


Abb. 4.3: Kurzwellige Einstrahlung (oben) und langwellige Ausstrahlung auf FS ALKOR am 03. Und 04.06.2002

Bewölkungsgrad auf den einzelnen Stationen:

Die Bewölkung wird im allgemeinen in Achtern angegeben. Auf den jeweiligen Station wurde vom Peildeck aus die Wolkenbedeckung ermittelt. In Abbildung 4.4a ist diese für die einzelnen Zeiten, an denen eine Station gemessen wurde, dargestellt. Dies ist nicht als ein Verlauf der Bedeckung über den Tag zu verstehen, da sie in unterschiedlichen zeitlichen Abständen ermittelt wurde und auch stark von der Position des Schiffes abhängt. Sie bezieht sich also direkt auf die einzelnen Stationen und kann daher in Zusammenhang mit den Messwerten der einzelnen Stationen gebracht werden. An beiden Tagen ist auf den jeweiligen Stationen bei hoher Wolkenbedeckung eine geringe langwellige Strahlung zu verzeichnen.

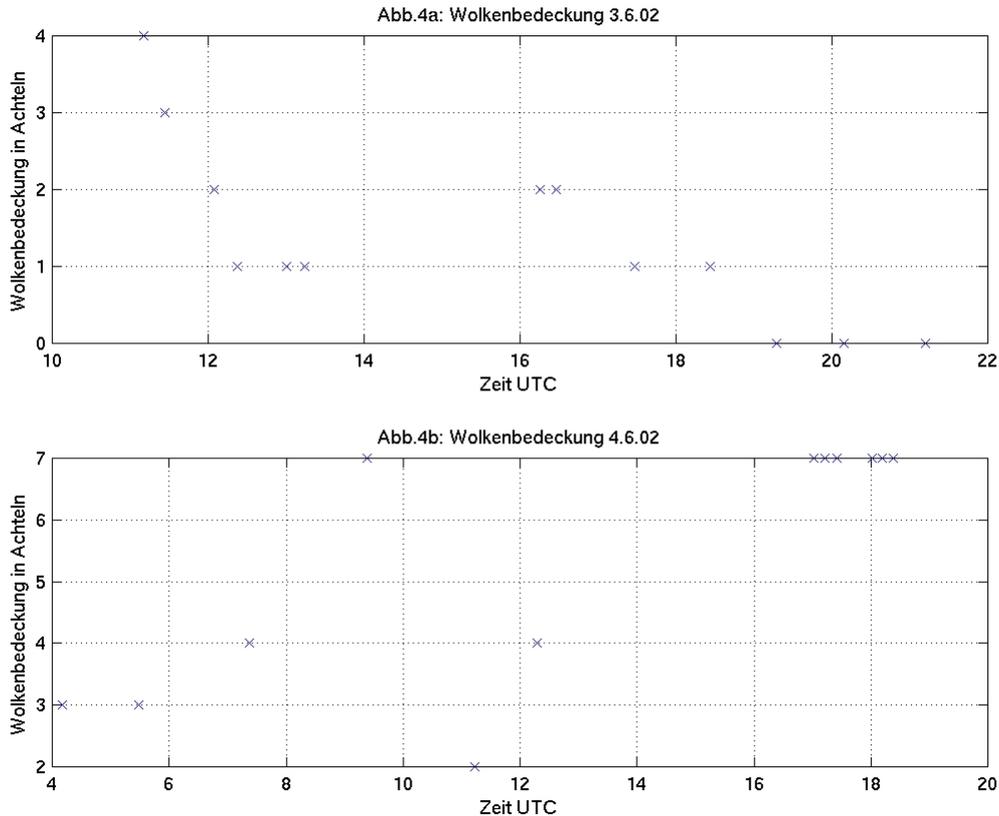


Abb. 4.4: Die beobachtete Wolkenbedeckung auf den Stationen am 03. und 04.06.2002

Wärme Flüsse während der Fahrt

Die sensible oder auch fühlbare Wärme (Abb.4.5) bewegt sich in einem Rahmen von ca. -5 bis 60W/m^2 . Bereits kurz nach Beginn der Aufzeichnungen wird gegen 10 Uhr das Minimum erreicht, die Werte steigen danach stetig auf ein erstes Maximum von 45W/m^2 um 15 Uhr an. Danach sind starke Schwankungen zu verzeichnen, während sich in der Nacht und morgens zwischen 1 und 11 Uhr die Werte auf ein geringes Maß von ca. 15W/m^2 einpendeln. Später steigt die Kurve erneut auf das 15 Uhr Maximum von diesmal 60W/m^2 . Nennenswert sind die jeweiligen deutlich geringeren Wärme flüsse kurz vor und nach dem Höchstwert.

Da die sensible Wärme ein Energieniveau darstellt, ist es auch verständlich, dass die Maxima jeweils am späteren Nachmittag vorzufinden sind, wo die Strahlung das Wasser über eine lange Zeit erwärmt hat, aber die Einstrahlung zu diesem Zeitpunkt wesentlich geringer ausfällt. An den Tiefstwerten kurz nach Sonnenaufgang ist zu erkennen, dass eine verzögerte Wärmeaufnahme des Wassers vorliegt.

Die latente (Verdunstungs-)Wärme (Abb.4.5) erfährt wesentlich stärkere Schwankungen und spielt sich vor allem im negativen Bereich der Skala ab. Zu Beginn der Aufzeichnungen pendeln die Werte zwischen -90 und -30W/m^2 bis ein starker Einbruch von -190W/m^2 um ca. 16 Uhr stattfindet. Von da an steigt die latente Wärme stetig an, bleibt zwischen 2 und 13. Uhr relativ konstant und findet um ca. 14 Uhr des nächsten Tages ihr Maximum von $+40\text{W/m}^2$, um danach wieder auf das „Ausgangsniveau“ um etwa -50W/m^2 zu fallen. Auffällig ist der starke Zusammenhang zwischen latentem Wärme fluß und der Windgeschwindigkeit (Abb.4.6). Da der latente Wärme fluß indirekt auf die Verdunstung schließen lässt (je mehr verdunstet wird, desto geringer der latente Wärme fluß) und die

Wetterbedingungen am ersten Tag allgemein besser waren (wenig Wolken, starke Strahlung), sind die starken negativen Werte ein Zeichen für eine starke Verdunstung am ersten Exkursionstag, während am zweiten Tag eine wesentlich höheren latenten Wärmefluß und damit eine schwächere Verdunstung herrschte.

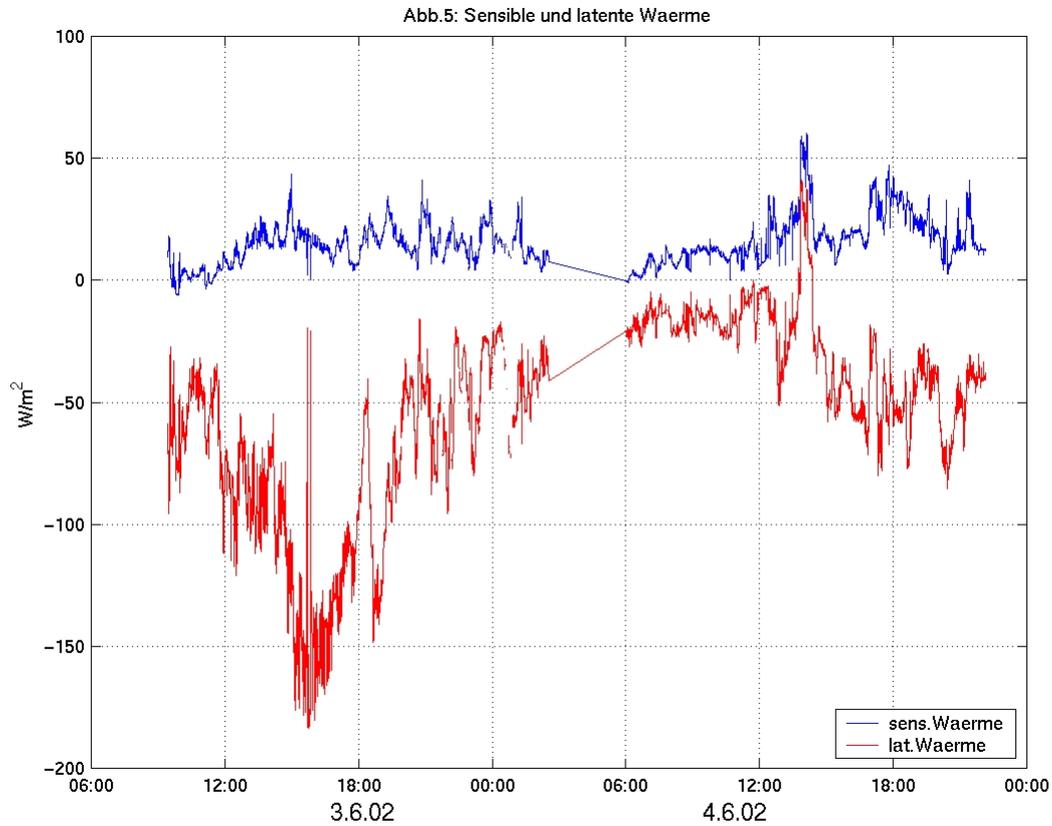


Abb. 4.5: Sensibler (obere) und latenter Wärmefluß, gemessen auf ALKOR am 03.06. und am 04.06.2002

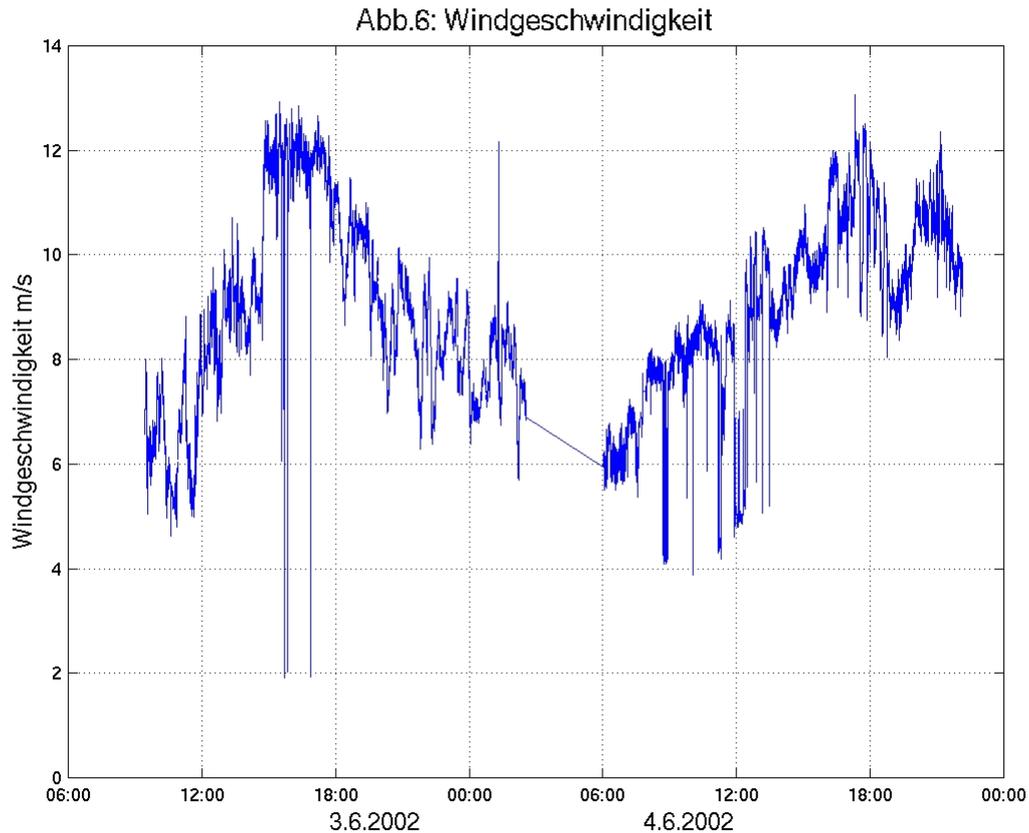
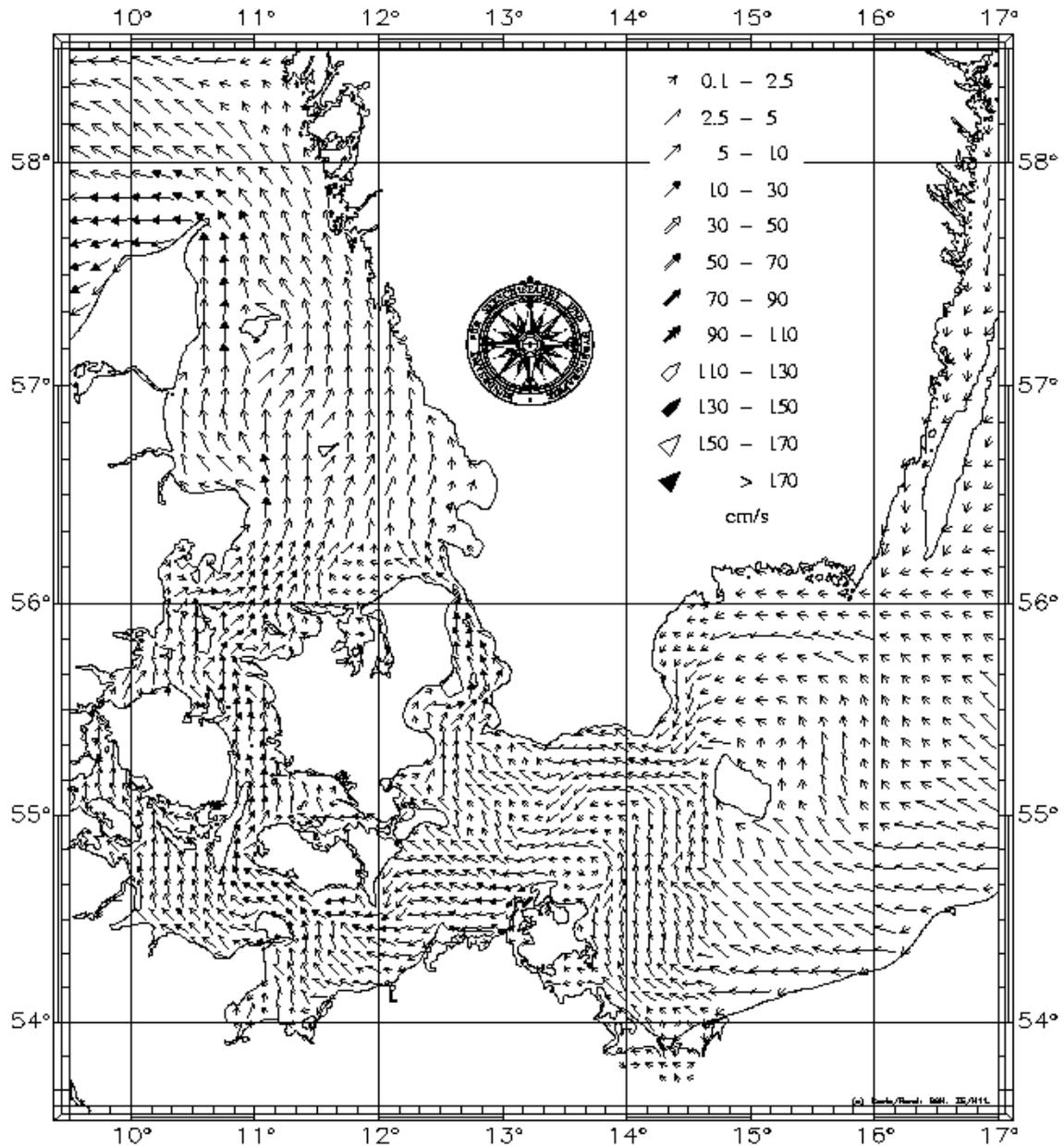


Abb. 4.6: Windgeschwindigkeit, gemessen auf ALKOR am 03.06. und 04.06.2002

Strömungsverhältnisse

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) macht mit Hilfe von Windvorhersagen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) Strömungsvorhersagen für Ost- und Nordsee. Die Karten für die oberste Schicht (0 m bis 8 m) sind im Internet aktuell verfügbar (www.bsh.de). Wie in den Vorhersagekarten vom 3.6. 2002 (Abb.4.7) und vom 04.06.2002 zu erkennen, wird auf unserer Route in der Schicht von 0 m bis 8 m eine Ausstromlage mit Ost bis Südost-Strömungen der Stärken von 2.5 bis 10 cm/s erwartet. Betrachtet man die Luftdruckkarten (Abb. 4.1 und 4.2), so erkennt man Luftdruckgefälle von Ost nach West an beiden Exkursionstagen, d.h. Luftbewegungen nach was einer allgemeinen Ausstromlage entspricht.



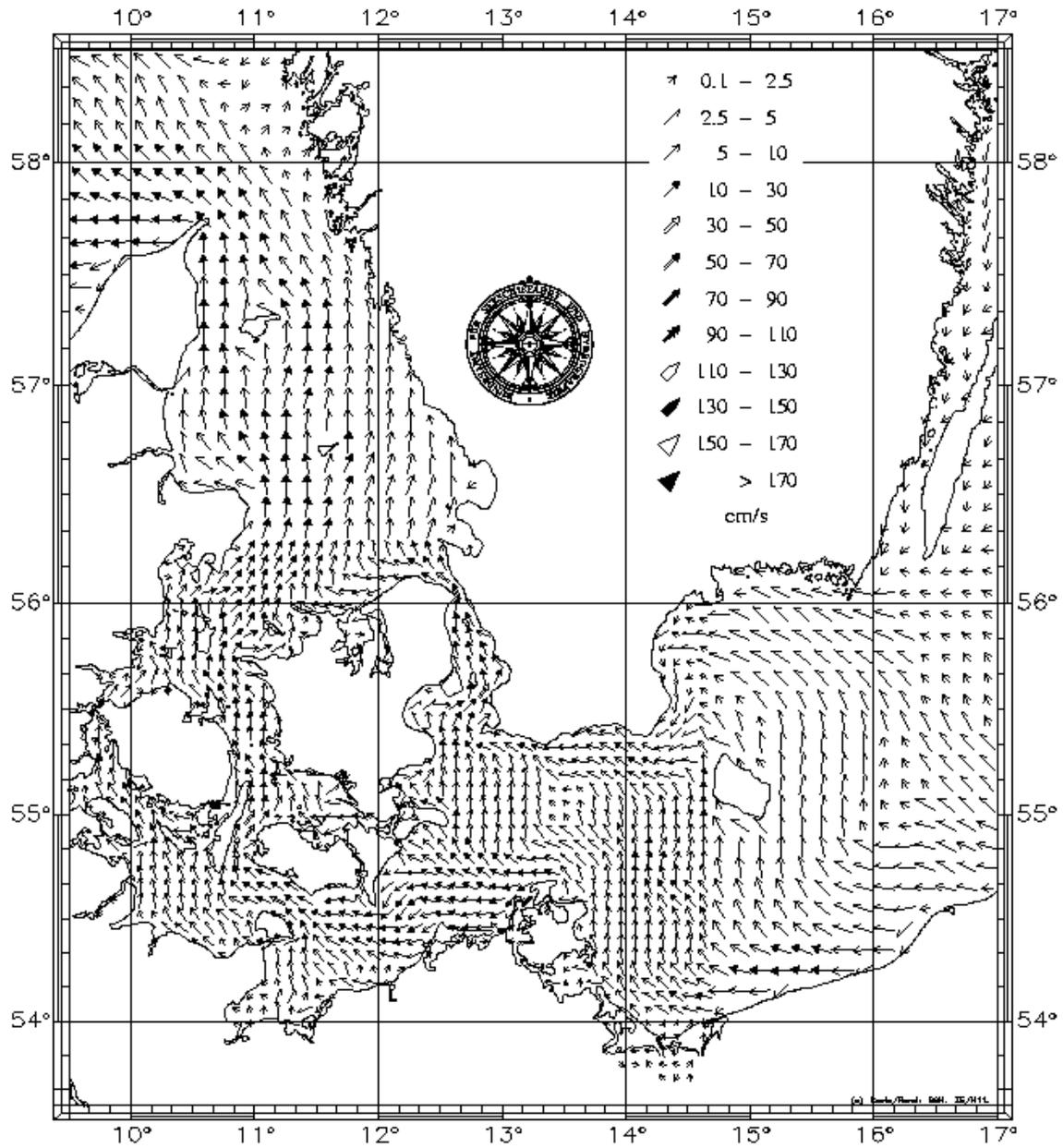
Mittlere Strömung am 3. 6.2002 1. Schicht (0– 8m)

Mean Current on 3. 6.2002 1. Layer (0– 8m)

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie übernimmt für die hier wiedergegebenen Informationen keine Gewähr.

BSH/1401/02/03 2007-04-30-79

Abb. 4.7: Mittlere Strömung in der westlichen Ostsee, 0 m bis 8 m, am 03.06.2002 nach der Vorhersage des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)



Mittlere Strömung am 4. 6.2002 1. Schicht (0- 8m)

Mean Current on 4. 6.2002 1. Layer (0- 8m)

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie übernimmt für die hier wiedergegebenen Informationen keine Gewähr.

DE/161/401 04/08 2007.04.30.79

Abb. 4.8: wie Abb. 4.7 für den 04.06.2002

4.2 Hydrographie und Strömungen im Fehmarnbelt

4.2.1 Hydrographie im Fehmarnbelt

Am 03.06. und 04.06.02 wurde jeweils quer zum Fehmarnbelt ein Schnitt von sechs CTD-Stationen (#698 - #703, #719 - #724) gefahren. Die Schnitte sind für Temperatur, Salzgehalt und Dichte in den Abb. 4.9 und 4.10, sowie für Chlorophyll *a* und Sauerstoffgehalt in den Abb. 4.11 und 4.12 dargestellt.

Die Temperaturschnitte über den Fehmarnbelt zeigen während der zwei Tage annähernd unveränderte Verhältnisse (Abb. 4.9, 4.10). Es liegen zwei durchmischte Wassermassen vor, eine obere warme und salzarme, mit Temperaturen von 12-15°C und Salzgehalten zwischen 5 und 15, sowie eine tiefergelegene kältere, mit Temperaturen von 4-12°C und Salzgehalten von 15 bis 27. Die sommerliche Sprungschicht liegt in 12 m Tiefe, die permanente Halokline bei 20 m. Das oberflächennahe Wasser zeigt am 04.06. eine geringe Erwärmung gegenüber dem Vortag. Im Zusammenhang mit den gewonnenen ADCP- Daten (Abb. 4.13, 4.14) weist die Temperaturverteilung auf einen bodennahen Einstrom von kaltem und salzreichem Nordseewasser hin. Oberflächennah hingegen dominiert das salzarme Wasser der Ostsee, das durch Einstrahlung erwärmt wurde.

Die Dichte zwischen 1005,6 kg/m³ an der Oberfläche und 1021,7 kg/m³ nahe dem Boden. Die stärkste Pyknokline befindet sich auf einem Tiefenniveau von 20 Metern. Die Dichteschnitte verdeutlichen den Einfluss der Corioliskraft auf die Strömung: die Neigung der Pyknoklinen nach Norden paßt zum bodennahen Einstrom salzreichen Wassers im Süden auf der Fehmarnner Seite.

Im Fehmarnbelt weist die Chlorophyllverteilung in einer Tiefe zwischen 15 bis 20 Metern mit 6,02 mg/l ein Maximum auf. Ober- sowie unterhalb dieses Maximums sinken die Werte bis auf 0,27 mg/l ab. Das Chlorophyllmaximum liegt oberhalb der Pyknokline und korreliert mit dem Maximum des Sauerstoffs von 1230mg / l .

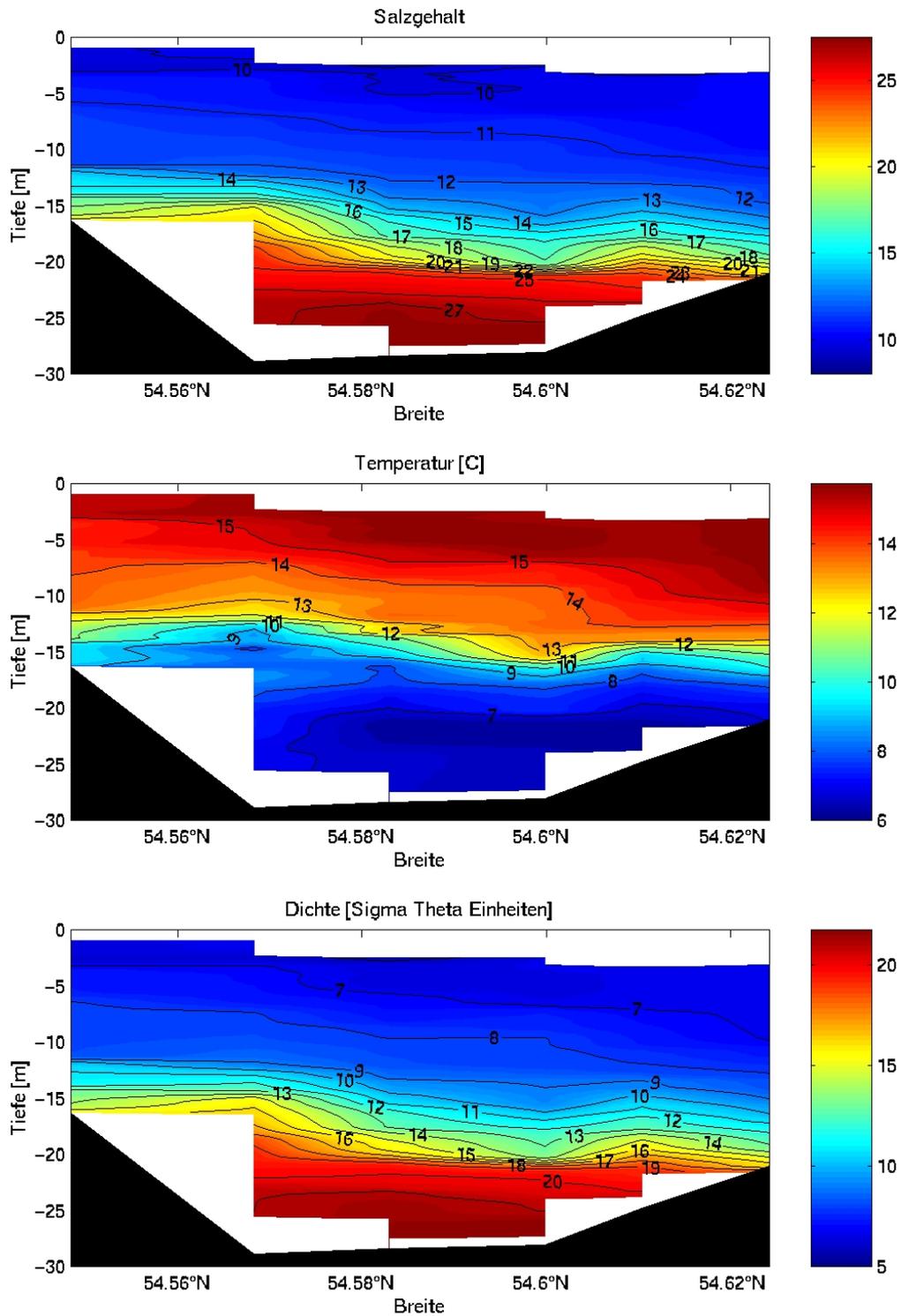


Abb. 4.9: Salzgehalt, Temperatur und Dichteverteilung quer zum Fehmarnbelt am 03.06.2002; links ist Süden, rechts ist Norden.

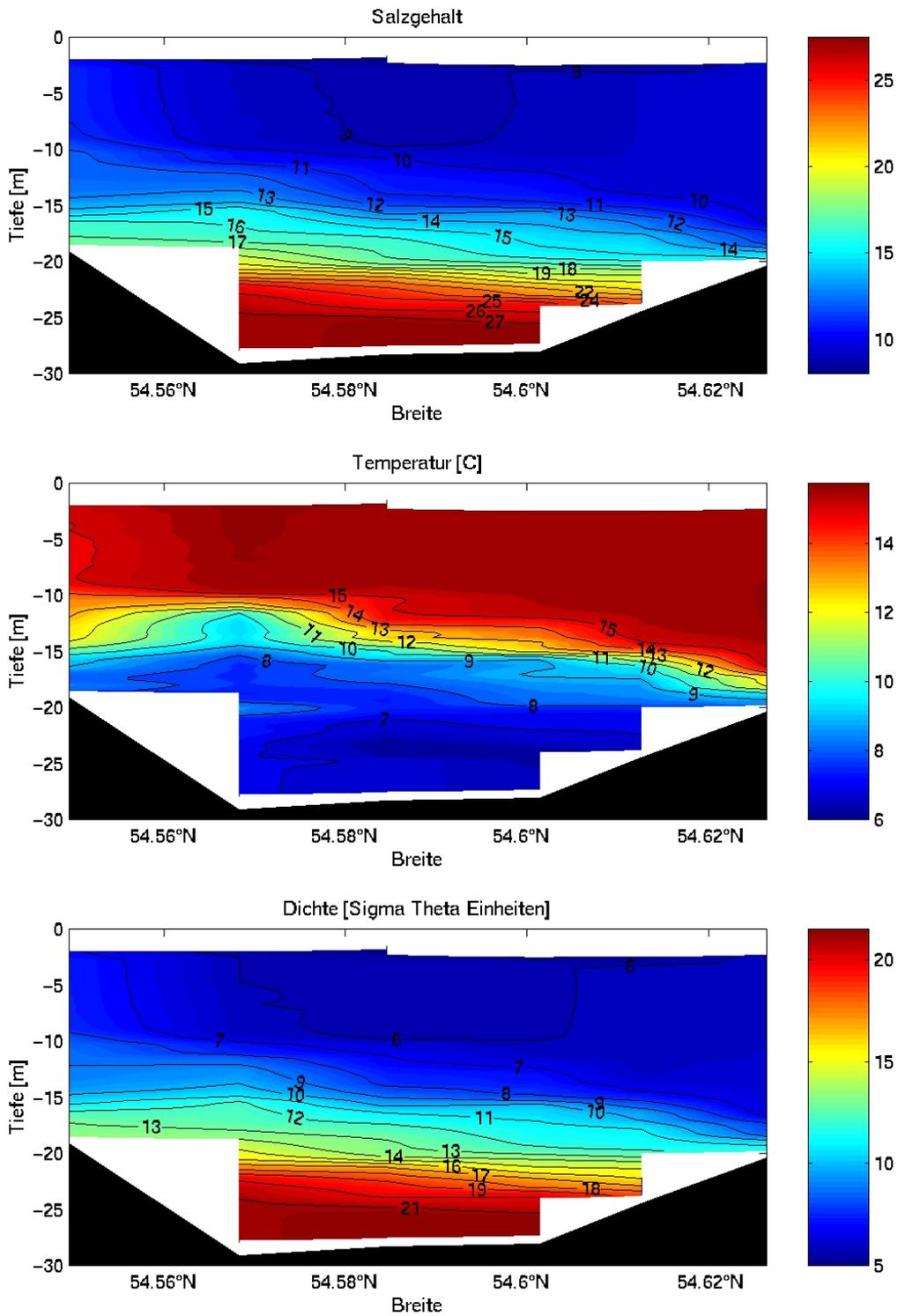


Abb. 4.10: wie Abb. 4.9 für den 04.06.2002

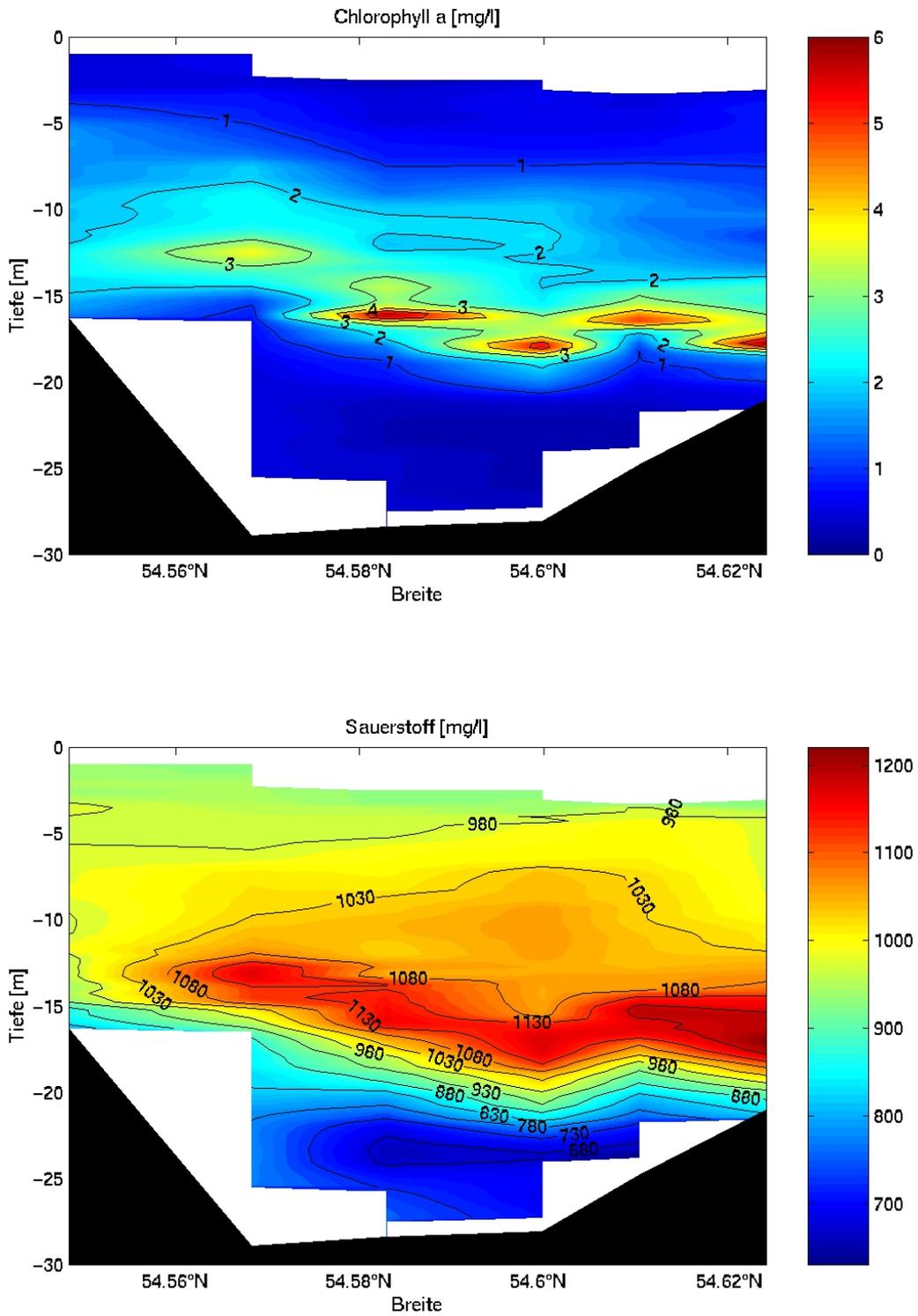


Abb. 4.11: Chlorophyll a und Sauerstoffverteilung quer zum Fehmarnbelt am 03.04.2002

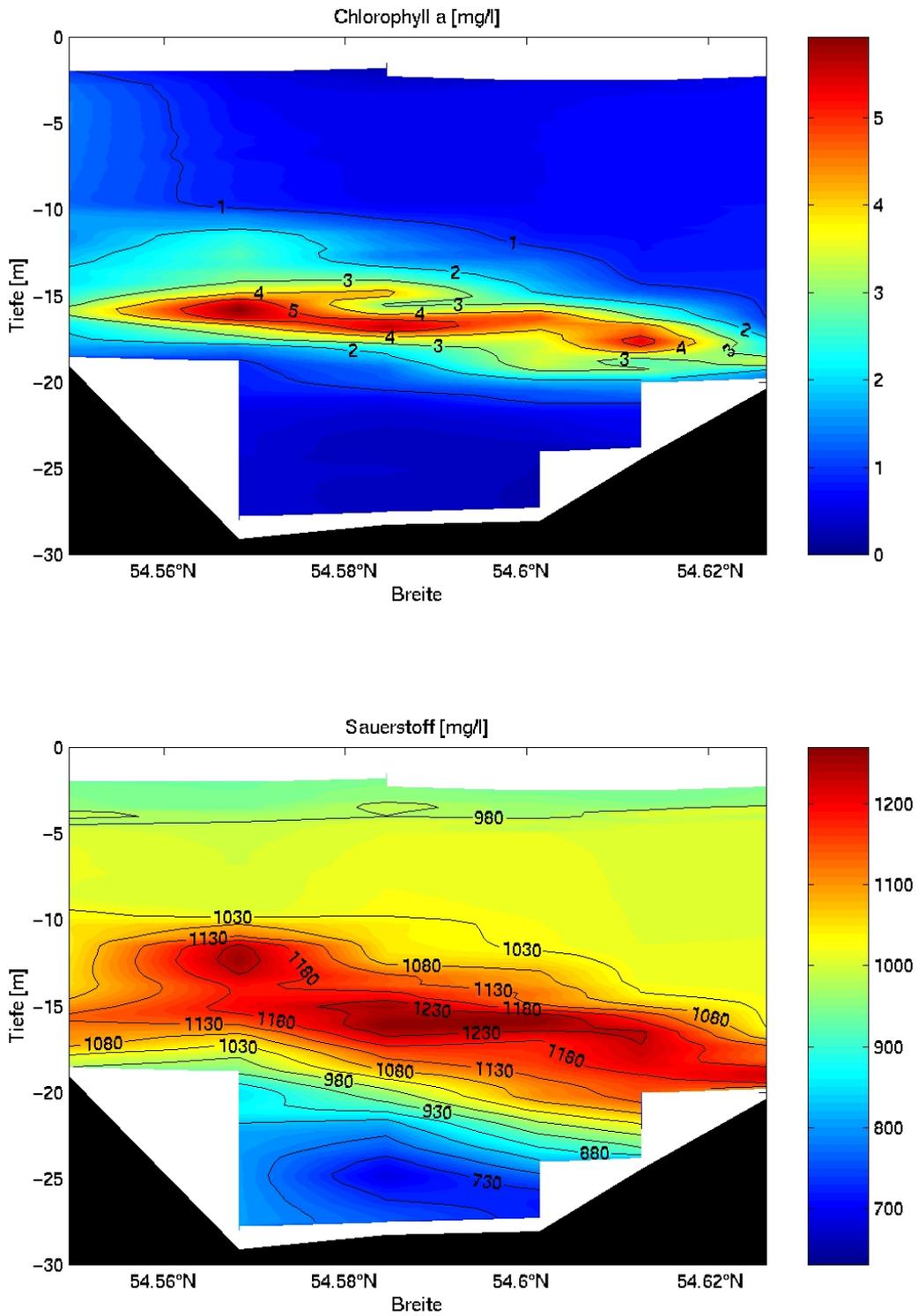


Abb. 4.12: wie 4.11 für den 04.06.2002

4.2.2 ADCP- Schnitte quer zum Fehmarnbelt

Vergleich der beiden Schnitte vom 03. / 04.06.02

Grundlage sind die ADCP- Schnitte aus dem Fehmarnbelt vom 03.06. (Abb. 4.13) und 04.06.02 (Abb. 4.14). Die Komponenten wurden jeweils um 35° gedreht, so dass die u-Komponente orthogonal zum Schnitt mit positiven Werten Richtung Südosten steht. Die v-Komponente ist positiv in Schnittrichtung. Beide Schnitte zeigen eine Westströmung im oberen Bereich und eine Ostströmung nahe des Bodens. In Abb. 4.5 überwiegt bis zu einer Tiefe von 15 m eine Strömung nach Westen, unterhalb dieser Tiefe erkennt man Strömungsgebiete, grün dargestellt, die in beide Richtungen ausgerichtet sein können und vom Betrag kleiner sind. Die durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit für den gesamten Schnitt liegt in Abb. 4.5 bei -0.2 m/s und entspricht damit einer Westströmung. Darüber wurden die Temperaturwerte der jeweiligen CTD- Schnitte gelegt. Offensichtlich ist die Thermokline eine akzeptable Trennlinie, um zwei Strömungsgebiete bzw. Wassermassen voneinander abzugrenzen. Die Tendenz einer Westströmung verstärkt sich am darauffolgenden Tag (Abb. 4.6) mit einer durchschnittlichen Strömungsgeschwindigkeit von -0.35 m/s für den gesamten Schnitt. Dies unterstützt nicht die Annahme eines intensiven bodennahen Einstroms aus der Nordsee in die Ostsee. Auf beiden Abbildungen (4.13, 4.14) lässt sich ebenfalls der Einfluss der Corioliskraft erkennen. Aufgrund technischer Probleme sind die ADCP – Daten allerdings insgesamt verrauscht und somit nicht stark aussagekräftig (s. Anhang A2).

Vergleich mit den BSH- Vorhersagen

Die für die oberen acht Meter durch das BSH-Modell kalkulierten Strömungsdaten (hier nicht gezeigt) am Fehmarnbelt können durch unsere ADCP - Messungen teilweise bestätigt werden. Das BSH hatte für den 03.06. und 04.06.02 Strömungsgeschwindigkeiten von $0.1 - 0.3$ m/s in nordwestliche Richtung vorausgesagt, was mit unseren Messungen übereinstimmt. Die von uns ab einer Tiefe von 5 Metern gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten liegen über den vom BSH vorhergesagten (bis zu $0,5$ m / s in der Schicht von 5-8 m). Da uns die Werte für die Strömung in den oberen fünf Meter nicht vorliegen, sind unsere Messungen mit den Vorhersagen des BSHs nicht direkt vergleichbar.

Vergleich mit den Profilen der ADCP- Verankerung V431_01 im Fehmarnbelt

Die Daten der ADCP- Verankerung (V431_01, Abb. 4.15) und der ADCP -Schnitte (Abb. 4.13, Abb. 4.14) im Fehmarnbelt korrelieren miteinander. Die u-Komponente in der Zeitserie der ADCP -Verankerung zeigt Schwankungen in der vorherrschenden Strömungsrichtung. Um den 17.05. und den 02.06.02 ist über die gesamte Wassersäule ein Einstrom in östlicher Richtung festzustellen. Am 03.06.02 beschränkt sich der Einstrom auf die bodennahe Wasserschicht, während das oberflächennahe Wasser in westlicher Richtung strömt. Das zu diesem Zeitpunkt gemessene Strömungsprofil von Bord der Alkor bestätigt eine für den 03.06. und 04.06.02 vorherrschende Westströmung.

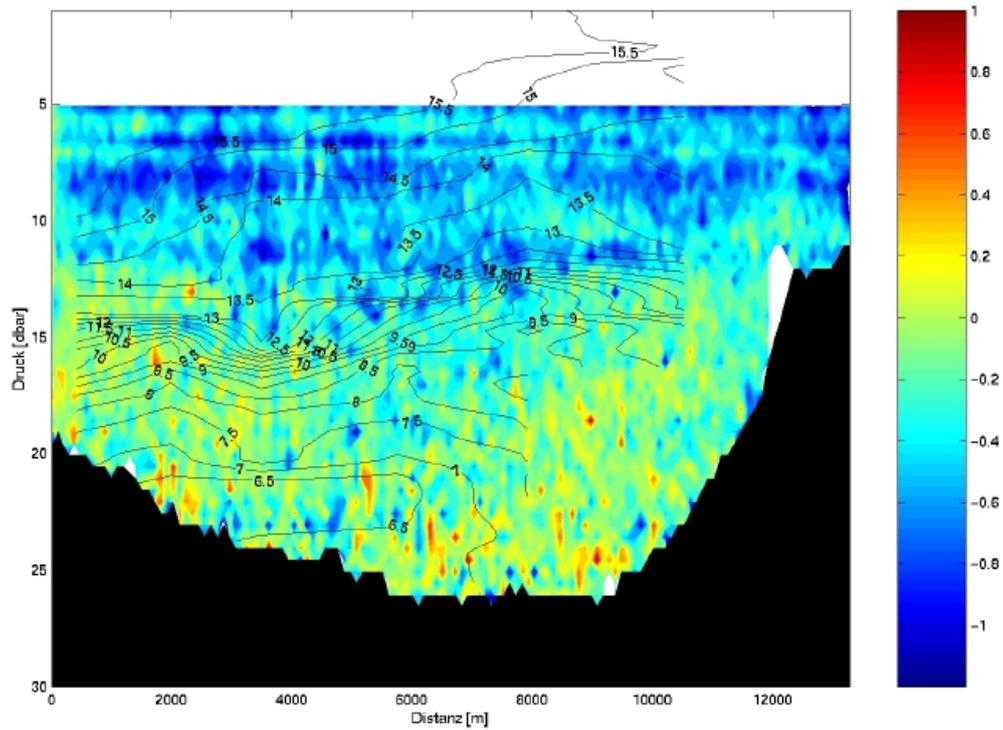


Abb. 4.13: Strömungskomponente in Tiefen > 5 m parallel zum Belt (41° gegen N gedreht) auf dem Schnitt quer zum Fehmarnbelt aus ADCP-Messungen am 03.06.2002; Isothermen vom CTD-Schnitt sind ebenfalls eingezeichnet

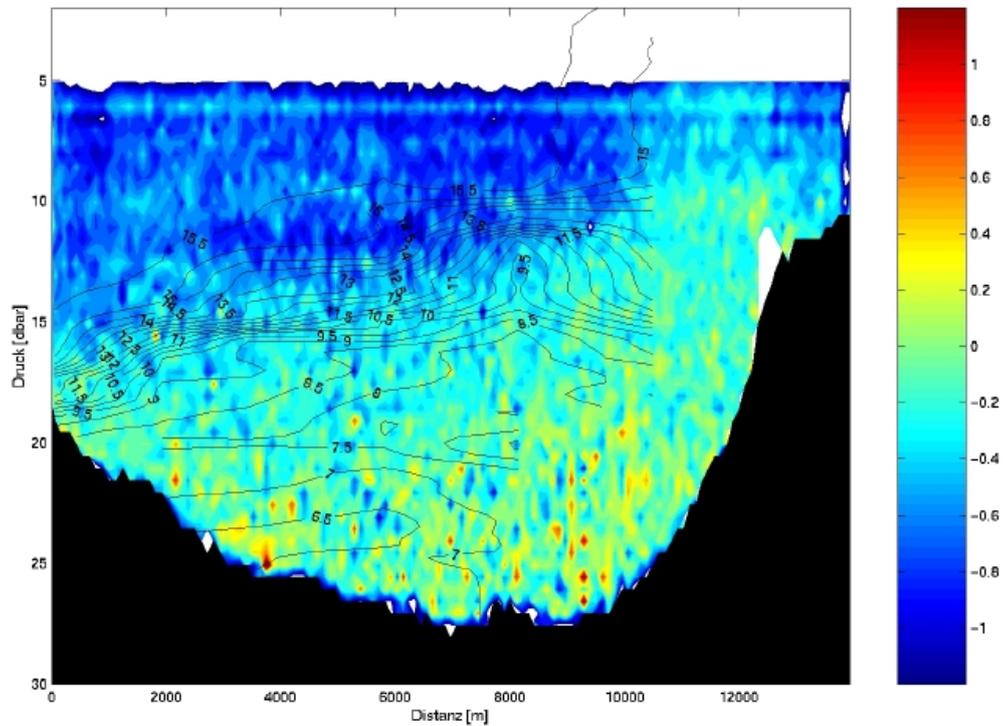


Abb. 4.14: wie Abb. 4.12 für den 04.06.2002

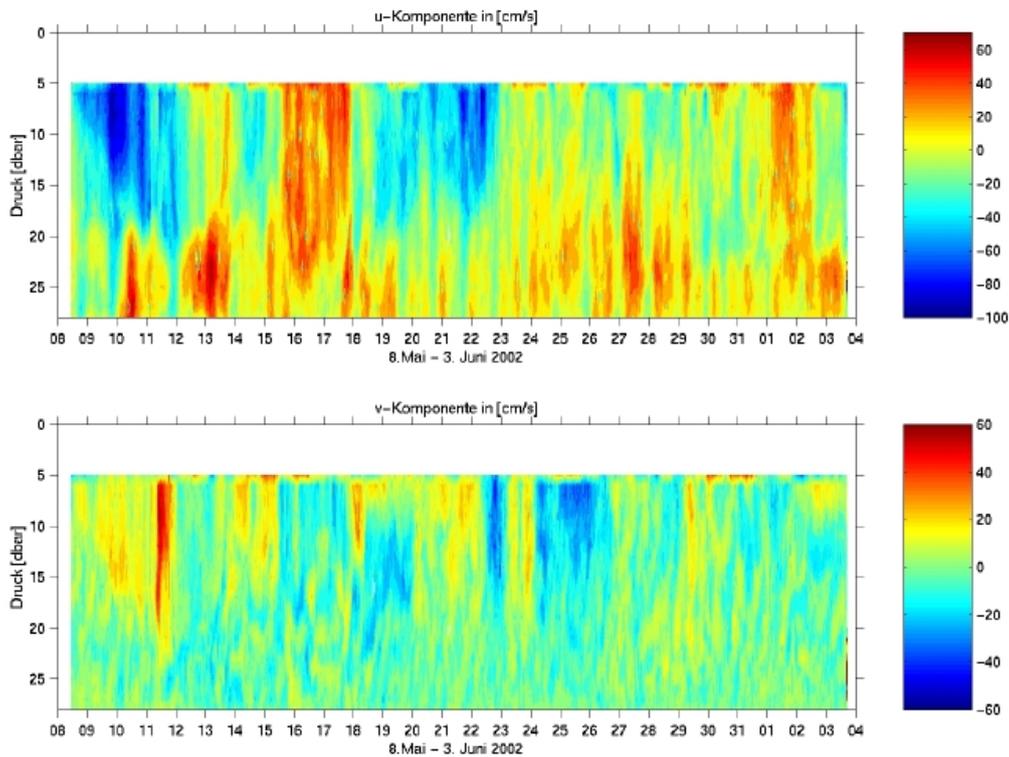


Abb. 4.15: Vertikale Strömungsverteilung aus der ADCP- Vverankerung V431_01, 08.05.-03.06. U-Komponente positiv in 131° (SE) und negativ nach NW

4.3 Hydrographie von Vinds Grav bis zum Arkonabecken

Man sieht, daß sich das salzhaltige Bodenwasser hoher Dichte mit bis zu 25 psu vor der Sattelschwelle aufstaut und nicht in die östliche Ostsee passieren kann (Abbildung 4.16). Lediglich kleinere Mengen mittleren Salzgehaltes dringen bis hinter die Sattelschwelle vor. Östlich der Schwelle ist die gesamte Wassersäule sehr homogen und hat einen deutlich geringeren Salzgehalt (5-8 psu), da sich das schwere „Nordseewasser,“ nur langsam und in kleinen Mengen dorthin bewegt. Allgemein nimmt der Salzgehalt mit der Tiefe zu.

Die Temperatur schwankt zwischen 16° C an der Oberfläche und 5° C in der Tiefe. Der Wasserkörper lässt sich in drei Schichten aufteilen. Die Deckschicht ist durch die heißen Sommertage stark erwärmt. Zwischen 11° E und 12,5° E erreicht die Temperatur bis zu 16° C. In Richtung Osten fällt die Oberflächen- temperatur auf 13° C ab. Westlich 12° ist eine stark ausgeprägte thermische Sprungschicht mit hohem Gradienten in 10-15m Tiefe vorhanden. Darunter folgt das Tiefenwasser mit Temperaturen von 5-8° C.

Der Dichteverteilung ähnelt sehr der des Salzgehalts. Druck und Temperatur haben auch Einfluß, aber dort gibt es keine große Varianz östlich und westlich der Schwelle. Auch hier ist zu erkennen, dass sich das schwere Nordseewasser vor der Schwelle anstaut. Das Wasser der Mecklenburger Bucht und der westlichen Ostsee ist schwerer als das der östlichen Ostsee.

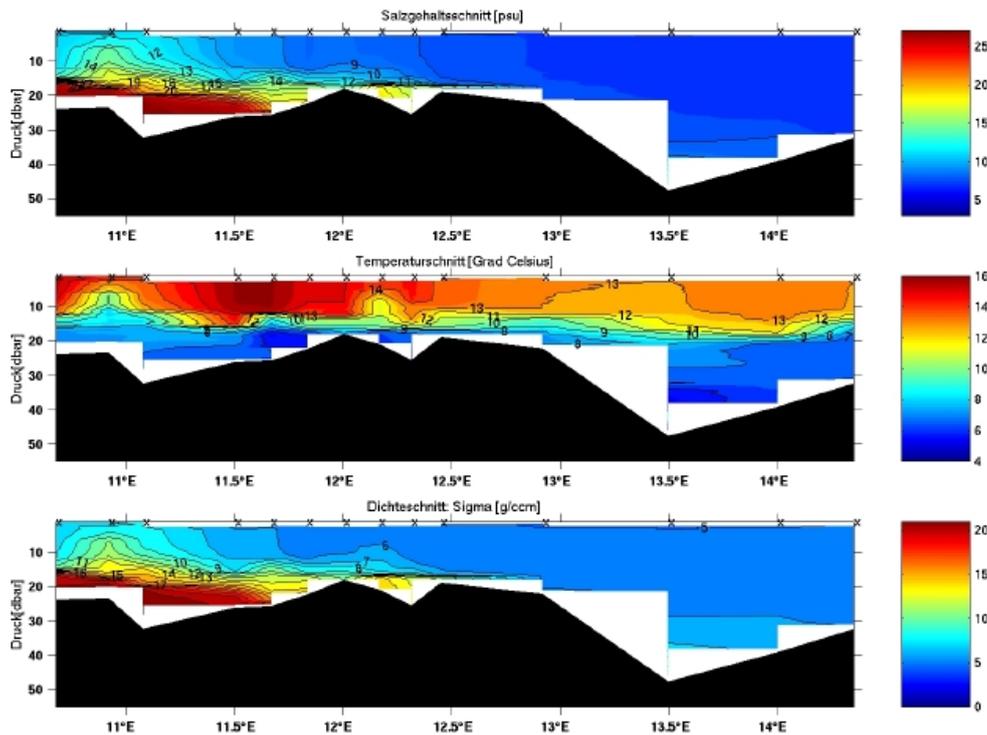


Abb. 4.16: Salzgehalts-, Temperatur- und Dichteverteilung auf einem Schnitt von Vindsgrav zum Arkonabecken, 03./04.06.2002.

In einer Tiefe von 16-18 m zwischen 11,5° E und 13° E ist ein Chlorophyllmaximum von ca. 4-6 mg/l zu verzeichnen (Abb. 4.17). In einer Tiefe von 12-14 m westlich der Schwelle gibt es ein weiteres Maximum. Das Maximum liegt im Bereich der Dichtesprungschicht. Auf dem dichteren Wasser in der Tiefe bleiben die Organismen regelrecht liegen.

Die Sauerstoffkonzentration erreicht ihr Maximum von 1200-1300 mg/l in einer Tiefe von 12-20 m fast über die gesamte Länge des Schnittes (siehe Abbildung 4.3.2, CTD-Schnitt Sauerstoff). Tendenziell ist zu erkennen, dass der Sauerstoffgehalt in Richtung Osten zunimmt. In den größeren Tiefen herrscht eine geringe Sauerstoffkonzentration, wie es sehr typisch ist für die Ostsee. Die maximalen Sauerstoffkonzentration hängen mit der Ansammlung Sauerstoff produzierender Organismen in diesen Bereichen zusammen.

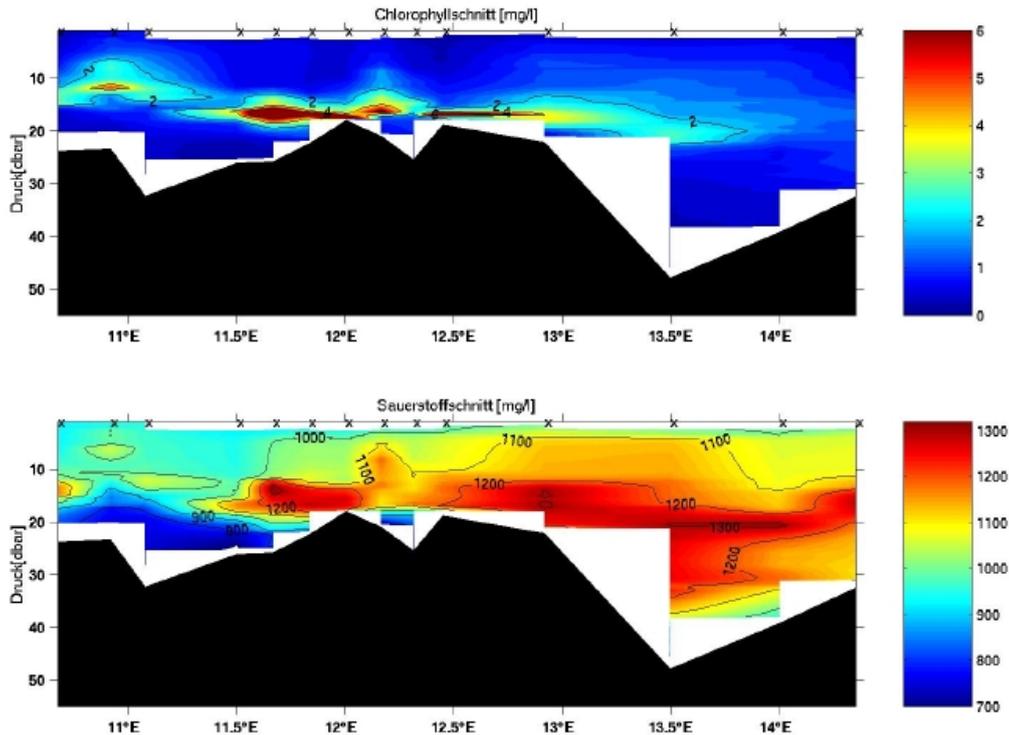


Abb. 4.17: wie Abb. 4.16 für Chlorophyll *a* und Sauerstoff

4.4 Störungsschwankungen im Fehmarnbelt.

Die Verankerung im Fehmarnbelt (54 N 31.278'; 11E 18.183', Tiefe, 29m) hat verschiedene ozeanographische Parameter im Zeitraum vom 12 März bis zum 3 Juni 2002 gemessen. Mit einem Rotorströmungsmesser RCM4 wurden neben der Strömung auch Salzgehalt sowie Temperatur gemessen. Außerdem wurden im Zeitraum vom 8.Mai bis zum 3 Juni Salzgehalt und Temperatur mit einem Microcat, sowie die Strömung mit einem ADCP gemessen. In den entsprechenden Diagrammen ist die Zeit in Tagen des Jahres 2002 angegeben.

ADCP-Zeitreihe (Abb. 4.15):

Die Strömungsrichtungen der ADCP-Daten wurden um 35° gedreht. Dadurch ist die u-Komponente die durch die Topographie vorgegebene Hauptströmungsrichtung und die v-Komponente vernachlässigbar.

In den unteren Bereichen (18-27m) dominiert eine Strömung in südöstliche Richtung mit Geschwindigkeiten zwischen 20 und 40 cm/s. In den oberen Bereichen variiert dagegen die Strömungsrichtung und ist häufig auch in nordwestliche Richtung anzutreffen. Die Geschwindigkeiten reichen hier bis zu -60 cm/s. Dieses oberflächliche Ausströmen (aus der Ostsee durch den Fehmarnbelt in Richtung Nordsee) wird teilweise durch Einstromereignisse unterbrochen, die über das ganze Profil reichen.

Bei dem einströmenden Wasser im tieferen Bereich könnte es sich um die salzreichen und damit dichten Wassermassen aus der Nordsee handeln. Ein Modell eines Ästuarinen Zirkulationssystems setzt einen Einstrom entgegen dem Ausstrom voraus. Wenn die Oberflächenströmung Wasser aus der Ostsee hinausbefördert, muß Wasser aus der

Nordsee(salzreicher) in der Tiefe nachfließen, damit die Höhe des Meeresspiegels beibehalten wird. Die oberflächlichen ausströmenden Wassermassen haben im Mittel eine höhere Geschwindigkeit. Möglicherweise ist die Ursache der insgesamt höhere Ausstrom im Vergleich zum Einstrom und der Einfluß des Windes.

Die starken Einstromereignisse um den 15. und den 31. Mai, sowie die stärkeren Ausstromereignisse um den 8. und 20. Mai zeigen sich auch in den Daten aus den BSH-Vorhersagen (hier nicht gezeigt)

Bodennahe Schwankungen von Salzgehalt und Temperatur (Abb. 4.18)

In den Messungen des RCM4 aus 26 m Tiefe steigt der Salzgehalt vom Tag 70 des Jahres 2002 (11.03.2002) mit ca. 16 psu zum Sommer hin mit ca. 26 psu an (siehe Abbildung 4.18). Der Verlauf ist nicht kontinuierlich sondern Schwankungen unterworfen.

Die Aufzeichnungen des Microcat beginnen an Tag 127 des Jahres 2002 (08.05.2002). Der Kurvenverlauf ist parallel zum RCM, liegt aber im Mittel ca. um 1-2 psu höher. Die Messungen des RCM wurden gemittelt. Daher weist diese Kurve einen weniger „gezackten,, Verlauf auf. Die Differenz der Absolutwerte könnte durch die verschiedenen Tiefen in denen die Geräte installiert waren zustande gekommen sein. Das Microcat lag 2m tiefer und hat dementsprechend die höheren Salzgehaltswerte. Der mit zunehmender Tiefe ansteigende Salzgehalt zeigt sich auch in dem CTD-Schnitt.

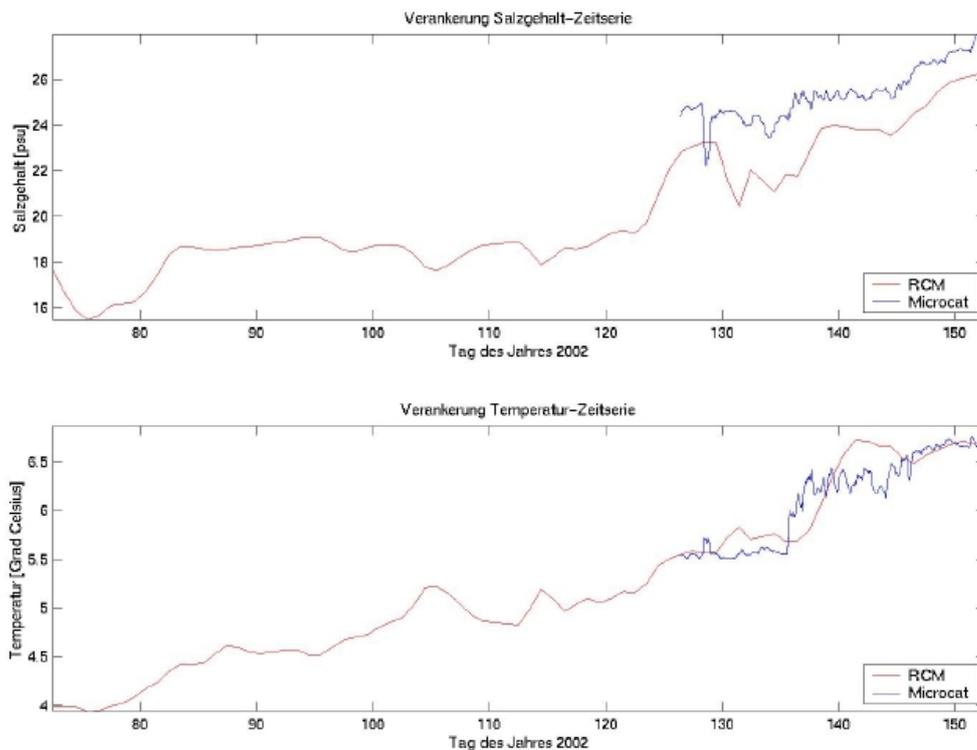


Abb. 4.18: Bodennahe Messungen von Salzgehalt (oben) und Temperatur (unten) in den Verankerungen V399_07 mit einem RCM4 (lange blaue Kurven) und in V431_01 mit einem MicroCat (kurze rote Kurven).

Die Temperatur steigt zum Sommer hin von anfänglich (ab dem 70 Tag des Jahres des Jahres 2002) 4 °C auf 6,5 °C an. Bei den Temperaturmessungen wirkt sich die unterschiedliche Tiefenlage nicht so stark aus, weil der Temperaturgradient nur noch relativ klein.

Bodennahe Strömung (RCM und ADCP)

Auch hier wurden die Daten um 35° rotiert, damit die u-Komponente die Hauptströmungsrichtung darstellt (Abbildung 4.19). Die Werte schwanken zwischen 60 cm/s und -25 cm/s. Die positiven Daten überwiegen. Dabei handelt es sich um den Einstrom aus der Nordsee. Die Ausschläge der ADCP-Daten fallen deutlich höher aus, als die der RCM-Daten. Dies ist wieder in der Mittelung der RCM-Daten begründet. Tendenziell stimmen die Strömungsrichtungen aber überein trotz der aufgetretenen Probleme mit em Kompass des RCM4 (magnetische Batterie verwendet).

Interessant sind die Daten im Zusammenhang mit der Salzgehaltsserie. Es lässt sich ein Zusammenhang vermuten mit dem starken Einstromereigniss aus nordwestlicher Richtung (Tag 130) und dem zeitgleich auftretenden Salzgehaltsmaximum welches vom RCM aufgezeichnet wurde. Zur gleichen Zeit zeichnet das Microcat ein Salzgehaltsminimum auf. Dies ist nicht zu erklären.

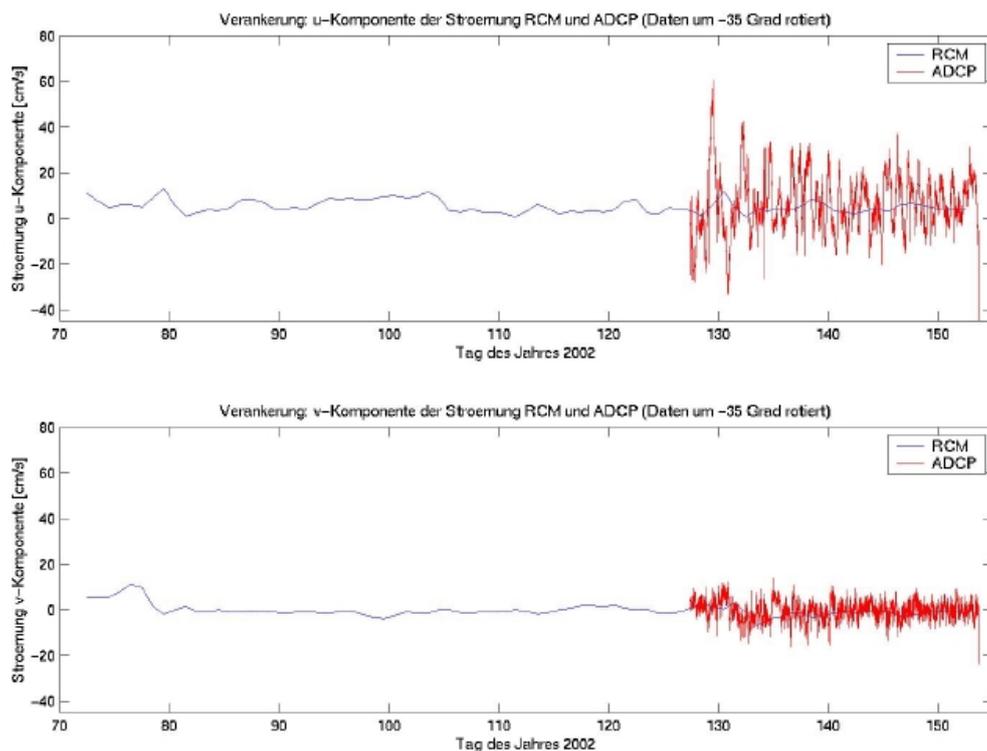


Abb. 4.19: Südöstliche (oben) und südwestliche (unten) Komponente der Strömungsmessungen in den Verankerungen V399_07 mit einem RCM4 (lange blaue Kurven) und in V431_01 mit einem MicroCat (kurze rote Kurven).

5. Wiss. Ausrüstung und Verankerungen

5.1 CTD/Rosette und Salinometer

Verwendet wurden ein CTD vom Typ OTS-Sonde der Fa. Meerestechnik Elektronik mit zusätzlichem Sauerstoffsensoren und Fluorometer. Das CTD hat eine Laborkalibrierung vom März 2001 für Temperatur- und Drucksensoren mit einer Genauigkeit von besser als 0.01 K bzw. 0.1 dbar. Der Leitfähigkeitssensoren muss mit *in-situ* Daten nachkalibriert werden, um Salzgehalte besser als 0.01 zu erhalten. Eine erste Sichtung ergibt, dass die Sonde besser als 0.02 an den Flaschendaten liegt. Die Flaschendaten wurden mit einem Beckmann-Salinometer salinometriert (Müller, 1999).

5.2 Unterwegs-Messungen

5.2.1 Navigation

Die Navigation erfolgt mit GPS, Kreiselkompass und DoLog-Anlage. Für die wissenschaftliche Auswertung ist GPS am wichtigsten. Für die Auswertung von Schiffs-ADCP müssen Daten vom Kreiselkompass verwendet werden.

5.2.2 Meteorologische Daten

Meteorologische Daten werden von Sensoren gemessen, die im Mast angebracht sind, teilweise doppelt auf Steuerbord- und Backbordseite: dies sind Sensoren für Trocken- und Feuchttemperatur, Schalenanemometer und Fahne für den scheinbaren Wind. Hinzu kommen je ein Sensor für die globale Einstrahlung und die langwellige Ausstrahlung sowie die Wassertemperatur.

5.2.3 Echolot

Die Anzeige des ELAC-Tiefseelots erfolgt im Labor und auf der Datadis. Die Tiefen in dieser Anzeige sind kompensiert für Einbautiefe des Schwingers und basieren auf einer Bezugsschallgeschwindigkeit von 1500 m/s. Bei größeren Tiefen ist deshalb zu den Lottiefen ein Korrekturfaktor anzubringen, der auf einer korrigierten Schallgeschwindigkeit beruht, z.B. aus einem CTD-Profil.

5.2.4 Thermosalinograph

Ein Thermosalinograph ist im Vorschiff eingebaut. Die Temperatur wird an der Aussenhaut in etwa 2 m Tiefe gemessen. Dort wird auch Wasser ins Innere gesaugt, wo mit Hilfe eines Leitfähigkeitssensors und eines zweiten Temperaturfühlers der Salzgehalt bestimmt wird. Die erreichbaren Genauigkeiten sind 0.1 K bzw. 0.1 im Salz.

5.2.5 Schiffs-ADCP

Die Strömungsmessungen wurden mit einem 300 kHz Workhorse ADCP von RDI (Transducerwinkel 20°) durchgeführt. Das Gerät wurde so eingebaut, dass Transducer 3 nach vorne zeigt (Rauten-Konfiguration). Die Rohdaten wurden jede Sekunde aufgezeichnet, die Bin-Länge betrug 1m, so daß die Strömung der gesamten Wassersäule gemessen werden konnte. Zur Richtungsbestimmung wurde der Schiffs-Kreiselkompass benutzt und die Position mit dem GPS-Empfänger der Alkor bestimmt. Die Strömungsgeschwindigkeit wurde jedoch mit Hilfe des "bottom tracking" von ADCP/Schiffs-Koordinaten in Erdkoordinaten umgerechnet, was während der gesamten Fahrt wegen der geringen Wassertiefe möglich war.

ADCP-Aufzeichnung und Datenverarbeitung erfolgten mit dem Programmpaket VMDAS von RDI.. Zu speziellen Probleme, die mit diesem Gerät auftraten, siehe Anhang A2.

5.2.6 Datadis

Alle Unterwegsmessungen werden bis auf Schiffs-ADCP Daten vom System DATADIS erfasst und in die Labors auf Anzeigen und Datensteckdosen verteilt.

5.3 Verankerungen

Verankerung V399 ist eine Unterwasserverankerung mit Oberflächenmarkierung. Sie enthält einen Rotorstrommesser in 27 m Tiefe bei 29 m Wassertiefe. Zu Vergleichszwecken mit dem ADCP ist diesmal in V399_8 unter dem RCM4 zusätzlich ein akustisch messender RCM9 in 28 m Tiefe eingesetzt.

Verankerung V431 wird seit Mai 2002 betrieben und soll ab Herbst 2002 V399 ablösen. Sie enthält einen ADCP vom Typ RDI WH, 300 kHz sowie ein MicroCat CTD. Beide sind in einem Schild (TRBM von FloTech)) gegen Fischerei geschützt.

Tab 1: Aufgenommene und ausgesetzte Verankerungen

Date 2002	Time UTC	Position	Water Depth	ID	Current meters	Remarks
.03.06.	16:25	54°31.278'N 011°18.183'E	29 m	V399_7	1 RCM4, 27 m	Recovered
	16:50	54°31.324'N 011°18.215'E	29 m	V431_1	1 ADCP, 300 kHz, 29 m 1 MicroCat, 29 m	Recovered
04.06.	16:15	54°31.297'N 011°18.188'E	29 m	V399_8	1 RCM4, 27 m 1 RCM9, 28 m	Launched
	16:19	54°31.333'N 011°18.179'E	29 m	V431_2	1 ADCP, 300 kHz, 29 m 1 MicroCat, 29 m	Launched

6. Abschließende Bemerkungen

Wir danken Kapitän Priebe und seiner Besatzung für die fachliche und freundliche Unterstützung an Bord.

7. Literatur

Firing, E., Ranada, J. and P. Caldwell (1993): Processing ADCP Data with the CODAS Software System, Version 3.1. Intern. Rep. Univ. Hawaii & NODC.

Lehmann, A. et al., (2002): Effects of remote and local atmospheric forcing on circulation and upwelling in the Baltic Sea. Tellus. Accepted.

Müller, T.J. (1999): Determination of salinity. In: Grasshoff, K., K. Kremling and M Ehrhardt (editors), *Methods of Seawater Analysis*, 3rd rev, Wiley-CH, 600 pp.

RD Instruments (1990): User's Manual for the RD Instruments Data Acquisition Software (DAS). RD Instruments, San Diego, CA, U.S.A.

8. Anhänge

Anhang 1: Stationsliste

ALKOR cruise 204: Station and sample log
Kiel-Kiel, 03-JUN-2002 to 05-JUN-2002
Status: 02-JUL-2002

List of abbreviations:

St : station no.
C : CTD cast no., monotonically increasing during the cruise;
all casts to near bottom if not indicated else
Wd : water depth from sounding/m, based on 1470 m/s
Id : max. depth of instrument
In : (major) Type of instrumentation or mooring or equipment
S : type of samples taken (see below)
1 vADCP : way point vessel mounted RDI ADCP, 300 kHz
1 Datadis : way point of on-line log of underway data,
2 OTS1 : CTD, CTD with O2 and fluorometer sensor,
IFMK internal ID 1, 3x2.5 l bottle rosette attached
5 mooring : V399

Samples taken

S : 6 salinity (for CTD calibration only)

Legend for hydrographic and vADCP sections

C section across Fehmarnbelt

L section along Vinds Grav, Fehmarnbelt, Kadetrinne to Arkona Basin

Date	Time	St	C	Latitude	Longitude	Wd	Id	In	S	Remarks
year 2001										
UTC				North	East					
MM	DD	hh	mm	DD MM.MM	DDD MM.MM	m	m			
X-----										
06	03	07	00	-9 -9 54 20.00	010 09.00	-9	0	2	0	sail Kiel
06	03	07	45	-9 -9 54 29.00	010 17.00	21	21	4	0	WP
06	03	08	29	695 1 54 31.95	010 40.67	21	21	2	0	CTD test
06	03	09	41	696 2 54 36.44	010 55.26	23	21	2	6	L west
06	03	10	36	697 3 54 35.64	011 04.81	32	30	2	6	L
06	03	11	18	698 4 54 32.91	011 09.60	16	14	2	6	C south
06	03	11	44	699 5 54 34.10	011 10.90	29	27	2	6	C, L
06	03	12	08	700 6 54 34.98	011 12.23	28	26	2	6	C
06	03	12	38	701 7 54 35.99	011 13.40	28	26	2	6	C
06	03	13	00	702 8 54 36.66	011 14.34	25	23	2	6	C
06	03	13	23	703 9 54 37.45	011 15.43	21	19	2	6	C north
06	03	14	00	-9 -9 54 33.5	011 05.0	-9	-9	4	0	C south, WP
06	03	16	04	704 10 54 31.36	011 17.53	28	26	2	0	L, at V399, V431
06	03	16	21	704 -9 54 31.28	011 18.18	29	-9	5	0	recover mooring V399/07
06	03	16	50	705 -9 54 31.32	011 18.22	29	-9	5	0	recover mooring V431/01
06	03	17	46	706 11 54 27.04	011 30.23	26	24	2	0	L
06	03	18	45	707 12 54 20.97	011 40.04	26	24	2	0	L
06	03	19	27	708 13 54 21.02	011 50.05	22	20	2	0	L
06	03	20	14	709 14 54 21.46	012 00.18	18	16	2	0	L
06	03	21	01	710 15 54 23.89	012 10.01	21	19	2	0	L, break
06	04	04	16	711 16 54 38.03	014 21.07	32	30	2	0	L, east
06	04	05	47	712 17 54 47.16	013 51.81	39	37	2	0	L
06	04	07	37	713 18 54 54.99	013 29.87	48	46	2	0	L
06	04	09	38	714 19 54 48.72	012 55.18	22	20	2	0	L
06	04	11	22	715 20 54 41.13	012 27.01	19	17	2	0	L
06	04	12	30	716 21 54 32.10	012 18.80	26	24	2	0	L complete
06	04	16	15	717 -9 54 31.28	011 18.19	29	-9	5	0	set mooring V399/6
06	04	16	20	718 -9 54 31.33	011 18.18	29	-9	5	0	set mooring V431/02
06	04	16	26	718 22 54 31.36	011 18.17	29	27	2	0	at mooring sites
06	04	17	03	719 23 54 32.97	011 09.89	19	17	2	0	C south
06	04	17	21	720 24 54 34.10	011 10.91	29	27	2	0	C
06	04	17	43	721 25 54 35.07	011 12.28	28	26	2	0	C
06	04	18	04	722 26 54 36.08	011 13.62	28	26	2	0	C
06	04	18	19	723 27 54 36.76	011 14.40	24	22	2	0	C
06	04	18	39	724 28 54 37.58	011 15.57	20	18	2	0	C north
06	04	19	15	719 23 54 32.97	011 09.89	19	17	2	0	C south
vADCP-test										
06	05	-9	-9	-9 -9 54 29.00	010 17.00	21	21	4	0	WP to Kiel
06	05	05	30	-9 -9 54 20.00	010 09.00	-9	-9	2	0	call Kiel

Anhang 2:**ADCP-Test bei AL204**

Burkard Baschek

Das ozeanographische Praktikum für Nebenfächler fand vom 3.-6. Juni auf FS Alkor statt. Die Strömungsgeschwindigkeit wurde mit einem 300 kHz Workhorse ADCP von RDI mit einem Transducer Winkel von 20° gemessen. Da die Daten in der Vergangenheit -- und auch während dieser Fahrt -- einen deutlichen geschwindigkeitsabhängigen Fahrtfehler in den obersten 15 m aufwiesen, wurde dieser Fehler mit Hilfe eines ADCP Tests am 5. Juni 2002 um 21:15 Uhr untersucht.

Die Geschwindigkeit wurde bei einem annähernd westlichen Kurs von 263° langsam zwischen 1.5 und 5.5 m/s variiert (Abb. A2.1, während sich die Wassertiefe von 14 auf 22 m erhöhte.

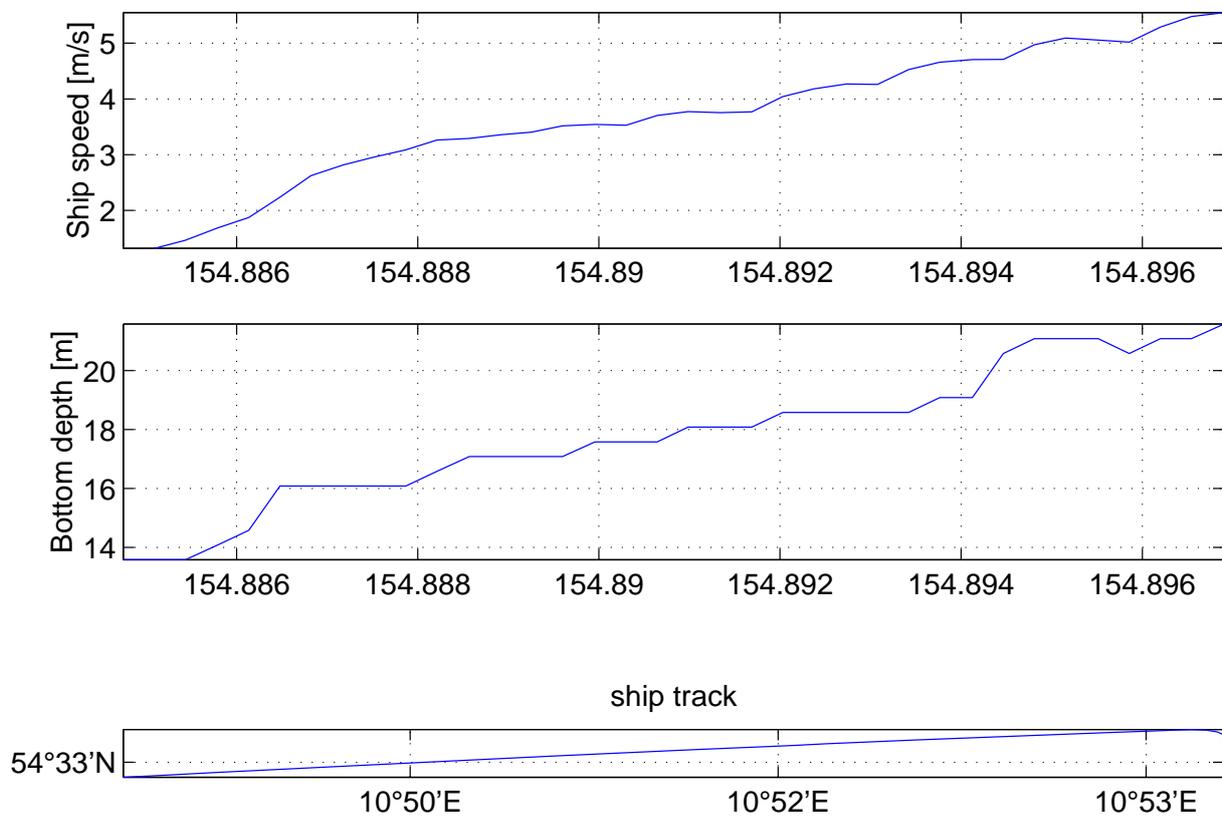


Abb. A2.1: ADCP Test vom 5. Juni 2002. a) Schiffsgeschwindigkeit; b) Wassertiefe; c) Schiffs-Position.}

Die u , v , und w -Komponente der ungemittelten Einzelpings sind in der gesamten Wassersäule stark verrauscht (Abb. A2.2). Dies könnte durch andere akustische Geräte (Doppler-Logge, Echolot) hervorgerufen werden, auch wenn diese auf einer etwas anderen Frequenz senden. Die Qualität der Daten könnte evtl. durch ein zwischenzeitliches Abschalten dieser Geräte verbessert werden, wenn sie für die Navigation nicht benötigt werden. Eine Mittelung der Daten kann die Datenqualität weiter erhöhen auch wenn dadurch die zeitliche (räumliche

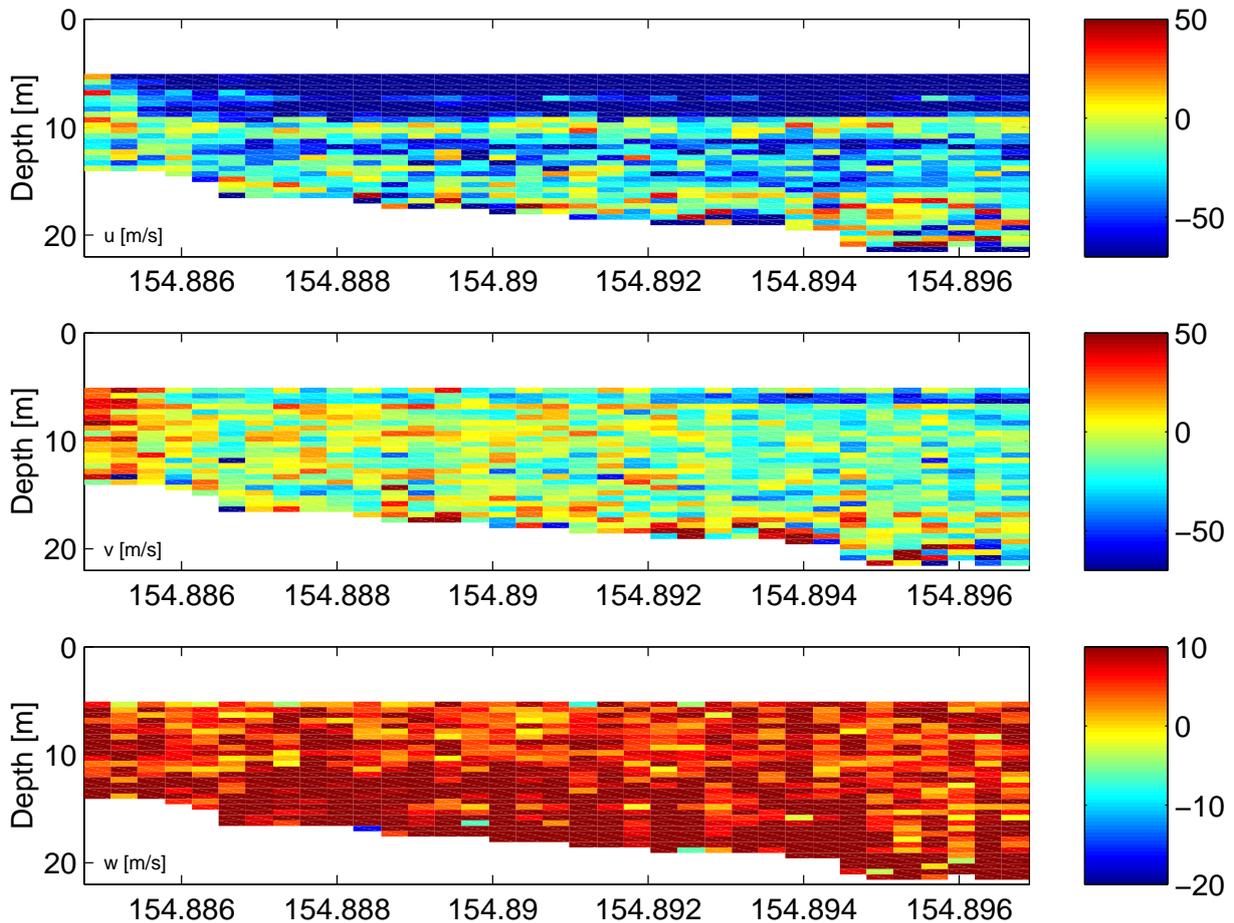


Abb. A2.2 Strömungsgeschwindigkeit als Funktion der Zeit. a) u -Komponente [cm/s]; b) v -Komponente [cm/s]; c) w -Komponente [cm/s].

Die hohen Strömungswerte in den oberen 15 m hängen jedoch von der Schiffsgeschwindigkeit ab, wie Abbildung A2.3 zeigt. Auch hier sind wieder die u , v , und w -Komponente geplottet. Die Farbe gibt die Schiffsgeschwindigkeit an, mit Werten zwischen 1.5 m/s (blau) und 5.5 m/s (rot). Die Profile stellen die gemittelten Daten in Intervallen von 0.5 m/s dar. Der Fehler wird zunächst mit zunehmender Schiffsgeschwindigkeit grösser, verringert sich dann aber wieder bei Geschwindigkeiten zwischen 4 und 5.5 m/s. Außerdem verringert sich der Fehler nicht einfach exponentiell mit der Tiefe, wie es bei früheren Messungen beobachtet worden ist und wie es sich durch den Einfluß der Bugwelle erklären ließe -- die Messungen zeigen einen grob wellenförmigen Verlauf. In etwa 13,m Tiefe (9 m unter dem ADCP) klingt dieser Fahrtfehler auf Nahe null ab.

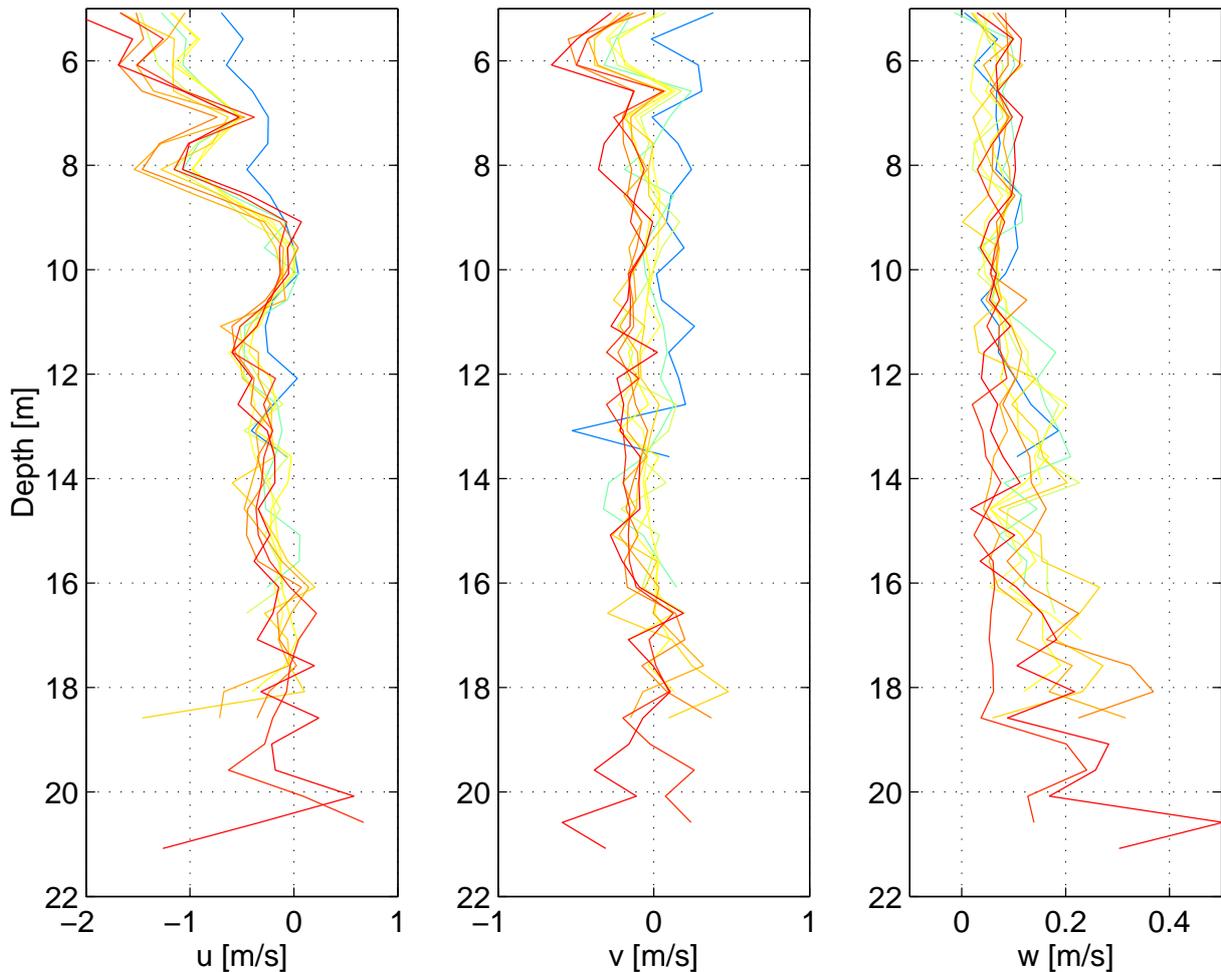


Abb. A2.3: Gemittelte ADCP-Daten (in Intervallen von 0.5 m/s). Die Farben geben die Schiffsgeschwindigkeit an und reichen von 1.5 m/s (blau) bis 5.5 m/s (rot). a) u -Komponente [m/s]; b) v -Komponente [m/s]; c) w -Komponente [m/s].

Um diesen Effekt weiter zu untersuchen wurde das mittlere Stromungsprofil genommen (Abb.A2.5) und als Vektorplot dargestellt (Abb. A2.6). Die Farben markieren in diesem Fall die Tiefe (blau: 5 m, rot: 20 m), wodurch deutlich wird, dass die Strömungsrichtung des Fahrtfehlers von der Tiefe abhängt! Nahe der Oberfläche weicht sie in einem Winkel von 10° von der Fahrtrichtung ab. Diese Abweichung wird in mittleren Tiefen sogar noch stärker und verringert sich erst bei den Bins, die schon durch den Boden beeinflusst werden und ohnehin fehlerhaft sind.

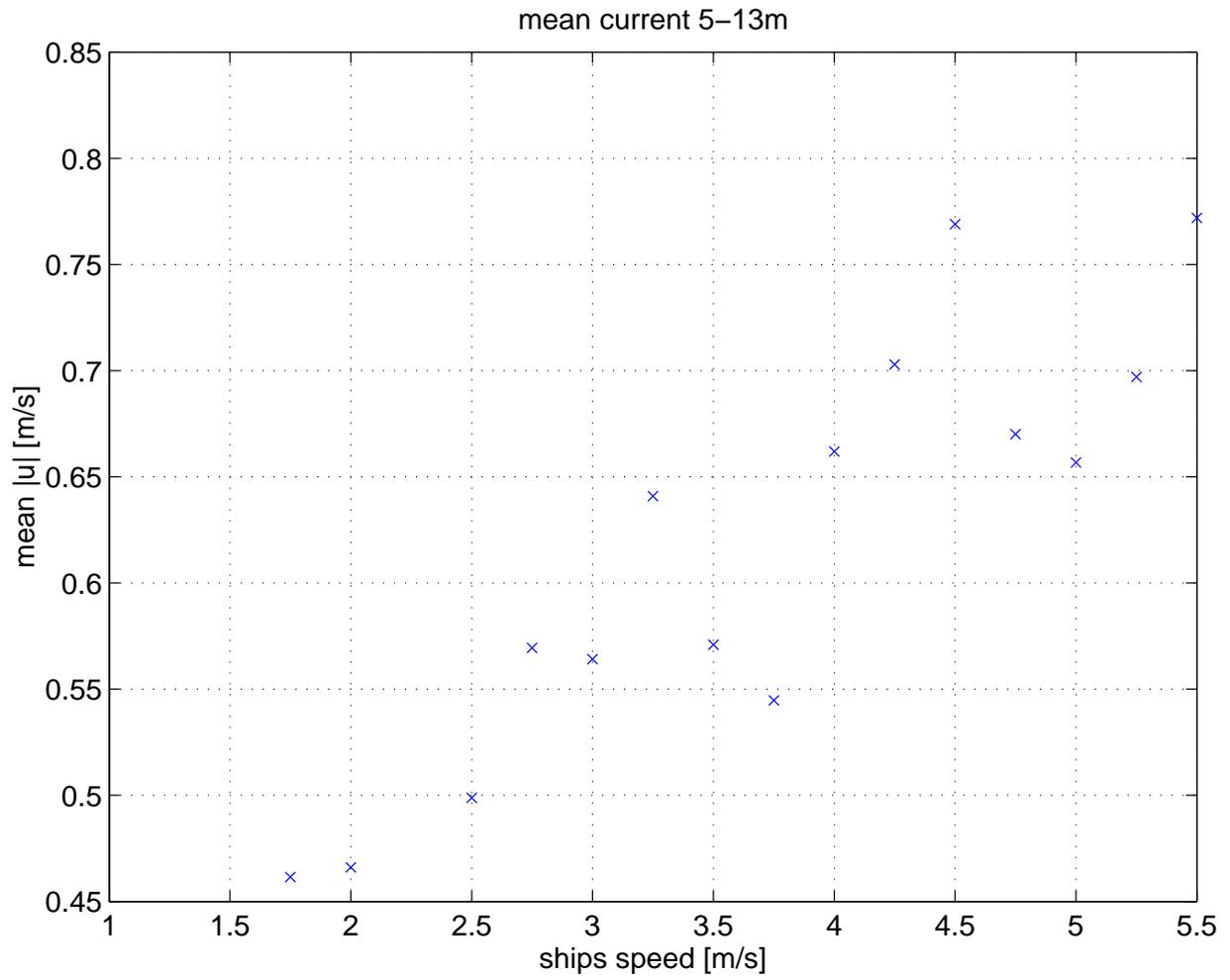


Abb. A2.4: Betrag der mittleren Strömungsgeschwindigkeit der oberen 13 m

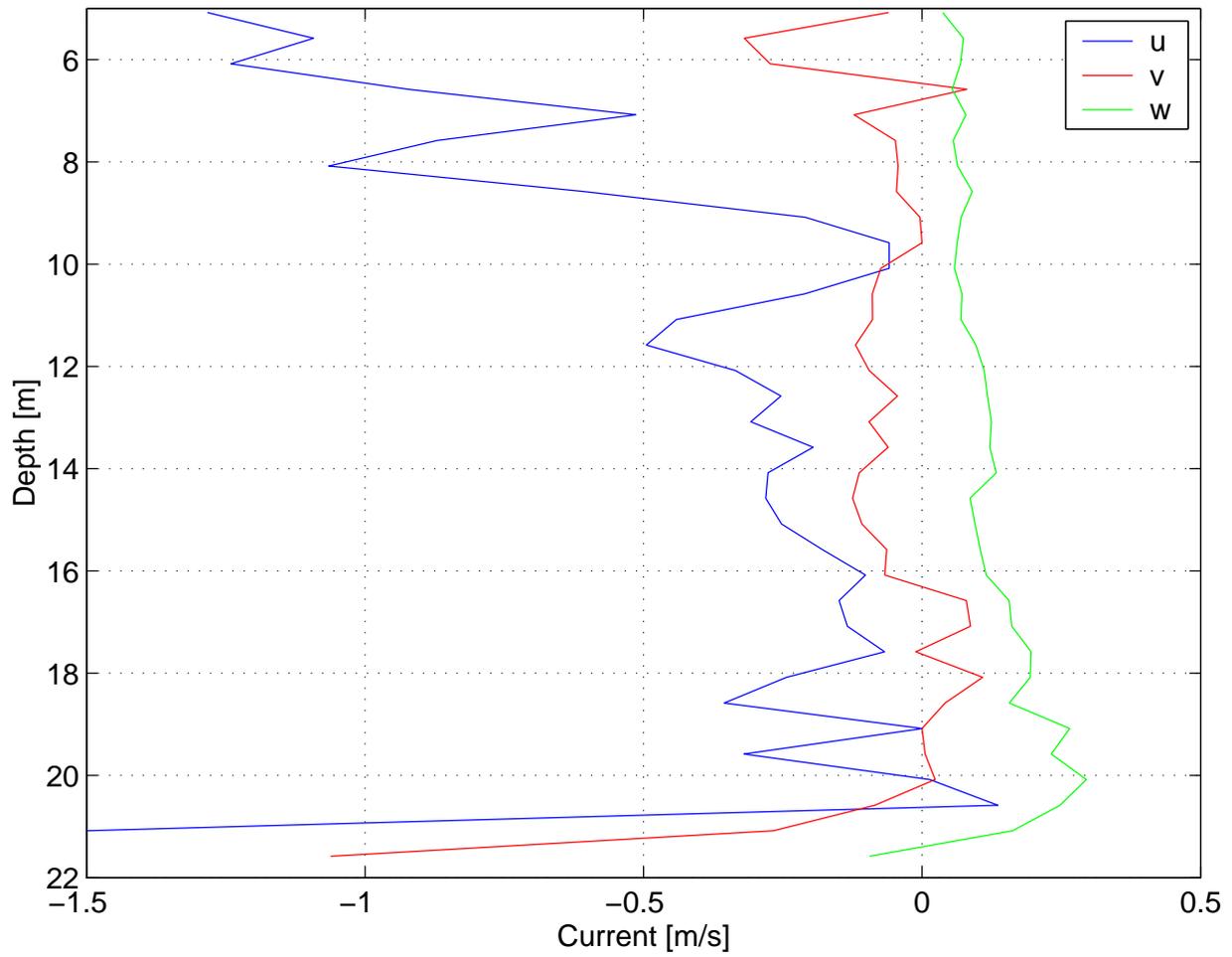


Abb. A2.5: Mittlere Strömungsprofile (aus allen Daten)

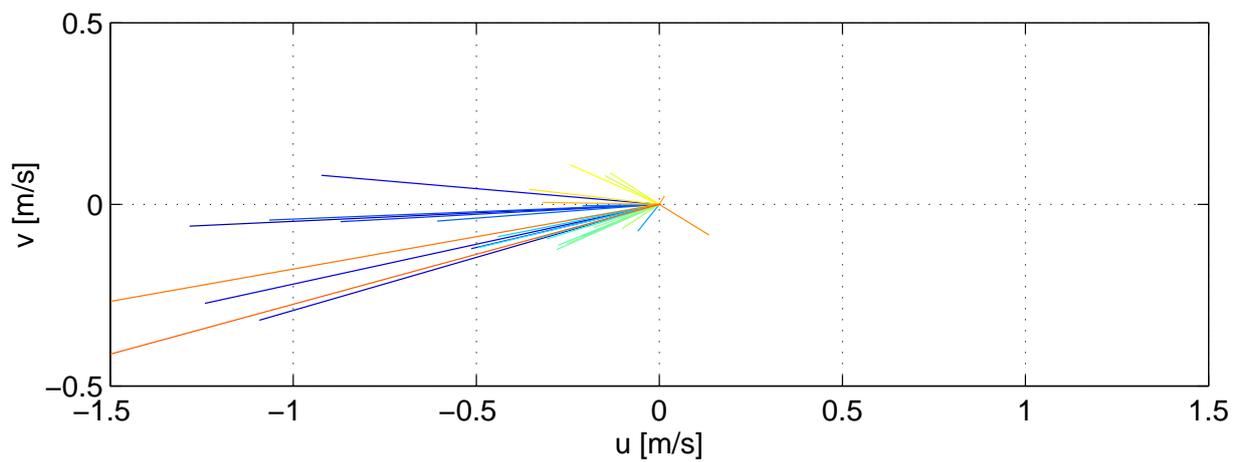


Abb. A2.6: Vektorplot der Strömungsgeschwindigkeit als Funktion der Tiefe (blau: 5 m, rot: 20 m).}

Der Fahrtfehler kann wohl nicht alleine durch die Bugwelle des Schiffes erklärt werden, auch wenn ihr Einfluß wohl nach wie vor eine Rolle spielt, da der Fahrtfehler wie auch schon bei früheren Messungen mit der Tiefe schnell abnimmt und in etwa 13 m auf Null abfällt. Die Spikes (oder wellenförmige Verlauf) nahe der Oberfläche haben aber vermutlich eine andere Ursache und können möglicherweise mit mechanischen Problemen erklärt werden. Dies könnten zum einen Vibrationen des Gerätes sein, oder eine ungünstige Einbautiefe im Instrumentenschacht. Für fehlerfreie und brauchbare Messungen ist es nötig die genauen Ursachen für dieses Problem zu klären, was nur durch einen Test unter Fahrt möglich ist. Eine zusätzliche Korrektur der Bugwelle (dieser Effekt lässt sich nicht beheben) sollte dann aber möglich sein.

Ausserdem zeigt Abbildung A2.4, daß selbst eine geschwindigkeitsabhängige Korrektur des Mittelwertes der oberen 13 m nur sehr bedingt möglich ist. Hier sind -- wenn dies überhaupt möglich ist -- genauere Untersuchungen nötig, um eine ausreichend genaue geschwindigkeits- und tiefenabhängige Korrektur der ADCP-Daten vornehmen zu können (sei es als Mittelwerte der oberen Schicht oder mit der ursprünglichen vertikalen Auflösung).