



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE

# Scientific Cruise Reports

**FS „Gauss“**

**Reise 425b**

**5. – 20. August 2004**



*Spiegelbild des FS „Gauss“ mit Bugwelle bei Windstille*

**Bericht des Fahrtleiters**

**Dr. Gerd Becker**

**Hamburg, August 2004**

## Aufgaben

Ozeanographisch-chemische Gesamtaufnahme der Deutschen Bucht und der Nordsee zum Zeitpunkt der maximalen Schichtung mithilfe des geschleppten CTD-Systems „Delphin“, sowie zusätzlicher CTD-Stationen zur Gewinnung von Wasserproben und zur Kalibration des „Delphin“.

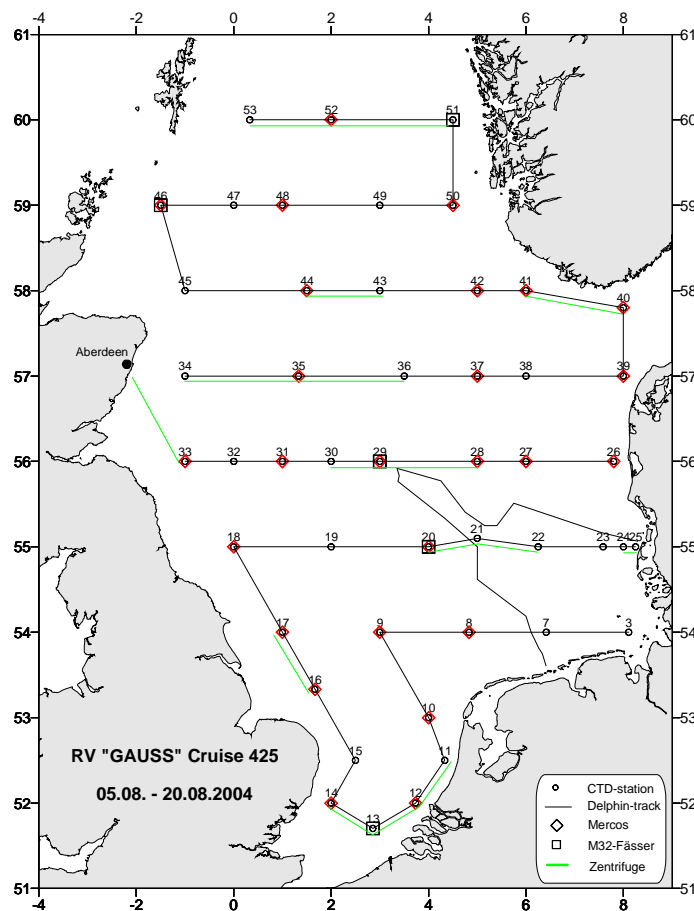
### **Fahrtteilnehmer:**

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| Dr. Gerd Becker     | Physik; Fahrtleiter |
| Frau Petra Einfeldt | Physik              |
| Raimund Ludwig      | Physik              |
| Andreas Pfeiffer    | Physik              |
| Rüdiger Rasmus      | Physik              |
| Jens Wemheuer       | BIOSENS             |
| Achim Schulz        | Physik              |
| Andreas Jacobsen    | Schwermetalle       |
| Manfred Schimanski  | org.Chemie          |
| Sven Kranz          | Nährstoffchemie     |
| Frau Wiebke Brandt  | Nährstoffchemie     |
| Frau Ilse Büns      | Nährstoffchemie     |
| Frau Monika Schütt  | Nährstoffchemie     |

### **Eingesetzte Geräte und Methoden**

- CTD/Rosette (Seabird SBE 19 mit Sauerstoffsensor und Fluorometer und Kranzwasserschöpfer mit 12 x 10-Liter-Schöpfern)
- MERCOS-Schöpfer
- Delphin (Standardversion mit CTD, Fluorometer und AMT-Sauerstoff-Sensor)
- Thermosalinograph (Seabird) mit Trübungs- und Gelbstoffsensor
- GO-BlueBox
- Sauerstoffbestimmung nach Winkler-Carpenter mittels dissolved Oxygen Analyser (DOA) der Fa. SIS mit photometrischer Endpunktbestimmung-
- Sichttiefe mittels Secchischeibe an jeder Station

- Filtration über Glasfaserfilter GF/C mit 0.2 Bar Unterdruck nach Secchi (max. 500 mL)
- Nährstoffproben
- DN/TDP Proben
- Sestonfilter (anschließend partikulär CN)
- Partikulär P-Filter
- Partikulär KH-Filter
- Zentrifuge
- DOC-Proben (IOW, Klaus Nagel) an Oberfläche und Boden
- ganze Profile im Skagerrakbereich
- Chlorophyllfilter für HPLC-Analyse über GF/F Glasfaserfilter an der Oberfläche und im Chlorophyllmaximum auf jeder Station
- pH-Wert-Bestimmung mit pH 91 von WTW, Elektrode von WTW, TYP E39
- Trübungsmessung mit Turner-Nephelometer TD40 (relative Nephelometer Turner units)
- Chlorophyllmessung mit 1-Hz-Fluorometer Typ BBE 42c30 Moldaenke



## **Fahrtverlauf:**

Die Fahrtteilnehmer treffen am 5.8.2004 mit Pkw, Bus und Bahn gegen 14:30 hin Cuxhaven ein. Soweit erforderlich findet die Geräteübergabe bzw. ein Erfahrungsaustausch statt. Die Teilnehmer des 1.Abschnittes verlassen Cuxhaven gegen 15:30 h. Das Verladen der Container findet nach 16:00 h statt, da der LKW mit dem Container verspätet eintrifft. Es wird sofort begonnen die Geräte und Laboreinrichtungen zu installieren; das Schiff legt in Cuxhaven um 18.00 h ab; eine erste Besprechung aller Eingeschifften findet um 18:30 h über Arbeitsplanung und Einteilung der Wachen - sofern schon möglich -statt. Die Vorbereitung der „Delphin“-Installation verzögert sich durch technische Probleme, so dass der Beginn der Stationsarbeiten mehrfach, letztendlich auf etwa 23.00 h verschoben werden muss. Die eingespielten Wachen fahren die erste CTD-Station mit den entsprechenden Probennahmen; im Anschluss wird sofort der Delphin ausgesetzt und die Routine begonnen. Die Arbeiten laufen ohne Probleme. Die Verspätung des ersten Tages wird bereits am 2.Tag infolge des ruhigen Wetters auf etwa 2 h reduziert. Der Vergleich der Secchi-Scheiben BSH (groß) und Uni (kleiner) ergibt keine gravierenden Unterschiede. Das „Weiß“ der Uni-Scheibe scheint anfänglich aber etwas besser sichtbar zu sein, ohne dass dies Auswirkungen auf die Tiefenbestimmung hat. Die Längen und Markierungen der Secchi-Leinen werden nachgemessen und soweit notwendig neu markiert.

In den Morgenstunden des 7.8. nähern wir uns der holländischen Küste bei ruhigem Wetter (2-3 Bft); der Delphin läuft problemlos. Das Wasser vor der holländisch-belgischen Küste ist - bei fast Windstille - ölig und weist einen Oberflächenfilm auf und es treiben u. a. Noctiluca, Seegras und Quallen an der Oberfläche. Vor der Station 12 liegt ein fischiger Geruch in der Luft; es beginnt zu regnen.

Die Ausläufer des Englischen Kanals werden problemlos passiert und die Arbeiten fortgesetzt. Bei der Fahrt durch die „Downs“ nimmt die Lufttemperatur ab und zeitweise tritt Nebel auf. Am Tage klart es wieder auf, zeitweise fällt die Lufttemperatur unter 15 °C. Bei etwas aufgefrischem Wind (Bft 5-6) aus Ost geht die Fahrt zügig voran; die Geräte laufen einwandfrei. Das Wasser ist relativ klar ( 9 m Secchi-Tiefe). Nach der Station 18 geht der Kurs nach Osten, also gegenan. Auf dem Ostkurs über die Doggerbank bläst der Wind weiterhin gegen an mit 6 Bft, so dass sich die Stationen um mindestens 2 Stunden – mit zunehmender Tendenz - verschieben.

Die Doggerbank weist bisher auf dem gesamten Kurs thermische Schichtung, mit deutlichen Chlorophyllsignalen an bzw. unterhalb der Sprungschicht auf, sind also in den Satellitendaten (MERIS – Envisat) nicht sichtbar. Bisher zeigen die Sättigungskonzentrationen des Sauerstoffs im Clay Deep und auch Schillgrund sehr befriedigende Sauerstoffwerte bei 90 %.

Mit Annäherung an die nordfriesische Küste ändert sich die Lage des Chlorophyll-Maximums. Das Chlorophyllsignal sitzt nicht in oder unterhalb der Sprungschicht, sondern in der Deckschicht, allenfalls finden sich noch im oberen Teil der Sprungschicht Konzentrationen. Der Gradient der Sprungschicht wird zunehmend schärfer und geht in eine klassische Zweiteilung über. Ein Salzgehaltssprung von 1,7 (PSU) ist schon kräftig, insbesondere, wenn gleichzeitig ein Temperatursprung von 4 °C auftritt. Das ist nicht so stark wie im Juli 1996, aber schon eine starke Barriere für den vertikalen Austausch und letztlich die Ursache für die häufiger auftretenden Probleme hinsichtlich der Sauerstoffsättigung. Das Bodenwasser in der nördlichen Deutschen Bucht ist mit 16,5 °C relativ warm. Dabei tritt die Frage auf: Wie schnell (oder besser: wie viel schneller) ist die Remineralisation bei höheren Temperaturen? Und wieviel schneller wird Sauerstoff bei diesem Prozess verbraucht? Grundsätzlich verstärken sich die Probleme bei höheren Temperaturen (Prozesse laufen schneller ab); die Effekte werden vermutlich nicht dramatisch sein? Hier ist aber Untersuchungs- bzw. Klärungsbedarf! Auch vor Thyborön (dänische Küste) ist die Sichttiefe mit 8 m gut, gleichzeitig herrscht starke Schichtung. Die Station ist gegen 15:45 h beendet und wir laufen bei weiterhin östlichen Winden mit dem Delphin auf dem 56 °N-Schnitt nach Westen. Die Lufttemperaturen sind sehr hoch (mit 26 °C); es ist fast unerträglich auf den Kammern im Zwischendeck.

Die ersten Aufbereitungen der Delphin-Daten zeigen auf dem 55 °N-Schnitt minimale Sauerstoffsättigungswerte von etwa 70 %, die aber mit den CTD-Stationen nicht erfasst wurden; da zeigt sich der Vorteil von kontinuierlich geschleppten Systemen, die auch kleine Strukturen noch auflösen können! Die Temperaturverteilung auf dem 56 °N-Schnitt ergibt eine homogene Deckschicht mit einer Mächtigkeit von 20 m, daran schließt sich eine breite Übergangsschicht mit nahezu kontinuierlichem Gradienten bis 40 m an. Darunter liegt die durchmischte Bodenschicht mit Temperaturen von etwa 9 °C. Das Chlorophyllmaximum liegt unmittelbar über der Sprungschicht mit einem starken Signal (am oberen Rand des Messbereiches); es hat aber nur etwa 3 m Dicke. Bei diskreter Probennahme ist so ein Maximum nur schwer erfassbar.

Am Boden zeigt sich eine deutliche Abnahme der Sauerstoffkonzentration – mit kleinräumiger Variabilität (etwas patchy!). Etwas weiter westlich geht die Sprungschicht in ein zweistufiges System über. Auf Station 32 gibt es Probleme mit der Datenleitung von der CTD; das 2. Profil wird mit Handauslösung gefahren, mit 8 ausgelösten Flaschen werden aber die gewünschten Proben genommen. Die Fehlermeldung spricht für ein Einleiterkabel/Steckerproblem. Das Kabel wird neu abgesetzt und das Problem ist gelöst.

Die Sichttiefen liegen deutlich über 10 m; das Wasser ist eindrucksvoll „blau“. Die Station 33 wird erst nach Mitternacht gefahren, mit neuem Steckersatz an der Einleiterwinde -

problemlos. Anschließend wird die Zentrifuge bis kurz vor Aberdeen betrieben. Die Gauss ist fest in Aberdeen gegen 08:00 h MESZ am Regency Pier, zentral in der City.

Das Schiff verläßt den Hafen Aberdeen am 13.8.2004 um 12:00 h. Bei auffrischenden Winden bis 7 Bft aus nördlichen Richtungen verliert das Schiff schnell an Fahrt und die Stationen verzögern sich. Der Betrieb der Zentrifuge wird wegen des stark rollenden Schiffes eingestellt. Das Kabel für den Delphin muss wegen Schäden vor dem Stecker neu abgesetzt werden. Noch in der Nacht beruhigt sich das Wetter, es steht aber noch „alte“ Dünung aus Nordost, die weiterhin für reduzierte Geschwindigkeit sorgt, so dass sich die Stationen weiterhin zeitlich nach hinten verschieben.

Bei 57 N , 3 E treten hohe Chlorophyllpeaks an der Sprungschicht auf (~40 m). Zuvor wird eine Änderung der Chlorophyllverteilung beobachtet - ein „peak“ bleibt in der Sprungschicht, aber die größeren Mengen des Chlorophylls werden unterhalb der Sprungschicht registriert. Auffällig sind auch die hohen Temperaturen in der Bodenwasserschicht, die bei 7,7 °C liegen. Mit Annäherung an die dänische Küste (Station 38 liegt nicht fern vom amphidromischen Punkt) zeigt das Temperaturprofil die geringe Bodenreibung der Gezeit mit einem langen kontinuierlichen Gradienten unterhalb der durchmischten Deckschicht bis zum Boden. Die Chlorophyllverteilung weist zwei Maxima auf, eines in dem oberen Teil des Gradienten, das Zweite dicht am Boden. Es wird vermutet, dass die bodennahen Konzentrationen aus bereits absterbenden oder bereits abgestorbenem Plankton bestehen? Hier wäre die Beteiligung von Spezialisten sinnvoll!

In der Nacht frischt der Wind wieder auf und erreicht am morgen bereits wieder 7 Bft aus Nordwest, so dass die Fahrt weiterhin etwas reduziert bleibt. In der Norwegischen Rinne treffen wir am Rand auf ein Band Atlantischen Wassers mit sehr hohen Salzgehalten > 35,4, die jedoch im zentralen Teil dann auf die „normalen „ Werte um 35,2 zurückgehen. Die Frage ist, ob wir dieses Wasser auch auf den weiter nördlich gelegenen Schnitten treffen, da es von Norden in die Norwegische Rinne eindringen müsste?

Der Wind ist noch in der Nacht zurückgegangen; trotzdem haben wir eine saftige Verspätung eingefahren, so dass zwei Stationen verlegt werden um Zeit ein zu sparen. Die Temperatur des Bodenwassers in der nördlichen zentralen Nordsee ist relativ hoch, mit Werten zwischen 7,6 und 8,2 °C.

Im Lauf des Tages nimmt der Wind auf nahezu Windstille ab. Das Wasser sieht ölig aus, es gibt einen Oberflächenfilm. Die Herren Rasmus und Wemheuer bereiten die Ersatz-Delphinwinde für den Einsatz vor, da diese – nach Reparatur - noch erprobt werden muss.

Bei diesen Seegangsverhältnissen kommen wir gut voran und holen fast eine Stunde auf, die wir aber in der Nacht zum 17.August wieder verlieren, da der Wind erneut auf 6 bis 7 Bft auffrischt, aus nordöstlichen Richtungen, also fast gegenan.

In der Nacht wird ein vierfacher Bruch der Kardeelen des Delphindrahtes bemerkt, so dass am Morgen die Winden getauscht werden (war wohl Vorsehung – die Ersatzwinde einsatzbereit zu machen), dadurch wird erheblich Zeit (etwa 2 h), die das Absetzen des Drahtes erfordert hätte, eingespart. Erst am Nachmittag setzt Wetterbesserung ein, so dass wieder mit voller Fahrt gefahren wird (10 kn). Erstaunlich, wie schnell die Dünung bzw. die Windsee zurückgeht.

Kommen auf dem letzten Schnitt schnell voran, holen aber von der Verspätung kaum etwas auf. Besprechung mit dem Kapitän, dass wir – unabhängig vom Erreichen der finalen Stationsposition - die letzte Station in jedem Fall etwa um 17:00 h anfangen, so dass wir gegen 17:30 h die Heimreise beginnen können. Die hohen, vom Delphin registrierten Salzgehalte etwa in der Mitte der Norwegischen Rinne veranlassen uns, noch einen Vergleich zwischen CTD und Delphin auf der Station 52 zu starten. Der inzwischen wieder aufgefrischte Wind verdriftet das Schiff aber so stark, dass der Delphindraht unter das Schiff kommt; beim Hieven wird der Delphinkörper sowie ein Temperatursensor beschädigt. Der Vergleich ist damit fehlgeschlagen. Die letzte Station wird auf 60°N, 1°16'E beendet und in Richtung Deutsche Bucht abgedampft.

Abends findet eine Dienstbesprechung über die abschließenden Arbeiten und das Aufräumen/Verpacken statt.

Am 19. August frischt der Wind von Ost auf Südwest drehend bis 8 Bft auf. Die Panzerdeckel der Bulleys werden geschlossen und in den Laboren werden die Geräte und Materialien sicher verstaut und verzurrt. Die sehr unruhige Nacht bringt aber keine Schäden an Mensch oder Material.

Auch in der Deutschen Bucht ist das Wetter weiterhin stürmisch, so dass ein vorgesehener Einsatz des Kastengreifers für die Universität Hamburg unterbleiben muss.

Die Reise ist beendet am Liegeplatz der Gauss im Hamburger Hafen am 20.8. gegen 19:30 h.

## **Statistik der Reise**

### **Abschnitt G425a:**

24 CTD-Stationen mit insgesamt 102 10 l-Proben

36 Stationen Spurenmetalle (je 144 Wasserproben und SPM-Filter, 5 Sediment-Proben)

102 Salzgehaltsproben

### **Abschnitt G425b:**

48 CTD-Stationen mit insgesamt 310 x 10 l -Proben

332 Salzgehaltsproben



28 Stationen Spurenmetalle (je 112 Wasserproben und SPM-Filter)

9 Zentrifugenproben

2182 nm geschleppter Delphin

- **Universität Hamburg** (Arbeitsgruppe Dr.Brockmann):

Sichttiefe mittels Secchi-Scheibe auf jeder Station

Filtration über Glasfaserfilter GF/C mit 0.2 Bar Unterdruck nach Secchi (max. 500 mL)

310 Nährstoffproben

310 TDN/TDP Proben

310 Sestonfilter (anschließend part.CN)

310 Partikulär P-Filter

310 Partikulär KH-Filter

DOC-Proben (IOW, Klaus Nagel) an Oberfläche und Boden

ganze Profile im Skagerakbereich. (128 Proben)

Chlorophyllfilter für HPLC-Analyse über GF/F Glasfaserfilter an der Oberfläche und im Chlorophyllmaximum von jeder Station (92 Proben)

pH-Wert-Bestimmung mit pH 91 von WTW, Elektrode von WTW, TYP E39 (310 Proben)

Trübungsmessung mit Turner-Nephelometer TD40 (relative Nephelometer Turner units) (310 Proben)

Chlorophyllmessung mit 1-Hz-Fluorometer Typ BBE 42c30 Moldaenke (310 Proben)

### **Erste Ergebnisse**

Die Nordsee befindet sich seit 1987 in einer Warmphase, nur unterbrochen durch relativ kalte Jahre 1993 und 1996. In keinem Monat seit dem Juli 2001 ist die Oberflächentemperatur der Nordsee unter dem langjährigen Mittel gewesen. Eine erste Auswertung der Temperaturdaten der Gauss-Reise bestätigt diesen Befund eindrucksvoll. So wird der Sommer 2004 vermutlich der zweitwärmste nach 2002 sein. Ein erstes Bild der dreidimensionalen Temperaturverhältnisse zeigt die Abb. 1; dargestellt ist die Temperaturschichtung auf den Breitenparallelen von 54°N bis 60°N. Insgesamt war die Deckschicht der Nordsee zu warm; auch die Bodenwasserschicht war mit Temperaturen über 7 °C überdurchschnittlich warm. Die Deckschicht zeichnete sich durch ungewöhnlich klares Wasser aus. Wie die Abb. 2 zeigt, ist die Secchi-Tiefe in der zentralen und nördlichen Nordsee mit 12 bis 16 m ein Indikator für eine sehr geringe Trübung durch organisches Material. Der Satz von Georg Wüst „Blau ist die Wüstenfarbe des Wassers“ bestätigte sich eindrucksvoll.. Die Nährstoffe der Deckschicht waren weitgehend aufgezehrt (Abb.3a-c), das Chlorophyll als Maß für die Produktion pflanzlichen Planktons war im wesentlichen nicht in der Oberfläche, sondern als Maximum direkt oberhalb der ausgeprägten Temperatursprungsschicht (Abb. 4) zu finden.

Der atlantische Einfluss, gemessen an dem Vordringen der 35 Isohaline (Abb. 5) war verglichen mit den Vorjahren deutlich stärker. Diese Aussage gilt sowohl für die nördliche und zentrale Nordsee als auch für den Einstrom durch den Englischen Kanal.

Am Südrand der Norwegischen Rinne (auf dem Delphin-Schnitt vom 57°N auf auf das 58°N Breitenparallel) wurden erstmals hohe Salzgehalte des Atlantikwassers mit  $S > 35,4$  beobachtet - aber nur dort; im zentralen, tieferen Teil der Norwegischen Rinne entsprachen die Salzgehalte den langjährigen mittleren Werten von etwa  $S \sim 35,2$ . Auf dem 60°N Breitenparallel zeigten sich über dem westlichen Hang der Norwegischen Rinne sogar Salzgehalte über 35,5 – rekordverdächtige Werte.

Der Baltische Ausstrom war ausgeprägt mit  $S < 27$  und relativer Mächtigkeit (10 – 20 m) oberhalb des atlantischen Wassers.

Die bodennahen Sauerstoffsättigungskonzentrationen (Abb.6) zeigten durchweg gute Bedingungen an; nur östlich der Doggerbank wurde an einer CTD-Station der Sättigungswert von 70 % unterschritten. In den hochauflösenden Delphin-Schnitten zeigte der Sauerstoffsensoren (wegen Drifteffekten mit einer geringeren Genauigkeit) allerdings kleinräumige Strukturen mit Sättigungswerten ebenfalls zwischen 60 und 70 %.

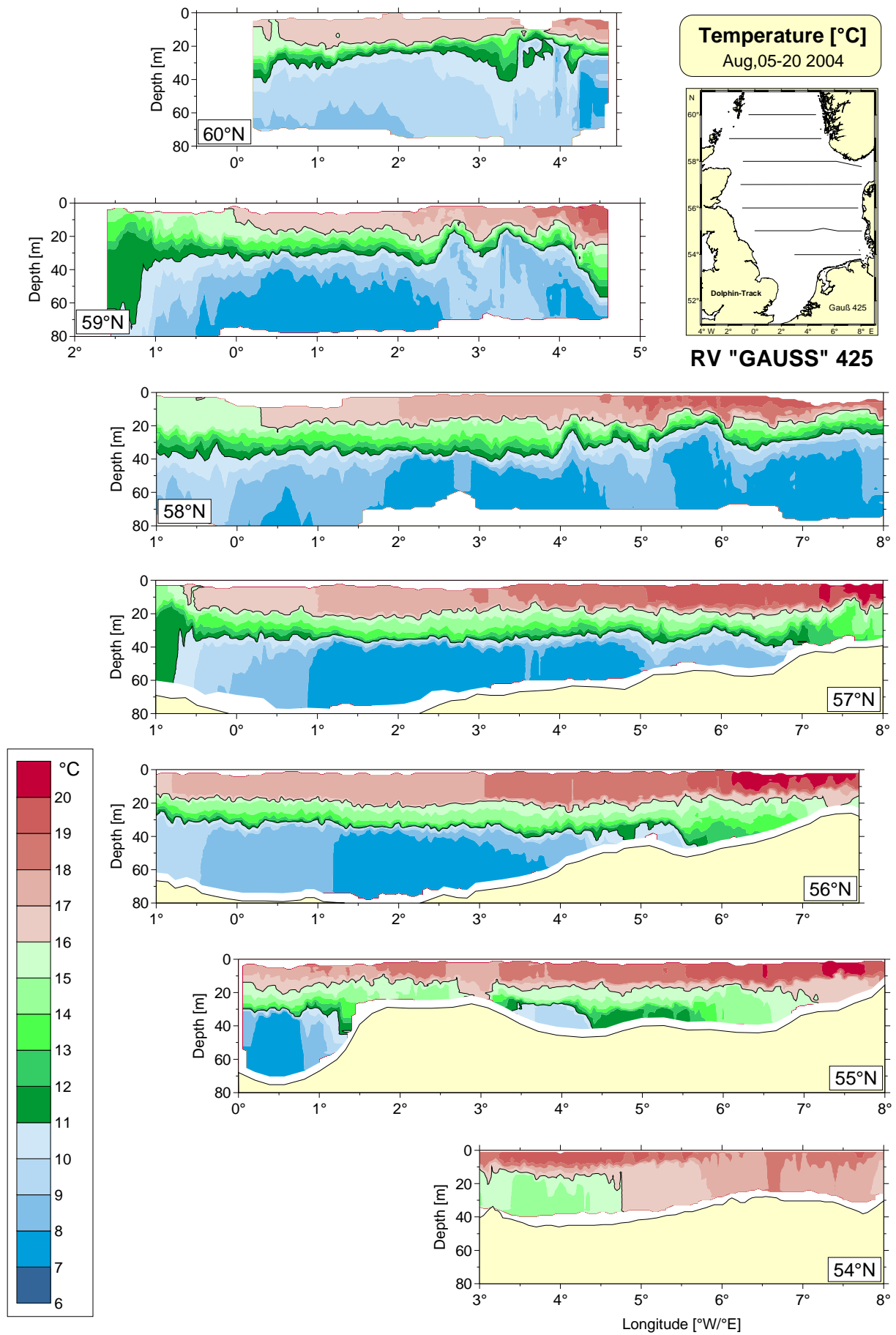


Abb. 1: Temperatur Vertikalverteilungen (FS Gauß, Reise 425)

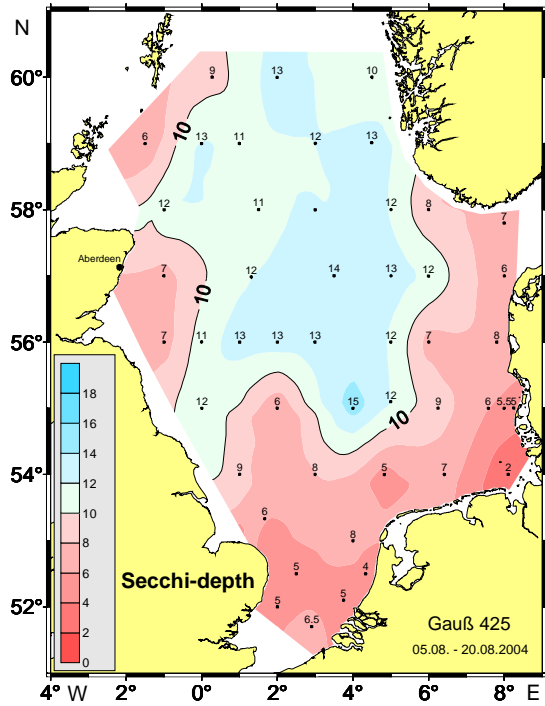


Abb. 2: Secchi-Tiefen (FS Gauß, Reise 425)

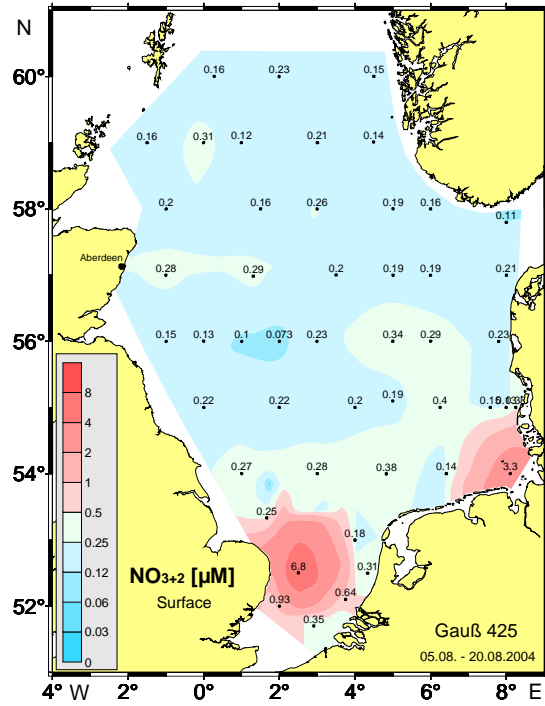


Abb. 3a: Nitrat und Nitrit Oberflächenverteilung (FS Gauß, Reise 425)

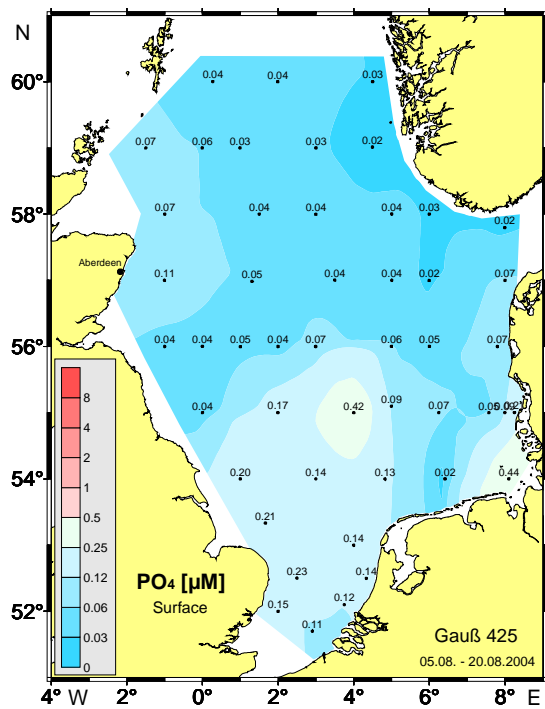


Abb. 3b: Phosphat Oberflächenverteilung (FS Gauß, Reise 425)

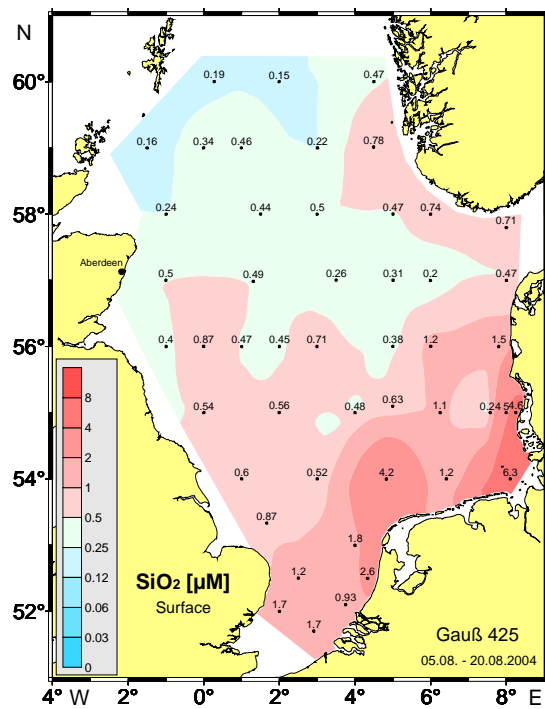


Abb. 3c: Silikat Oberflächenverteilung (FS Gauß, Reise 425)

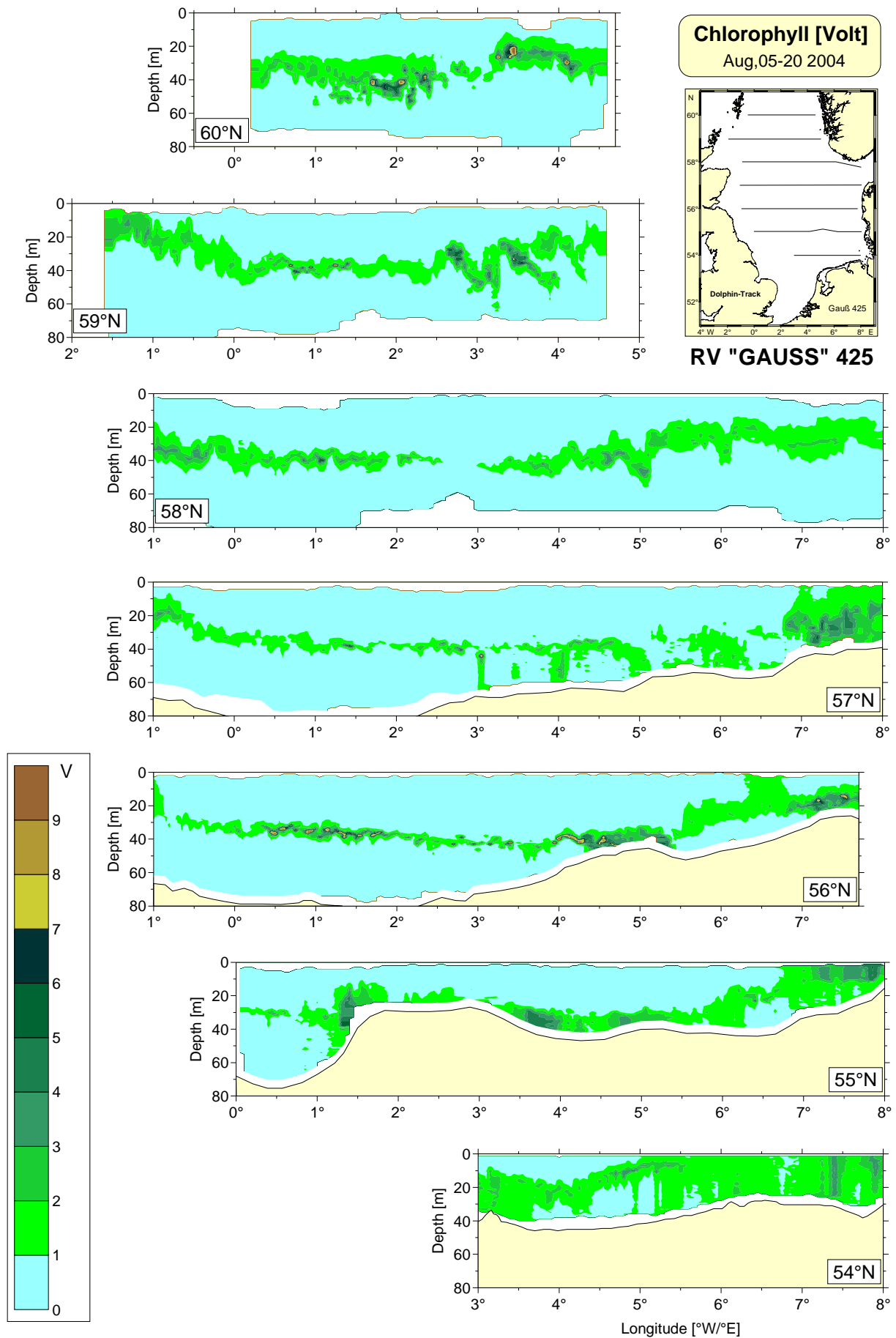


Abb. 4: Chlorophyll Vertikalverteilungen (FS Gauß, Reise 425)

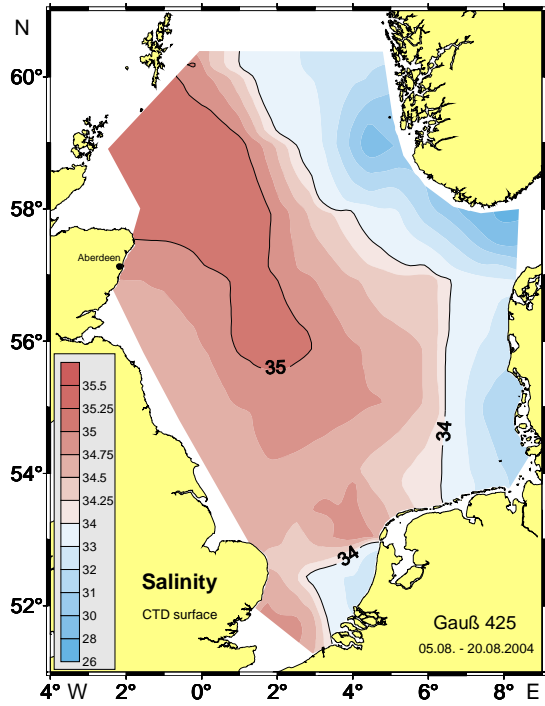


Abb. 5: Salzgehalt Oberflächenverteilung (FS Gauß, Reise 425)

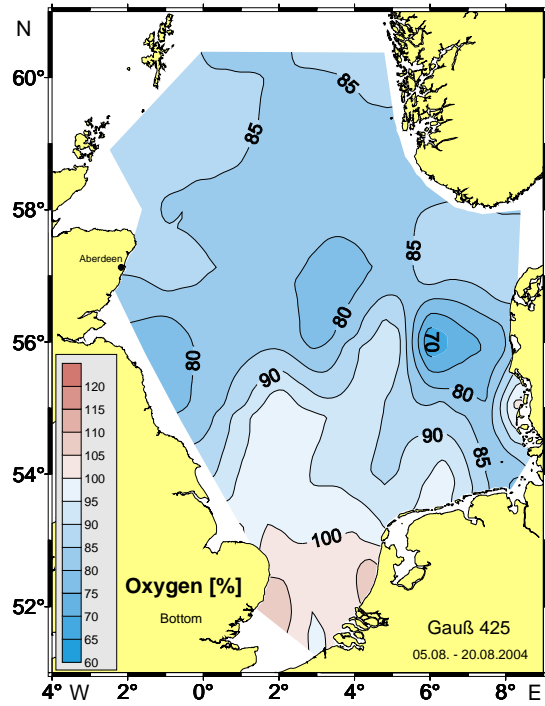


Abb. 6: Sauerstoffkonzentration Bodenverteilung (FS Gauß, Reise 425)