

# **FS „Gauss“**

**Reise 446a**

**10. – 28. August 2005**

## **Bericht des Fahrtleiters**

**Dr. Gerd Becker**



Schlechtwetter zieht auf

Heckgalgen des FS Gauss mit dem Einleiterdraht des Delphin

**Hamburg, September 2005**

## Aufgaben

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

### Fahrtteilnehmer:

Dr. Gerd Becker	Physik; Fahrtleiter
Frau Petra Einfeldt	Physik
Andreas Pfeiffer	Physik
Rüdiger Rasmus	Physik
Jens Wemheuer	BIOSENS
Achim Schulz	Physik
Manfred Schimanski	org.Chemie
Frau Elke Hammermeister	org.Chemie
Udo Ziebarth	org.Chemie
Frau Rita Kramer	Nährstoffchemie
Frau Wiebke Brandt	Nährstoffchemie
Frau Roswitha Velten	Nährstoffchemie
Frau Ilse Büns	Nährstoffchemie
Ingo Goroncy	Radiochemie
Frau Monika Gorny	Radiochemie

### Eingesetzte Geräte und Methoden

- CTD/Rosette (Seabird SBE 19 mit Sauerstoffsensoren und Fluorometer, 12poliger Kranzwasserschöpfer mit 10 l Schöpfern)
- Delphin (Standardversion mit CTD, Fluorometer, AMT-Sauerstoff-Sensor)
- Thermosalinograph Seabird mit Trübungs- und Gelbstoffsensor
- 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**

**PO<sub>4</sub>-P:** (Murphy and Riley, 1962)

ortho- Phosphat reagiert im sauren Milieu mit Ammoniummolybdat zu Phosphormolybdänsäure, die durch Ascorbinsäure zum blauen Phosphormolybdatkomplex reduziert wird. Die Absorption wird bei 880 nm gemessen und ist proportional zur Konzentration.

(Reaktion bei 40 °C)

Anwendungsbereich: c (PO<sub>4</sub>-P) 0,01- 4,00 µmol/L

**SiO<sub>4</sub>-Si:** (Koroleff, 1971)

Silikat reagiert mit einer schwefelsauren Ammoniummolybdatlösung zu Siliziummolybdänsäure. Die Ascorbinsäure reduziert diese zum blauen Siliziummolybdatkomplex. Die Absorption wird bei 810 nm gemessen und ist proportional zur Silikatkonzentration. Eine Störung durch Phosphat wird durch Zugabe von Oxalsäure vor der Reduktion verhindert.

(Reaktion bei ca. 40 °C)

Anwendungsbereich: c (SiO<sub>4</sub>-Si) 0,1- 50,0 µmol/L

**NO<sub>2</sub>-N:** (Bendschneider and Robinson, 1952)

Nitrit wird durch Diazotierung von Sulfanilamid im sauren Milieu und Bildung eines Azofarbstoffs mittels Bindung an N-(1-Naphthyl)-ethylendiamindihydrochlorid (Azokupplung) bestimmt. Die Absorption des gebildeten Azofarbstoffs wird bei 540 nm gemessen.

(Reaktion bei Raumtemperatur)

Anwendungsbereich: c (NO<sub>2</sub>-N) 0,01- 3,00 µmol/L

**NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-N:** (Bendschneider and Robinson, 1952)

Nitrat wird über eine Kupfer-Cadmium-Säule zu Nitrit reduziert. Dieses wird mit dem bereits vorhandenen Nitrit durch Diazotierung von Sulfanilamid im sauren Milieu und Bildung eines Azofarbstoffs mittels Bindung an N-(1-Naphthyl)-ethylendiamindihydrochlorid (Azokupplung) bestimmt. Die Absorption des gebildeten Azofarbstoffs wird bei 540 nm gemessen.

(Reaktion bei Raumtemperatur)

Anwendungsbereich: c (NO<sub>3</sub>-NO<sub>2</sub>-N) 0,1- 30,0 µmol/L

**NH<sub>4</sub>-N:** (Berthelot 1859)

Bei der Messung von Ammonium wird die Summe NH<sub>4</sub><sup>+</sup> und NH<sub>3</sub> bestimmt. Die automatische Bestimmung von Ammonium beruht auf einer modifizierten Berthelot-Reaktion. Ammonium wird im Alkalischen mit Dichlorisocyanursäure zu Monochloramin umgesetzt, das mit Salicylat zu 5-Aminosalicylat reagiert. Nach einer Oxidation und einer Kupplungsreaktion bildet sich ein grün gefärbtes Indophenol-Derivat. Die Absorption dieses Farbkomplexes wird photometrisch bei 660 nm gemessen.

Das Nitroprussidnatrium dient als Katalysator.

(Reaktion bei 37°C)

Anwendungsbereich: c (NH<sub>4</sub>-N) 0,1- 12,0 µmol/L

Das Analysengerät befindet sich im BSH- Container (BSHC 200 009-4). Der Container wurde an die Strom- und Wasserversorgung des FS GAUSS angeschlossen. Es handelt sich um einen speziell für die Nährstoffanalytik eingerichteten Laborcontainer.

Die photometrische Messung der Nährstoffparameter o-Phosphat, Silikat, Nitrat+Nitrit, Nitrit und Ammonium erfolgte parallel mit einem SFAS (Segmented Flow Analysen System).

Proben/Standards/Waschflüssigkeit und die einzelnen Reagenzien werden durch eine Peristaltikpumpe angesaugt und im System miteinander vermischt. Der Flüssigkeitsstrom wird mit Hilfe von Luftblasen segmentiert, wodurch eine homogene Durchmischung erreicht und eine Probenverschleppung verhindert wird. Photometer, bestehend aus Detektorkopf und elektronische Messeinheit, erfassen die analogen Signale der Absorptionen und leiten sie an Schreiber und Interface/Computer weiter.

- DN/TDP Proben,
- Sestonfilter (anschließend partik..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 von 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
- Radiochemie (je pro Probe)
  - Cäsium 100 l Seewasser über Ionenaustauscher (Kaliumhexacyanoferrat IIcobaltatII) zu 20 g Laborprobe; Analyse in Hamburg
  - Transurane (Pu, Am, Cu) 100 l Seewasser Eisenhydroxidfällung, dadurch Reduktion auf je 1 l Probe zur Analyse in Hamburg
  - Jod 1 l Seewasser mit Natriumhydroxid konserviert; Analyse in Hannover
  - Tritium 1 l Seewasser ohne weitere Behandlung zur Analyse
  - Technitium 100 l Seewasser in 3 Fässer abgefüllt; Analyse in Risö/Dänemark
  - Strontium 70 l Seewasser in 2 Fässer; Analyse in Hamburg

# Stationskarte

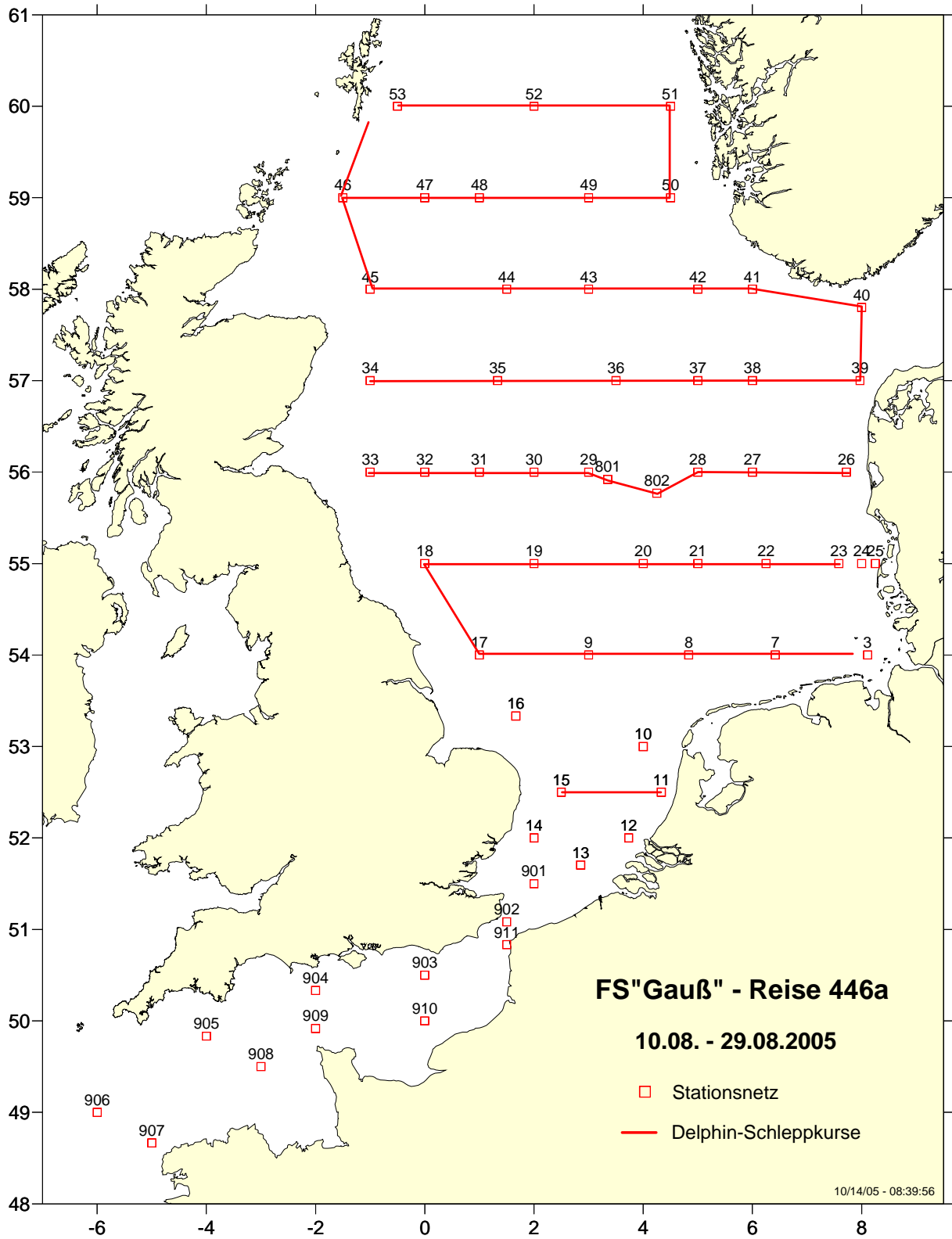


Abb. 1 Stationsnetz und Delphin-Schleppstrecken Reise 446a

### **Fahrtverlauf:**

Das FS "Gauss" legt am 10. August 2005 09:00 h am Kirchenpauerkai in Hamburg ab. Fahrt Elbe abwärts mit ersten Stationen für organische Chemie bei Twielenfleth und vor Cuxhaven. Dort starker Strom (4 kn), so dass die CTD mit Rosette nur oberflächennah gefahren werden kann. Auch die 100 l Kugel kann nur geöffnet eingesetzt werden. Das Wetter ist unfreundlich, diesig, windig und regnerisch; Bft 6 bis 7 aus 290 °.

Erste Probenbearbeitungen, aber gleichzeitig noch Installation und Erprobung von Geräten.

18:00 h Besprechung aller Eingeschiffen. Hinweis auf striktes Rauchverbot in den Laboren und auf dem Arbeitsdeck wegen erhöhter Gefahr durch Lösungsmitteldämpfe.

Der Wind brist etwas auf, 7 bis 8 in Böen. Fahrt geht auf unter 9 kn zurück. Die Station 10 verschiebt sich dadurch zeitlich.

### **11. August**

Wetter weiterhin unverändert. Bft 6 – 7, diesig bei rauer See. Im Lauf des Vormittags Wetterberuhigung, so dass das Schiff wieder schneller läuft. Station 10 wird gegen 14:00 h erreicht und problemlos absolviert. Der fest eingebaute Thermosalinograph zeigt große Abweichung (0,6 psu), so dass eine Überprüfung notwendig wird. Auf den Filtern bei Proben ist relativ viel Plankton. Nach der Öffnung des TS-Graphen zeigt sich im L-Sensor ein größerer Partikel. Nach Entfernung desselben ist die Differenz zwischen beiden Geräten verschwunden.

### **12. August**

Die Arbeiten gehen weitgehend plangemäß weiter. Durch den Einfluss des Gezeitenstroms kommt es regelmäßig zu Verschiebungen des Stationsbeginns (mal früher – mal verspätet). Die Station in der Doverstraße vor Dover wird ohne Probleme bei starkem Gezeitenstrom und starkem Verkehr, inklusive einem Kanalschwimmer mit Bootsbegleitung absolviert. Weiterfahrt nach Westen bei Bft 4 und wolkeigem, aber nicht unfreundlichem Wetter. Die mittlere Geschwindigkeit liegt trotz des relativ ruhigen Wetters nur bei etwa 10 kn, so dass wir hinter der Fahrtplanung hinterherfahren.

### **13. August**

Bei ruhigem Wetter fahren wir weiter an das westliche Ende des Englischen Kanals. Liegen etwa 8 h hinter der ursprünglichen Planung, hoffen aber nach Rücksprache mit dem Kapitän, den Verzug auf der Strecke nach Norden wieder einfahren zu können.

Am Eingang des Kanals Salzgehalte bei 35 oder darunter. Bei Station 904 dann 35,23 und keine Schichtung. Salzgehalt am westlichen Ende des Kanals bei 35,32, Temperatur bei 18,7 °C. Klares Wasser mit Sichttiefen von 8 m. Sprungschicht bei 15 – 20 m. Kleine Makrelen – keine Möwen! Auf der westlichsten Station 906 zeigt sich Schichtung, klares

Wasser und ein Chlorophyllmaximum in der Sprungschicht; es handelt sich vermutlich aber um bereits abgestorbenes Plankton. Nach der Station wird mit drei Maschinen gefahren. Bei westlichen Winden um 5 – 6 geht es auch gut voran, wechseln auf die Südseite des Kanals.

#### **14.August**

Bei nordwestlichen Winden um 5 Bft reduziert der starke Gezeitenstrom die Fahrt erneut, so dass kein Zeitgewinn erzielt werden konnte. Aber ein Sonntagmorgen bei sonnigem Wetter hat auch etwas. An den Kanalinseln vorbei mit teilweise hoher Geschwindigkeit über Grund (max 14,4, kn). Vor den Inseln keine Schichtung mehr und S bei 35,15. Auffällig, dass keine oder kaum Möwen um das Schiff sind?

#### **15.August**

Fahren mit drei Maschinen, trotzdem geht es nur langsam voran, da wir schlecht in der Gezeiten-Phase liegen. Der "Delphin" wird für den ersten Einsatz vorbereitet. Ansonsten laufen die Stationsarbeiten programmgemäß. Wegen der noch fehlenden Kollegen wird die Delphinwache komplett auf die Herren Wemheuer und Pfeiffer übertragen, die den Schnitt zwischen Station 11 und 16 zum Einfahren des Delphin nutzen.

#### **16.August**

Der Delphinschnitt ist vorzüglich gelaufen; Probleme gibt es mit einem Rechner für den Quick-look, der ausgetauscht werden muss. Nach der Station 16 beginnt eine längere Dampfstrecke, die genutzt wird um Mehrfachbestimmungen und Vergleiche bei der Nährstoff- und Organikgruppe vorzunehmen.

#### **17.August**

Bei schwachen südlichen Winden kommen wir jetzt gut voran. Vorbereitungen in den Labors für die Arbeiten auf dem 60 °N Schnitt. Rechner im Delphin-Container wird getauscht. Vormittags Feuerlösch- und allgemeine Alarmübung mit allen Eingeschiffen. Abends Beendigung Delphin-Profil quer über die Fair-Isle Straße und schnelles, problemloses Aufnehmen der Herren Rasmus und Schulz. Anschließend Verdampfen auf den 60 °N Schnitt und Beginn mit dem nördlichsten Delphin-Schnitt. Kommen in der Nacht gut voran.

#### **18.August**

Gegen Morgen brist es auf und vor der norwegischen Küste weht ein strammer Südwind mit Bft 6-7, der uns bei der Fahrt nach Süden deutlich durch den Seegang bremst. Das Wasser vor der norwegischen Küste ist relativ kalt (verglichen mit 2004 etwa 4-6 °C kälter), Angelversuche sind vergeblich (keine Makrelen).

### **19.August**

Fahrt nach Westen auf dem 59 °N Schnitt. Wetterberuhigung und Fahrt bei 10 kn. Delphin läuft einwandfrei. Bei den Nährstoffen treten Engpässe bei den Wachen auf, die heute in einem Gespräch mit den Beteiligten versucht werden zu beseitigen. Das Fluoreszenzmessgerät "Twin-Flu" ist nach gestriger Hochnahme im Hydrographenschacht ausgefallen; soll heute erneut aufgenommen werden (Schacht), ist aber nach Umstellungsversuch mit der neuen Software komplett ausgefallen.

### **20.August**

In der Nacht gibt es erneut eine Wetterverschlechterung, es weht stramm mit 6-7 Bft aus Nord. Heute soll der Windendraht der Einleiterwinde für die Atlantikfahrt 2006 überprüft werden. Entsprechende Instrumente sind mitgenommen worden. Ergebnis längerer Tests ist die Notwendigkeit der Beschaffung eines neuen Drahtes. Nachmittags sitzt ein großer Greifvogel auf der Back, später auf dem Mast. Vermutlich bei dem starken Wind und der unsichtigen Wetterlage von Norwegen abgetrieben.

### **21.August**

In der Nacht hat sich das Wetter beruhigt, am Morgen herrscht fast Windstille. Auf Station 41 treibt während der Arbeiten ein Streifen krümeliger, etwas öliger Substanz mit einer geschätzten Längenausdehnung von einigen hundert Metern am Schiff vorbei. Unterhalb der oberflächlichen Verschmutzung treibt eine Menge Quallen.

Der Draht der W11 (Delphin) zeigt Scheuerstellen und ist die letzten 10 – 20 m vor dem Delphin aufgedreht, mit gebrochenen Kardeelen. Es wird auf die W5 gewechselt, die allerdings etwas ungünstig steht und keinen direkten Kontakt zum Container und Sicht auf den Delphin erlaubt. Mit drei Containern, zwei zusätzlichen Winden und den vielen Ersatzgeräten sowie der Menge der Wasserfässer ist die "Gauss" voll!

### **22.August**

Arbeiten gehen zügig voran. Die W5 zeigt beim Fieren und auch beim Hieven gelegentlich Aussetzer; spätere Untersuchungen führen zu dem Ergebnis, dass vermutlich Spannungsspitzen bei Drehzahländerungen des Fahrmotors der Gauss zu diesem Effekt führen. Änderungen an der Steuerung werden notwendig. Inzwischen wird der Draht der W11 erneut abgesetzt und der neue Stecker angelötet bzw. "Lötstelle wasserdicht verpackt".



### **23.August**

Das 57°N Profil wird gegen 05:00 h beendet und Kurs auf Aberdeen genommen. Warten lange auf den Lotsen. Die Gauss ist fest in Aberdeen gegen 10:00 h MESZ am Regency Pier, zentral in der City.

Die Proben werden weiter aufbereitet und die Daten gesichert. Abends 20:00 h Auslaufen Aberdeen und Kurs auf die Station 33. Die kurze Pause hat allen gut getan und es geht mit neuem Elan an die Arbeit. Der Delphin wird wieder auf Winde W11 umgerüstet. Bei anfänglich noch mäßigen Winden nimmt der Wind aus südlichen Richtungen schnell zu und geht in der Nacht auf Bft 7.

### **24.August**

Der Wind hat weiter zugenommen und das Schiff kommt nur langsam voran. Die Station 33 wird erst gegen 5:30 h erreicht. Bei östlichem Kurs und südlichen Winden mit Böen Bft 9 rollt das Schiff stark und das Arbeitsdeck ist unter Wasser. Die an Deck Arbeitenden sind angewiesen Schwimmwesten zu tragen. Das Abfüllen der Proben kann nur bei gestopptem Schiff erfolgen. Auch das Aussetzen bzw. Einholen des Delphin gestaltet sich schwierig. Der Schrank der Organiker wird ebenso wie die beiden 100 l Kugeln durch Seeschlag verschoben, so dass wieder die leichter zu befestigende Position vor dem Bulleye des CTD-Raumes gewählt wird. Dadurch kann der CTD-Fahrer nicht mehr auf das Fieren oder Hieven der Sonde sehen – Unsicherheitsfaktor!! Entweder muss der Schrank umgebaut werden oder aber die Aufstellung des Schranke inklusive der Zurrösen verändert werden, so dass der CTD-Fahrer die Vorgänge an der Rosette auf Deck kontrollieren kann.

### **25.August**

Das Wetter hat sich wieder beruhigt und wir laufen die zusätzlichen Stationen "Ente 3" und "Ente 2" an, deren Bearbeitung durch die Verkürzung der folgenden Reise erforderlich geworden ist. Auf "Ente 3" muss wegen des geringen Abstandes zwischen den Stationen und der langen Bearbeitungszeit der Proben etwa eine Stunde gewartet werden, bis die großen Kugeln wieder einsatzbereit sind.

Im Morgengrauen passieren wir im deutschen EEZ-Sektor eine große Plattform, die anscheinend Rauch, Qualm oder Dampf über der Wasseroberfläche entlässt. Genauer lässt sich bei der Dämmerung nicht erkennen. Nachmittags regnet und gewittert es, aber mit Annäherung an die dänische Küste wird das Wetter besser. Der Delphin wird wegen der geringen Tiefe und der homogenen Wassersäule an Bord genommen und die Station 26 ohne Delphin angelaufen. Große Wartung des Delphins und Überprüfung der W5!

## **26. August**

Bei der Fahrt ohne Delphin über Horns Rev fahren wir uns gegen den Gezeitenstrom 1,5 h Verspätung ein, so dass die flache Station vor Sylt erst gegen 05.30 h gefahren werden kann. Der Delphin wird dann nach der Station 23 ausgesetzt; allerdings keine Schichtung (bis zur Station 22).

Gespräch mit dem Chief über die maximal mögliche Seillänge für die obere Einleitertrommel. Danach sollen 2002 nur 6200 m aufgetrommelt worden sein; es ist aber nicht völlig klar. Damit sollten für die nächstjährige Atlantikfahrt wieder 6500 m geordert werden.

Schichtung setzt erst etwa bei Station 22 ein. Bis dahin ist der Oberflächengradient des Salzgehaltes fast linear, es zeigen sich keine mesoskaligen Strukturen.

## **27. August**

Bei der nächtlichen Fahrt über die Doggerbank müssen wir wieder einmal gegen an und verlieren 2 h, die Zeitreserve wird allmählich knapp. Das Schiff rollt und stampft bei Bft 6 – 7 und der kurzen steilen See der Doggerbank heftig. Unruhige Nacht. Die Station 19 wird erst gegen 8:15 h morgens erreicht. Vorher war die Datenverbindung zum Delphin zweimal unterbrochen. Neustarts des Programms stellten die Verbindung aber wieder her.

Die Wassersäule über der Doggerbank ist vertikal homogen und die Chlorophyllkonzentrationen gering. Bei anhaltend starkem Wind macht das Schiff zeitweise nur 7 –8 kn Fahrt. Die westlichste Position (Station 18) wird am späten Nachmittag erreicht, von nun an nähern wir uns Cuxhaven. Die W5 wird gereinigt und für den späteren Transport eingepackt.

## **28. August**

Die Wetterberuhigung in der Nacht beschleunigt die Fahrt, so dass wir die verlorene Zeit weitgehend einholen. Geräte laufen weiterhin einwandfrei; der schiffseitige Thermosalinograph zeigt beginnend am 27. 8. einen zu niedrigen Salzgehalt und muss erneut einer Reinigung unterzogen werden. Bei weiterhin ruhigem Wetter geht die Fahrt jetzt zügig voran. Auf dem 54 °N-Profil wird stellenweise schwache Schichtung bei allerdings nur geringen Plankton-Konzentrationen angetroffen. Gegen 20:00 h passieren wir die FINO-Plattform.

## **29. August**

Die letzte Station vor der Elbe wird gegen 3.45 h absolviert; der Delphin wurde bereits vorher auf genommen und mit dem Abtakeln des Delphins, der Winden und des Laborcontainers begonnen, da dafür am 29. in Cuxhaven keine Zeit mehr ist. In Cuxhaven wird alles für die Übergabe vorbereitet; der Kran kommt pünktlich und nimmt den Delphin-Container und

andere Gerätschaften von Bord. Etwa gegen 10:00 h treffen die neuen Fahrtteilnehmer für den 2ten Abschnitt ein. Die Übergabe erfolgt sofort anschließend, so dass gegen 11:00 h alle Übergabearbeiten abgeschlossen sind.

### **Abschließende Bemerkung**

Abgesehen von kleineren Geräte- bzw. Windenproblemen, die alle ohne größere Schwierigkeiten behoben werden konnten, verlief die Reise – nur durch Wettereinflüsse beeinträchtigt – harmonisch. Hervorzuheben sind die gute Zusammenarbeit der weitgehend neuen, jungen Decksmannschaft der Gauss mit den verschiedenen Arbeitsgruppen und auch das Verständnis der Arbeitsgruppen untereinander.

### **Statistik der Reise 446a**

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

349 Salzgehaltsproben

~2050 Seemeilen geschleppter Delphin

### **Organik**

64 x 10 l – Kugeln zur Bestimmung von polaren Pestiziden mit Festphasenextraktion

44 x 100 l – Kugeln zur Bestimmung von organischen Schadstoffen mittels flüssig-flüssig-Extraktion

2 Gemini-Corer Proben, 4 Kerne a ca. 40 cm in je 8 Schnitte aufgeteilt.

12 Zentrifugenproben

### **Radiochemie:**

84 Proben Jod 129 (je 1 l Flaschen)

61 Proben Cäsium 137 (je 100 l)

61 Proben Strontium 90 (je 70 l)

61 Proben Technitium 99 (je 100 l)

61 Proben Plutonium 239/240 (je 100 l) Fällung

61 Proben Plutonium 238 (je 100 l) Fällung

61 Proben Americium 241 (je 100 l)

61 Proben Curium 244 (je 100 l)

61 Proben Tritium (je 1 l)

## Nährstoffe

325 Proben; daraus Doppelbestimmung von 5 Parametern 3250 Analysen

Während des Fahrtabschnitts GA446A wurden 325 Proben in 21 Analysenläufen in Doppelbestimmung parallel auf PO<sub>4</sub>-P, SiO<sub>4</sub>-Si, NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N und NH<sub>4</sub>-N untersucht.

Jeder Analysenlauf beinhaltet eine Kalibration, einen „Nutcocktail“ (interner Mischstandard) und weitere Standardkontrollen zur Qualitätssicherung. Zusätzlich wurden Analysen zur Feststellung der Reproduzierbarkeit (10fach Bestimmungen) und zur Matrixkontrolle durchgeführt.

Die Angabe der Ergebnisse erfolgt in µmol/L. Die Genauigkeit ist für den Parameter PO<sub>4</sub>-P und NO<sub>2</sub>-N auf zwei Nachkommastellen, für die Parameter SiO<sub>4</sub>-Si; NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-N und NH<sub>4</sub>-N auf eine Nachkommastelle festgelegt: z. B.

- PO<sub>4</sub>-P (µmol/l): 1,37
- SiO<sub>4</sub>-Si (µmol/l): 12,4
- NO<sub>2</sub>-N (µmol/l): 1,08
- NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-N (µmol/l): 22,6
- NH<sub>4</sub>-N (µmol/l) 9,4

## Sauerstoff

332 Analysen

### Universität Hamburg:

62 Sichttiefe mittels Secchischeibe an jeder Station

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

282 Nährstoffproben,

282 TDN/TDP Proben,

282 Sestonfilter (anschließend part.CN)

DOC-Proben an Oberfläche und Boden,

~ 180 Chlorophyllfilter für HPLC-Analyse über GF/F Glasfaserfilter an der Oberfläche und im Chlorophyllmaximum von jeder Station (92 Proben).

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

282 Trübungsmessung mit Turner-Nephelometer TD40

(relative Nephelometer Turner units) (310 Proben)

282 Chlorophyllmessungen mit 1-Hz-Fluorometer Typ BBE 42c30 Moldaenke

## Erste Ergebnisse

Die Nordsee befand sich seit 1987 in einer Warmphase, nur unterbrochen durch die relativ kalten Jahre 1993 und 1996. Vom Juni 2001 bis zum April 2005 war die flächengemittelte Oberflächentemperatur der Nordsee in keinem Monat unter dem langjährigen Mittel gewesen. Die lange Dauer dieser Warmanomalie führte zu der Annahme, dass die Warmphase der Nordsee zu Ende gehen würde; diese These wird durch die Daten der "Gauss"-Reise eindrucksvoll gestützt. Die Oberflächentemperaturen im Untersuchungsgebiet waren durchweg unternormal (Abb.2a). Ob diese Aussage auch für das gesamte Volumen des Nordseewassers gilt, ist nach der ersten Beurteilung der Daten unsicher. Einerseits ist die Deckschicht insgesamt zu kalt, andererseits ist die Mächtigkeit der Deckschicht – verglichen mit den Vorjahren seit 1998 – größer und zusätzlich liegt die Temperatur der Bodenwasserschicht (Abb.2b) deutlich über dem langjährigen Mittel. Nur in den Tiefen der Norwegischen Rinne wurden Wassertemperaturen unter 7 °C beobachtet. In den Bedingungen der Bodenwasserschicht spiegeln sich noch die winterlichen Temperaturen des Temperaturminimums, das die sommerlichen Bodentemperaturverhältnisse weitgehend bestimmt und das noch in die Warmphase fiel.

In der nördlichen Hälfte der Nordsee (Schnitte 57, 58, 59, 60 °N) war der Gradient in der saisonalen Thermokline (Abb.3) nicht ausgeprägt; in der südlichen Hälfte (Schnitte 55 und 56 °N) dominierte dagegen mehr die "klassische" Sprungschicht mit sehr starken Gradienten (bis zu 7 °C auf 1 m Tiefendifferenz), so dass hier von einer echten Zweischichtung gesprochen werden kann. Auffällig ist die starke Strukturierung der Thermokline im östlichen Teil des 57 °N-Schnittes. Die entsprechenden Vertikalschnitte des Salzgehaltes (Abb.4) zeigen als wesentliches vertikales Signal das weite westliche Vordringen des vom Baltischen Ausstrom bestimmten salzärmeren Wassers, das auf 57 und 58 °N über den 2 °E-Meridian nach Westen vordringt und die Bedingungen in der Deckschicht bestimmt.

Die vertikale Verteilung des Chlorophyll-a (Abb. 5), bestimmt mit dem im Delphin eingebauten Fluorometer (relative Einheiten: Volt), ergibt im Jahr 2005 deutlich verringerte Konzentrationen im Vergleich zu den Vorjahren (ab 1998). Die gleichzeitig registrierten Sauerstoffkonzentrationen lassen vermuten, dass ein Teil der gemessenen Chlorophyllfluoreszenz noch von bereits abgestorbenen Phytoplankton (Sauerstoffzehrung – verringerte Konzentrationen), teilweise aber noch von produzierendem Plankton erzeugt worden ist (erhöhte Sauerstoffwerte). Obwohl, wie in den Vorjahren, die stärksten Signale der Fluoreszenz aus dem Sprungschichtbereich kamen, waren die höheren Fluoreszenzwerte mehr in der Deckschicht verteilt. Starke Konzentrationen von Algen in Oberflächennähe (Algenblüten) wurden nicht gesichtet. Die Sichttiefen (Abb. 6 c Secchi-Tiefen) bestätigten dieses Ergebnis; sie zeigten durchweg gute Sichttiefen, aber nicht mehr die Extremwerte der letzten beiden Jahre, in denen das Plankton sehr stark auf die

Sprungschicht geprägt war und so für hohe Transparenz der Deckschicht sorgte. Ob die schwache Primärproduktion des Jahres 2005 eine Folge der verringerten Einträge oder aber auf die veränderten klimatischen Bedingungen im Jahr 2005 zurück zu führen ist, muss derzeit noch offen bleiben. Hier werden vermutlich nur hochkomplexe numerische Ökosystemmodelle Erklärungen liefern können. Mit den jetzt vorliegenden hochaufgelösten Datensätzen sollten Basisdaten für eine grundlegende Validation derartiger Modelle vorliegen.

Im gesamten Untersuchungsgebiet wurden Sauerstoffsättigungswerte (Abb.a, b, d) gefunden, die das Prädikat "gut" verdienen. In den bekannten Problemgebieten der äußeren Deutschen Bucht und vor der jütländischen Küste wurden Werte geringfügig unter 80 %, dies entspricht Werten  $< 5,5$  mg/l, gefunden. Zwischen der Doggerbank und der Kleinen Fischerbank wurden diese Konzentrationen noch etwas unterschritten (~66%, entsprechend 4,5 mg/l); dieses Gebiet zeichnet sich durch geringe Gezeiten(reibung) – Nähe des amphidromischen Punktes – aus. Vermutlich ist die gezeitenbedingte Vermischung in Bodennähe – sowohl vertikal als auch horizontal – nur gering, so dass sich lokale Zehrung stärker auswirkt. Insgesamt ergeben sich für die Sauerstoffverhältnisse im Spätsommer sehr befriedigende Befunde.

Die Horizontalverteilung des Salzgehaltes an der Oberfläche und in Bodennähe (Abb.2 c und d) zeigt an der Oberfläche eine Zweiteilung mit hohen atlantischen Salzgehalten in der Westhälfte und eine Süßwasser bestimmte Verteilung in der Osthälfte. In der Tiefe (Bodennähe) dominiert die nördliche Hälfte der Nordsee das atlantische Wasser, das teilweise über 35,25 liegt. Die kontinentalen Zuflüsse prägen den Salzgehalt vor der belgisch-niederländischen sowie deutsch-dänischen Küsten.

**Nährstoffchemie (Beitrag Dr.Weigelt-Krenz):** Die Nährsalze sind der Jahreszeit entsprechend an der Oberfläche in weiten Teilen der Nordsee durch das Plankton aufgebraucht. Nur in den Flussfahnen erreicht **Nitrit+Nitrat** noch Konzentrationen bis 1,6  $\mu\text{mol/l}$ , während in den übrigen Gebieten die Konzentrationen im Bereich der Bestimmungsgrenze (0,1  $\mu\text{mol/L}$ ) und darunter liegen (Abb. 9). Die **Phosphat**werte liegen in großen Bereichen der Nordsee zwischen 0,02 und 0,1  $\mu\text{mol/l}$ . Auf der Doggerbank steigen die Werte bis 0,37  $\mu\text{mol/L}$  an. Hier werden in der gesamten Wassersäule ähnliche Werte gemessen. Aufgrund der geringen Wassertiefe und der intensiveren Durchmischung werden die remineralisierten Stoffe der Oberfläche schneller zugeführt. Dies trifft auch für die küstennahen Bereiche zu (Abb. 7).

In Bodennähe spiegelt sich der starke atlantische Einstrom in den Nährstoffgehalten wieder. Bis etwa 56° N werden **Phosphat**gehalte kleiner/gleich 0,7  $\mu\text{mol/l}$  gemessen; in der nördlichen Nordsee und im Bereich der Norwegischen Rinne steigen die Werte in

Bodennähe sogar bis 0,9  $\mu\text{mol/l}$  an. In der südlichen Nordsee sinken sie bis auf 0,1  $\mu\text{mol/l}$  ab. In der Elbefahne liegen die Werte zwischen 0,5-0,8  $\mu\text{mol/l}$ . Hier tragen sowohl die fortschreitende Remineralisierung als auch die über die Elbe eingetragenen Nährstofffrachten und die stärkeren Durchmischungsprozesse in den flachen Küstengebieten zu höheren Nährsalzkonzentrationen bei (Abb. 8).

Ähnliche Beobachtungen liegen für **Nitrit+Nitrat** vor. Im Elbeausstrom werden in Bodennähe Konzentrationen bis 2  $\mu\text{mol/l}$  gemessen, während in der nördlichen Nordsee und in der Norwegischen Rinne Werte von 7,5 bis 14  $\mu\text{mol/l}$  bestimmt werden (Abb. 10).

Auch im westlichen Ärmelkanal macht sich der Einstrom des Atlantikwassers mit höheren Nährsalzkonzentrationen bemerkbar. Für Phosphat liegen Werte bis 0,3  $\mu\text{mol/l}$  vor und für Nitrat werden Werte bis 3  $\mu\text{mol/l}$  gemessen.

Die **Silikat**konzentrationen liegen im Allgemeinen unter den Vorjahreswerten. Dies deutet darauf hin, dass die Remineralisierung der Kieselalgen (Frühjahrsalgenblüte) in diesem Jahr noch nicht soweit fortgeschritten ist wie im Vorjahr. Konzentrationen bis 8  $\mu\text{mol/l}$  in Bodennähe werden vor der nordfriesischen Küste gemessen. Im Bereich der südnorwegischen Küste liegt der höchste Wert bei 6,5  $\mu\text{mol/L}$ . In großen Bereich der Nordsee werden Werte zwischen 2,5 und 4  $\mu\text{mol/l}$  bestimmt, während im Bereich der Doggerbank die Werte zum Teil unter 1  $\mu\text{mol/L}$  absinken (Abb. 12).

Die Proben der Radiochemie werden ebenso wie die der organischen Chemie erst in den verschiedenen Landlaboren analysiert, so dass Ergebnisse noch nicht vorliegen.

### **Verzeichnis der Abbildungen**

- Abbildung 1: Stations- und Wegekarte Gauss-Reise 446a
- Abbildung 2a-d: Horizontalverteilungen der Temperatur und des Salzgehaltes an der Oberfläche und in Bodennähe
- Abbildung 3: Temperaturschnitte
- Abbildung 4: Salzgehaltsschnitte
- Abbildung 5: Chlorophyll-a Schnitte
- Abbildung 6a-d: a Sauerstoffsättigung in Prozent in Oberflächennähe  
b Sauerstoffsättigung in Prozent in Bodennähe  
c Secchi-Tiefen in m  
d Sauerstoffsättigung in mg/l
- Abbildung 7: Phosphat in Oberflächennähe
- Abbildung 8: Phosphat in Bodennähe
- Abbildung 9: Nitrat und Nitrit in Oberflächennähe
- Abbildung 10: Nitrat und Nitrit in Bodennähe
- Abbildung 11: Silikat in Oberflächennähe
- Abbildung 12: Silikat in Bodennähe

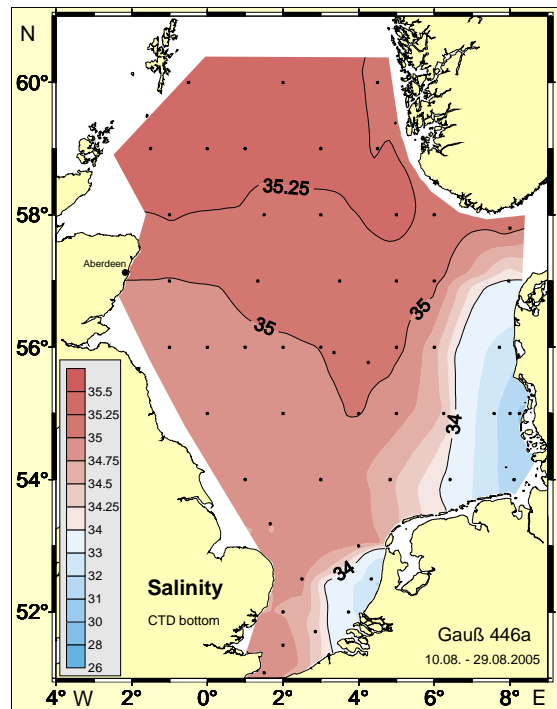
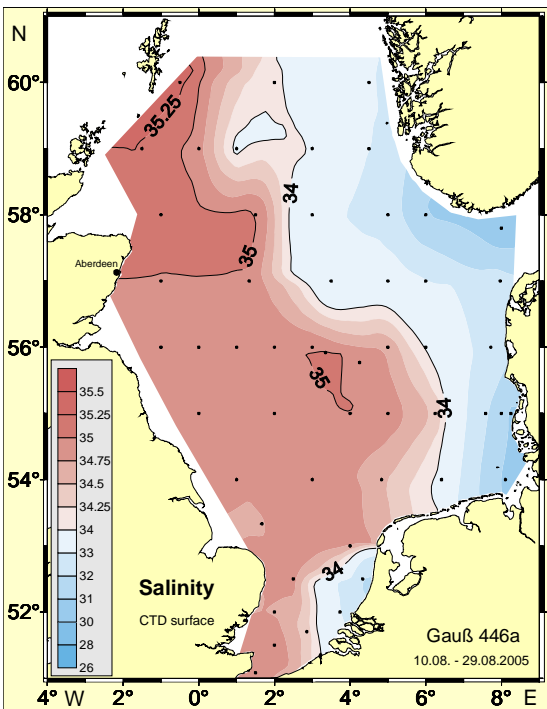
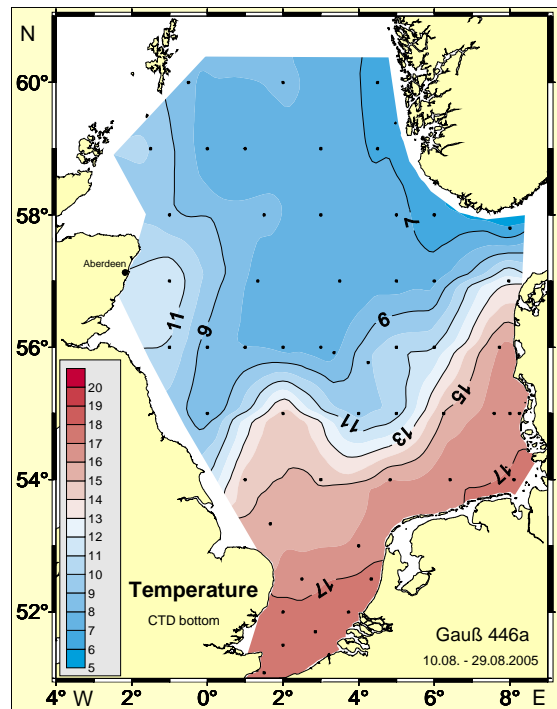
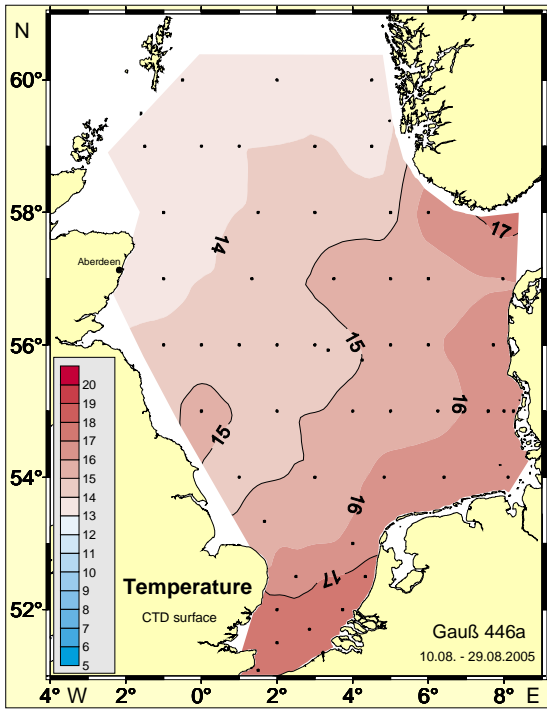


Abb.2 a – d

Horizontalverteilung der Temperatur und des Salzgehaltes an der Oberfläche und in Bodennähe



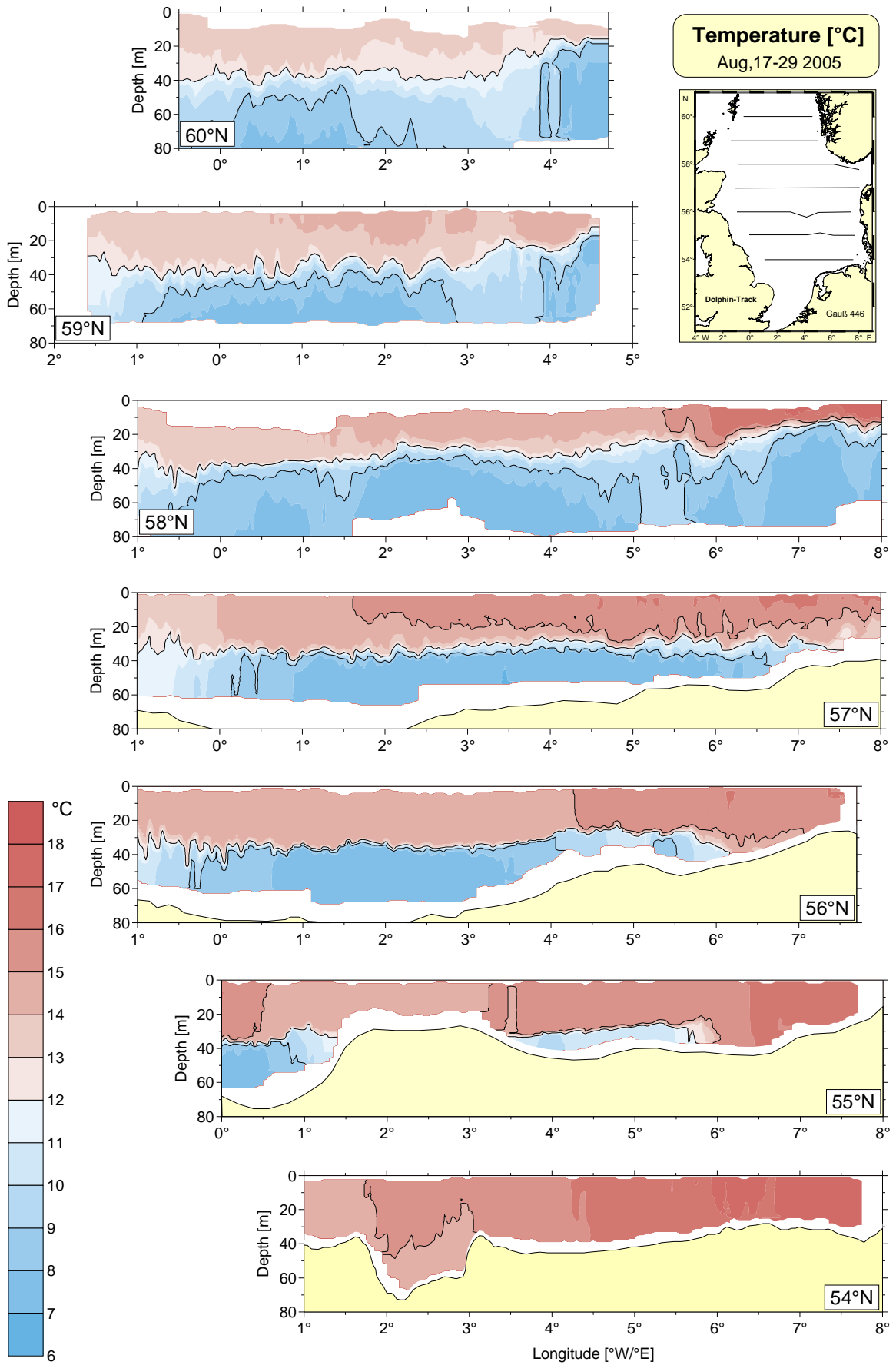


Abb. 3 Temperaturschnitte

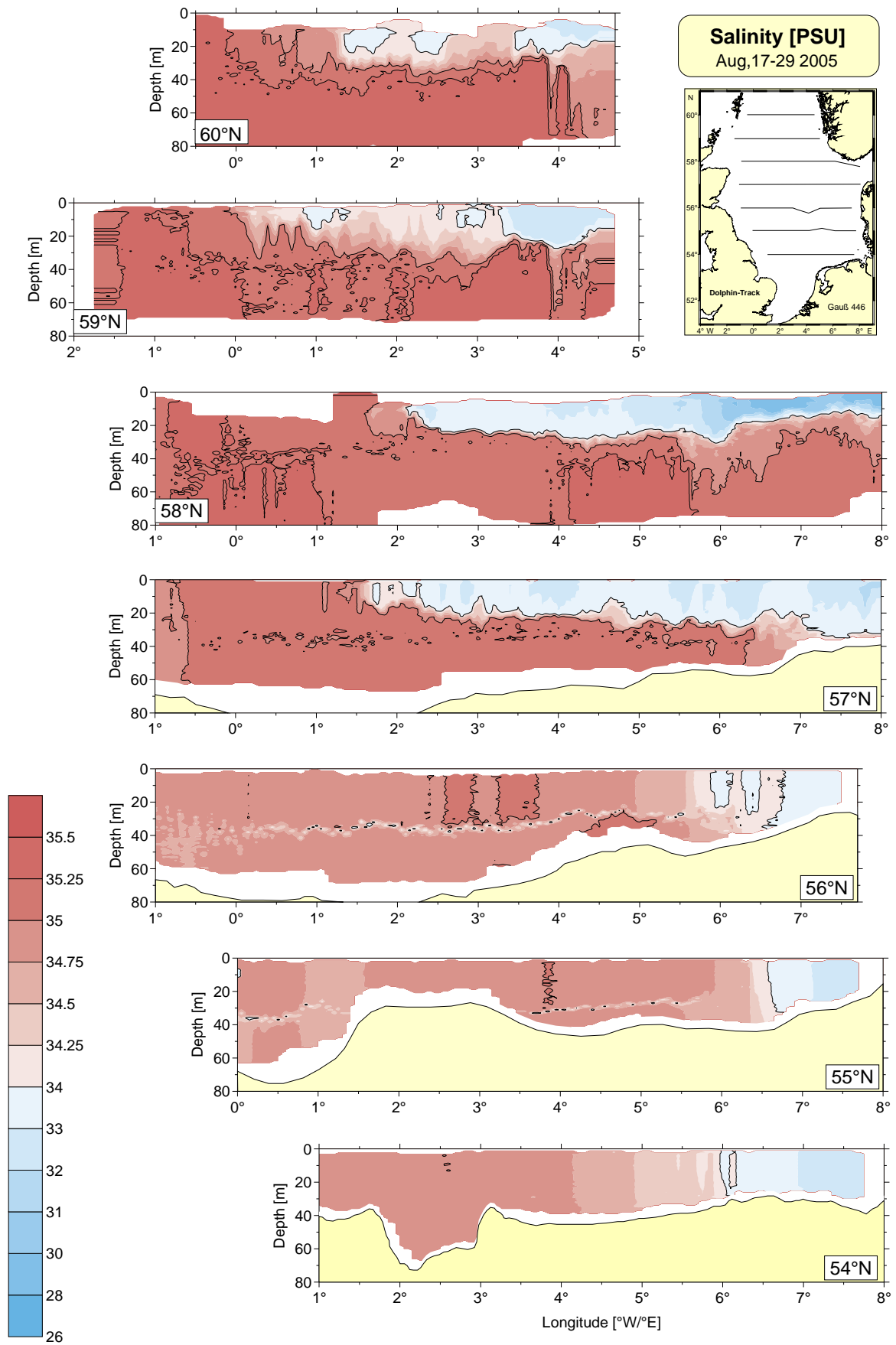


Abb. 4: Salzgehaltsschnitte

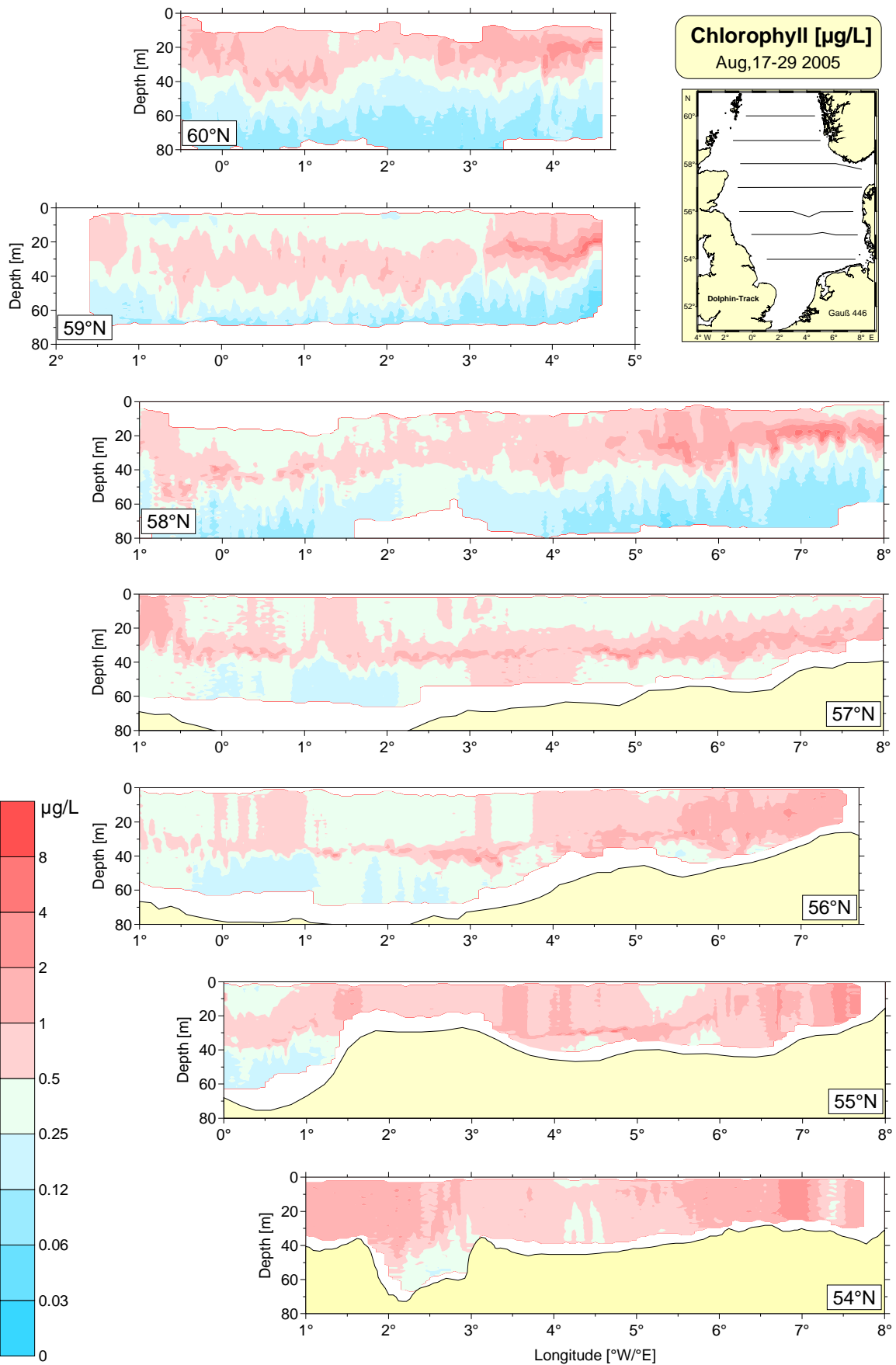


Abb. 5 Delphin Chlorophyll-a Schnitte

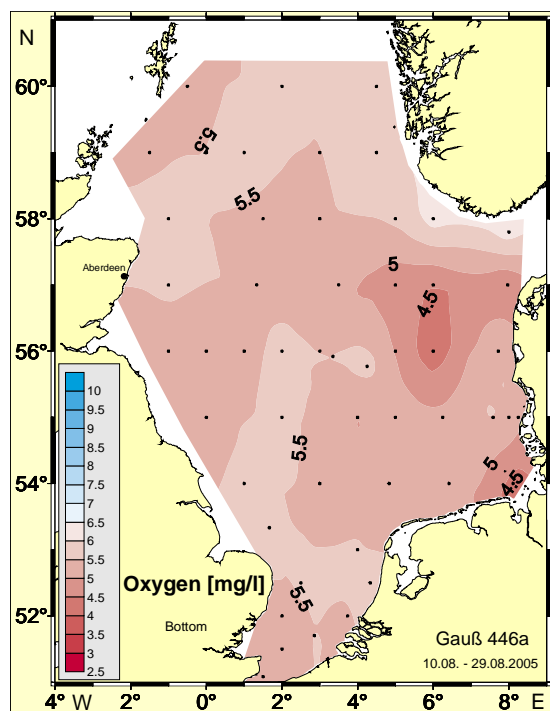
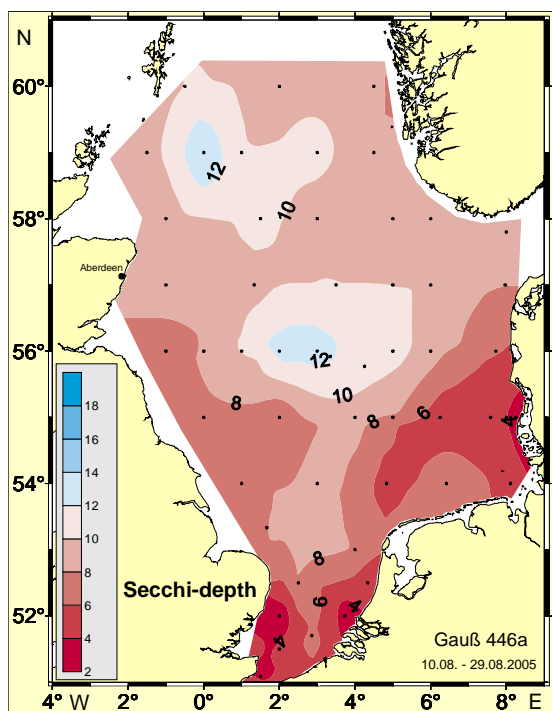
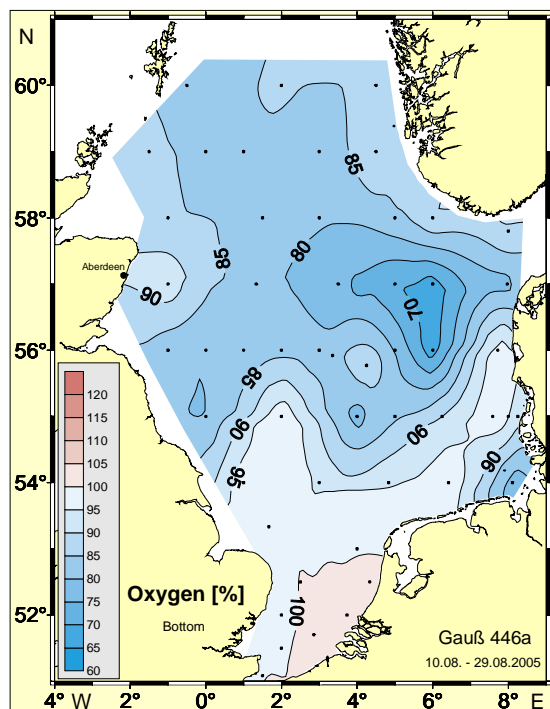
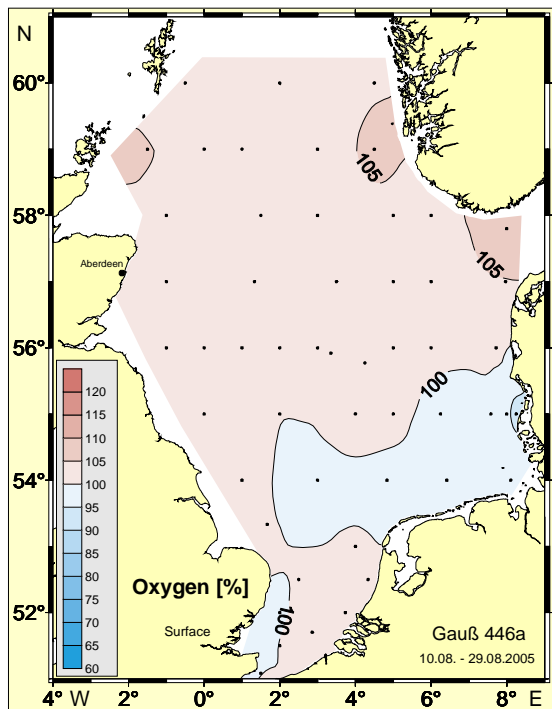


Abbildung 6 a-d

- a Sauerstoffsättigung in Prozent in Oberflächennähe
- b Sauerstoffsättigung in Prozent in Bodennähe
- c Secchi-Tiefen in m
- d Sauerstoffsättigung in mg/l

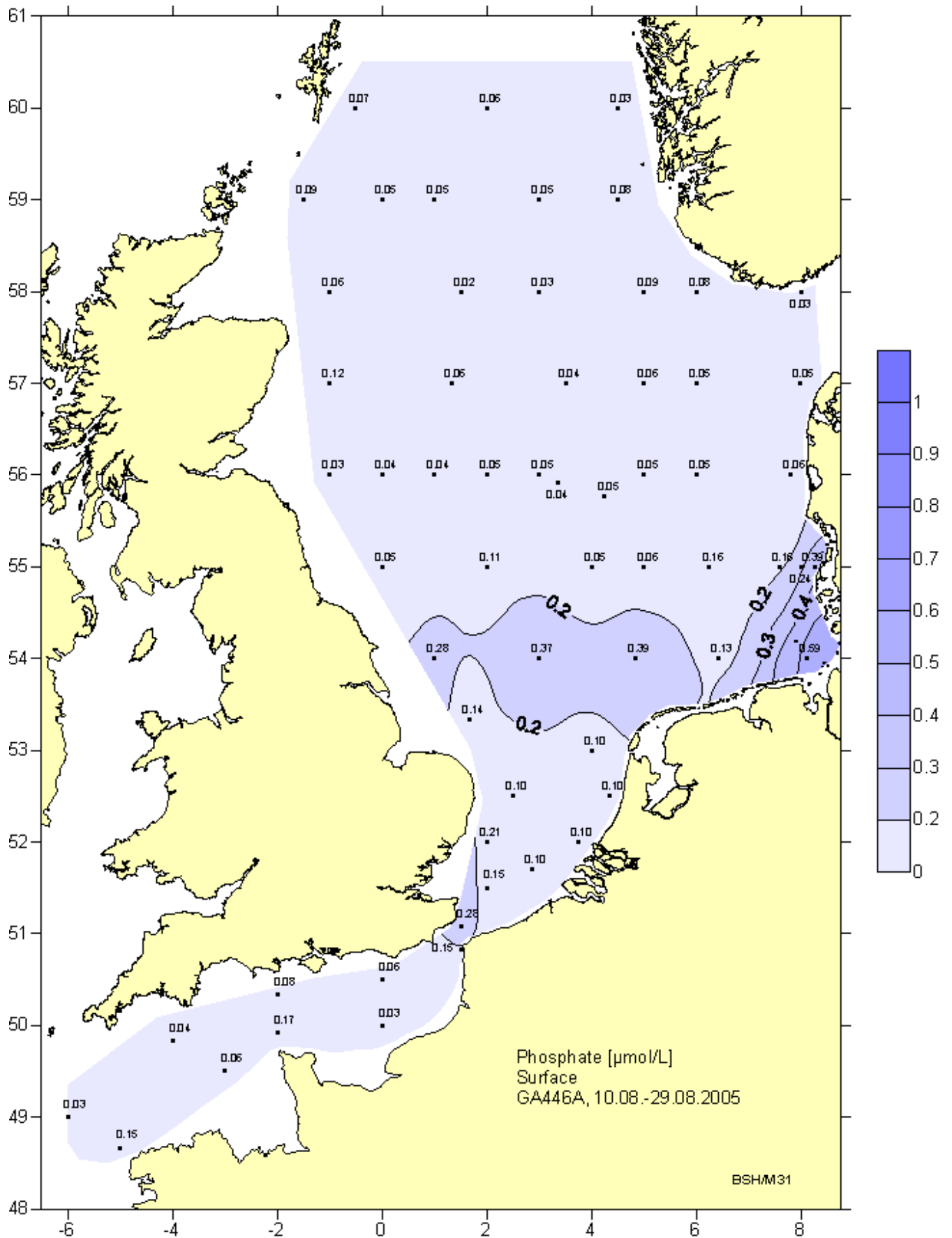


Abb.7 Phosphat in Oberflächennähe

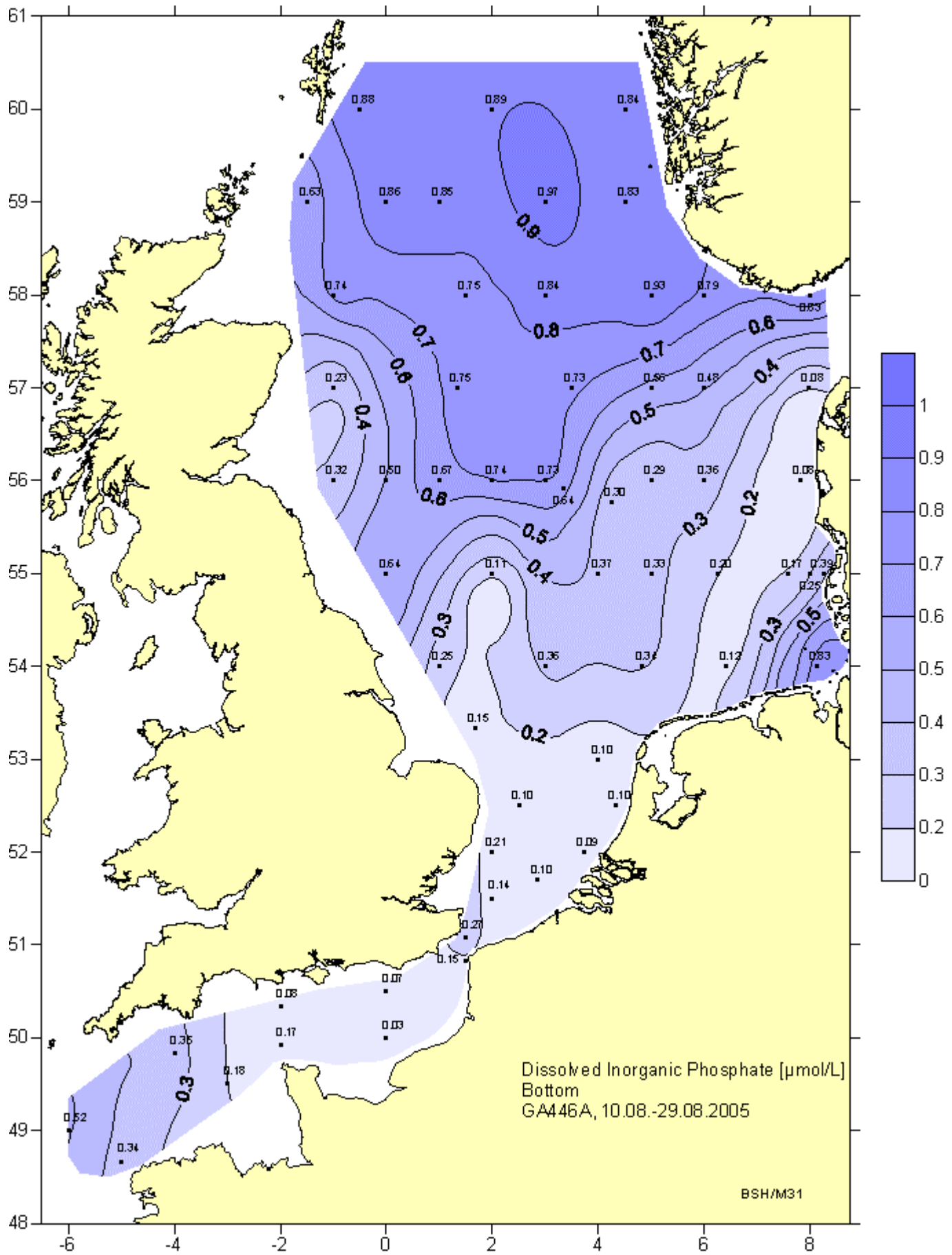


Abb.8 Phosphat in Bodennähe

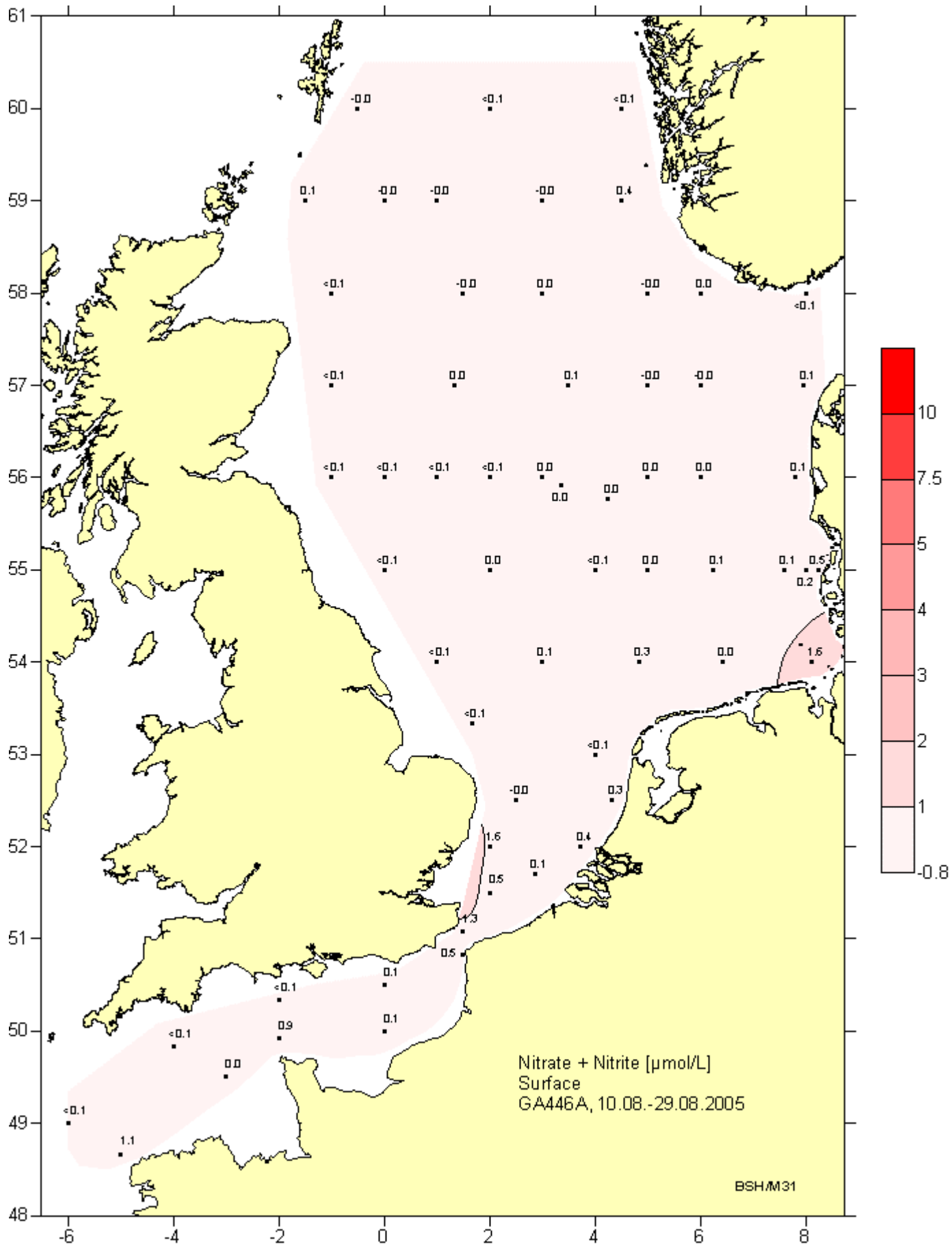


Abb.9 Nitrat und Nitrit in Oberflächennähe

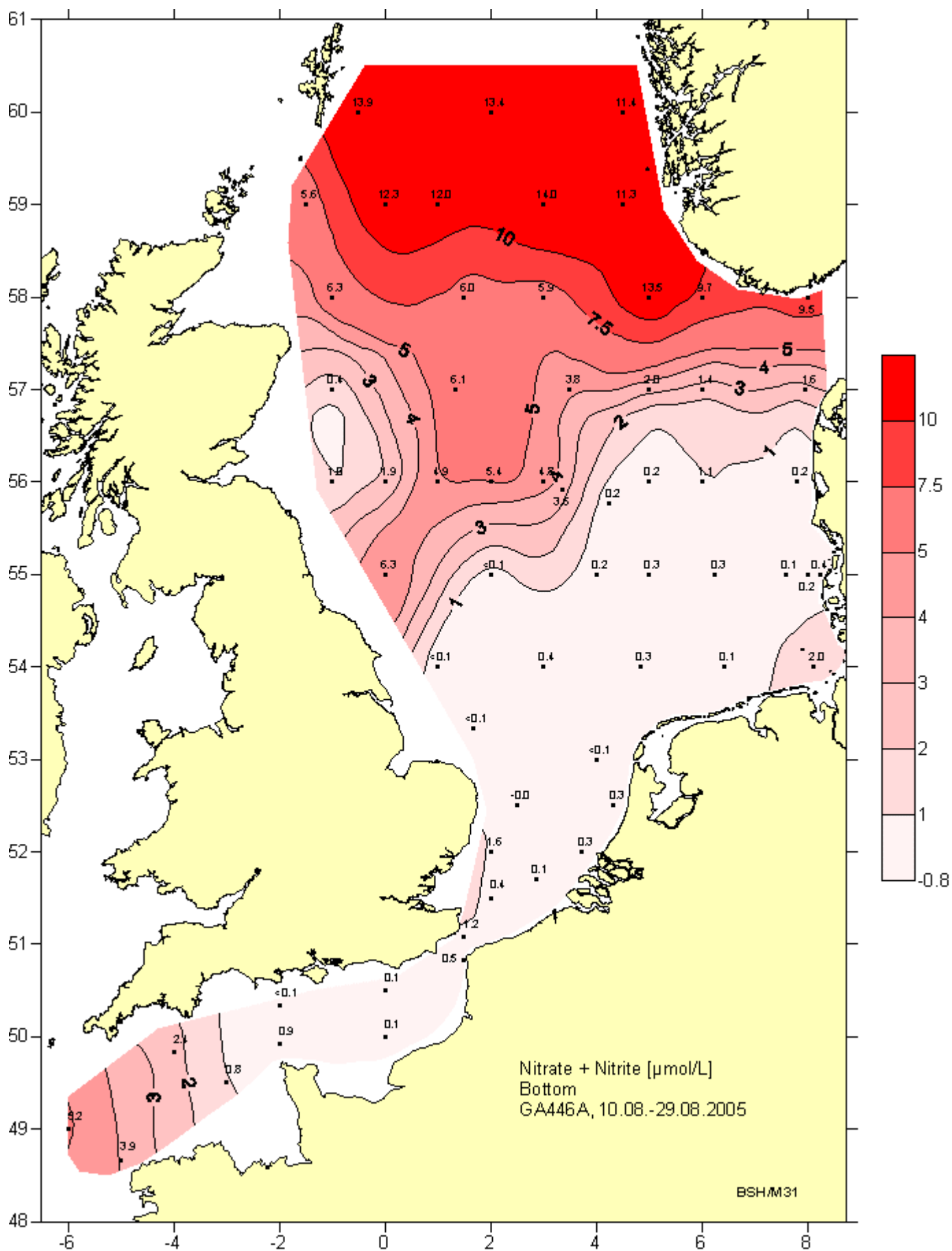


Abb.10 Nitrat und Nitrit in Bodennähe



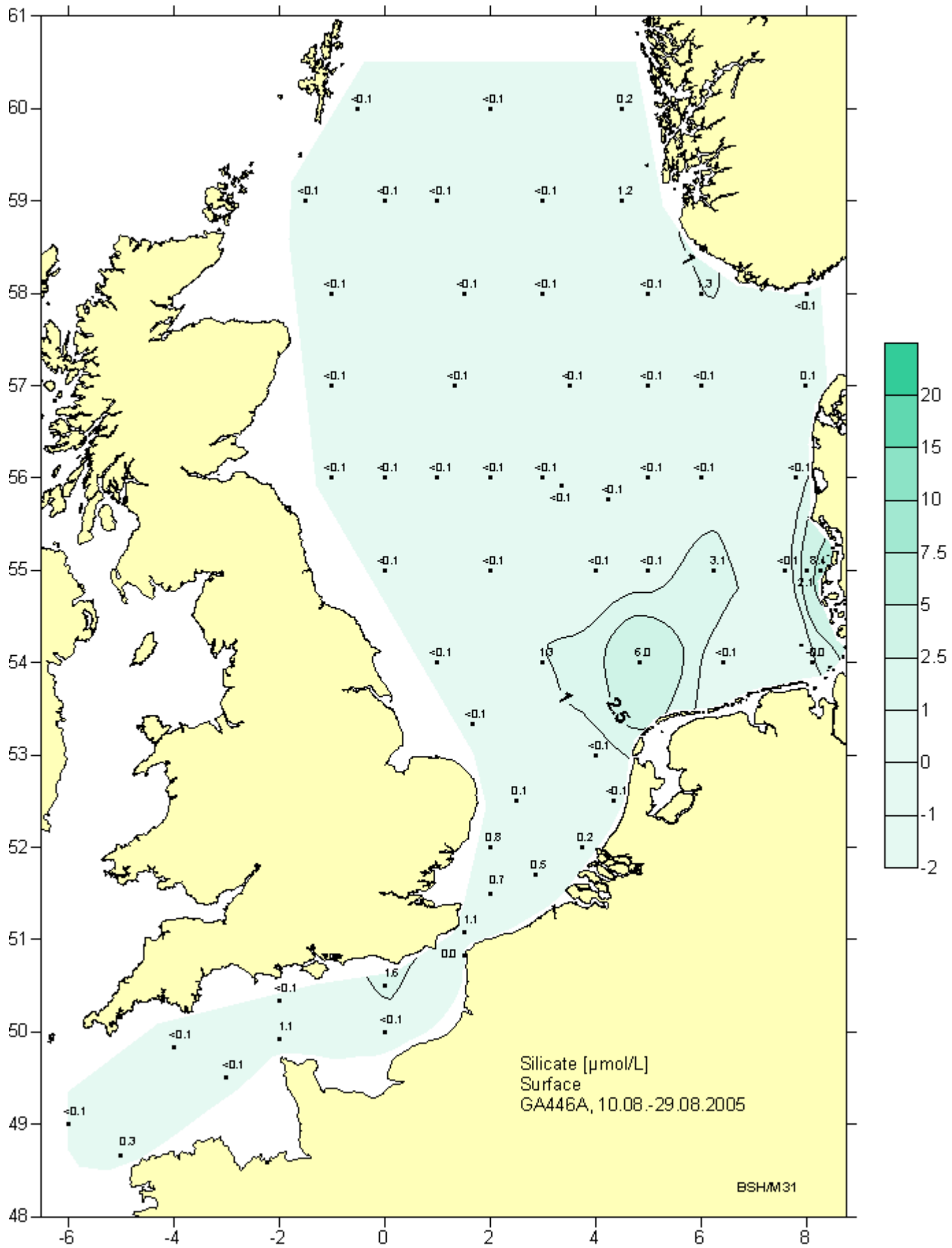


Abb.11 Silikat in Oberflächennähe

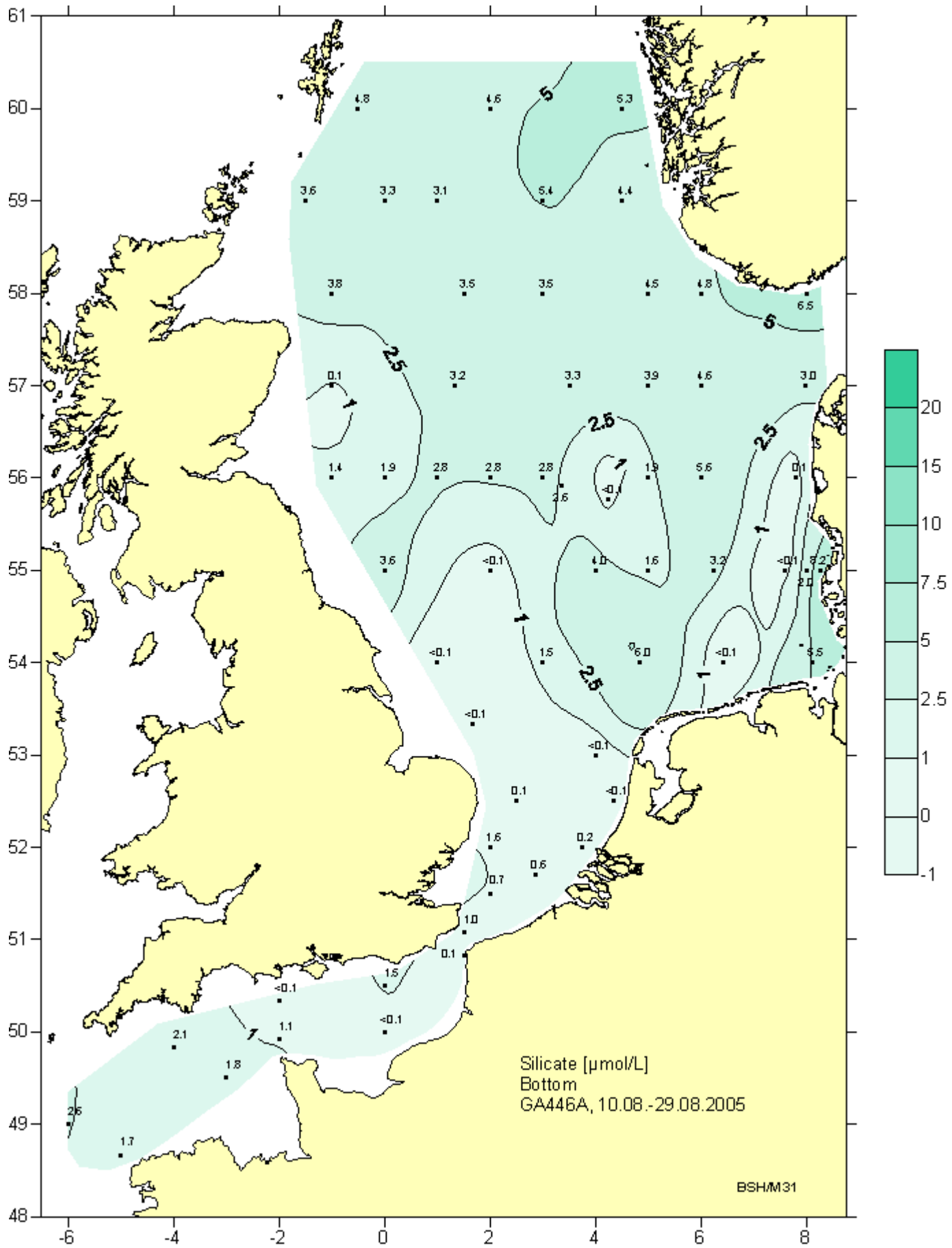


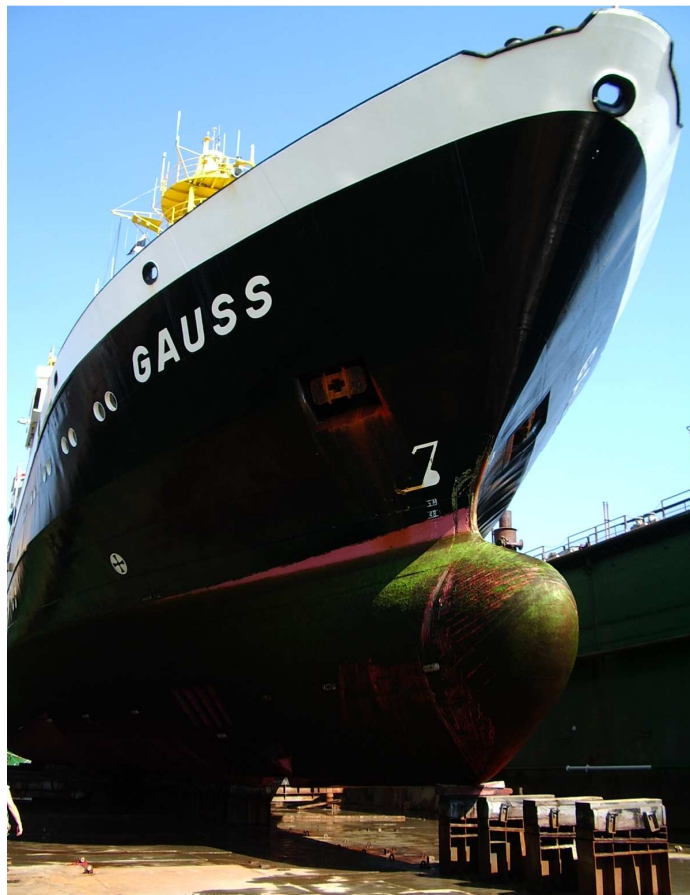
Abb.12 Silikat in Bodennähe

# **FS GAUSS**

**Reise 446b**

**29. August – 5. September 2005**

**Bericht der Fahrleiterin  
Dr. Sieglinde Weigelt-Krenz**



**Hamburg, September 2005**

## Eingeschifft:

Name	Arbeitsgruppe
Frau Dr. Weigelt-Krenz	Nährstoffchemie
Frau Kramer	Nährstoffchemie
Frau Brandt	Nährstoffchemie
Herr König	Physik
Frau Häger	Org.Chemie
Herr Gerwinski	Org.Chemie
Herr Jacobs	Schwermetalle
Frau Michel	Schwermetalle
Herr Schimanski	Chemie/Physik
Frau Gorny	Radioaktivität
Herr Goroncy	Radioaktivität

## Forschungsprogramm:

Ozeanographisch-chemisch-radiologisches Monitoring in der Deutschen Bucht

Aufgaben: Es wurden an allen Stationen CTD-Messungen durchgeführt zur Bestimmung von Fluoreszenz, Trübung, Sauerstoff, Temperatur und Salzgehalt. Die Sichttiefe mit der Secchischeibe wurde ebenfalls an allen Stationen festgestellt. Mit dem Kranzwasserschöpfer/Rosette wurden Wasserproben entnommen zur Sauerstoff- und Nährstoffbestimmung, pH-Wert Messung und Chlorophyllbestimmung. Wasser-, Schwebstoff- und Sedimentproben wurden genommen zur Bestimmung organischer und anorganischer Schadstoffe sowie künstlicher Radioaktivität.

## Eingesetzte Geräte:

- CTD/Rosette (Seabird SBE 19 mit Sauerstoffsensoren und Fluorometer, 12 poliger Kranzwasserschöpfer mit 10 l Schöpfnern)
- Thermosalinograph Seabird mit Trübungs- und Gelbstoffsensor
- 100 l Glaskugelschöpfer (klassische org. Schadstoffe)
- 10 l Glaskugelschöpfer (mittelpolare, polare org. Schadstoffe, polyfluorierte Verbindungen)
- Kleiner Kastengreifer (Sedimentanalytik – Schwermetalle, org. Schadstoffe)

- Mercos-Schöpfer (Schwermetallanalytik)
- Sichttiefe mittels Secchischeibe an jeder Station
- Seewasserpumpe
- Zentrifuge

### Methoden:

- **Sauerstoffbestimmung** nach Winkler-Carpenter mittels Dissolved Oxygen Analyser (DOA) der Fa. SIS mit photometrischer Endpunktbestimmung
- **pH-Wert Messung** mit pH 91 von WTW, Elektrode von WTW, TYP E39
- **Chlorophyllmessung** mit 1-Hz-Fluorometer Typ BBE 42c30 Moldaenke
- **Chlorophyllfilter** für HPLC-Analyse über GF/F Glasfaserfilter an der Oberfläche und im Chlorophyllmaximum von jeder Station
- **Filtration** von Wasserproben über Nuclepore-Filterpapier (Polycarbonat 0,4 µm) zur Bestimmung der löslichen Nährsalze und von Gesamt-Phosphor und Gesamt-Stickstoff
- Photometrische Messung der **löslichen Nährsalze**: o-Phosphat, Silikat, Nitrat+Nitrit, Nitrit und Ammonium werden parallel mit einem SFAS (Segmented Flow Analysen System) analysiert. Das Analysengerät befindet sich im BSH- Container (BSHC 200 009-4). Proben/Standards/Waschflüssigkeit und die einzelnen Reagenzien werden durch eine Peristaltikpumpe angesaugt und im System miteinander vermischt. Der Flüssigkeitsstrom wird mit Hilfe von Luftblasen segmentiert, wodurch eine homogene Durchmischung erreicht und eine Probenverschleppung verhindert wird. Die Photometer, bestehend aus Detektorkopf und elektronischer Messeinheit, erfassen die analogen Signale der Absorptionen und leiten sie an Schreiber und Interface/Computer weiter.
- **Radiochemie** (je Probe):  
**Cäsium** 100 l Seewasser über Ionenaustauscher (Kaliumhexacyanoferrat IIcobaltII) zu 20 g Laborprobe; Analyse in Hamburg  
**Transurane** (Pu, Am, Cu) 100 l Seewasser Eisenhydroxidfällung, dadurch Reduktion auf je 1 l Probe zur Analyse in Hamburg  
**Jod** 1 l Seewasser mit Natriumhydroxid konserviert; Analyse in Hannover  
**Tritium** 1 l Seewasser ohne weitere Behandlung zur Analyse  
**Technitium** 100 l Seewasser in 3 Fässer abgefüllt; Analyse in Risö/Dänemark  
**Strontium** 70 l Seewasser in 2 Fässer; Analyse in Hamburg
- **Schwermetalle**: Probenahme mit dem Teflon-Wasserschöpfer MERCOS  
Die niedrigen Konzentrationen der Schwermetalle im Meerwasser machen eine kontaminationsarme Probenahme erforderlich. Außerdem sollten die Materialien des

Schöpfers keine Spurenmetalle adsorbieren und so zu Verlusten führen. Deshalb wurde Anfang 1981 der Teflon-Wasserschöpfer *MERCOS* im BSH entwickelt. Der Schöpfer wird mit zwei oder vier 500-mL-Teflonflaschen beschickt.

Der geschlossene Schöpfer wird in die zu beprobende Tiefe gefiert und dann mit einem teflonisierten Fallgewicht ausgelöst. Hierbei öffnet sich der Schöpfer durch Aufrichten der Siliconschläuche. Durch den Wasserdruck (0,1bar/m) und die Tatsache, dass Luft leichter ist als Wasser, entweicht die Luft aus den Silikonschläuchen und Wasser dringt ein.

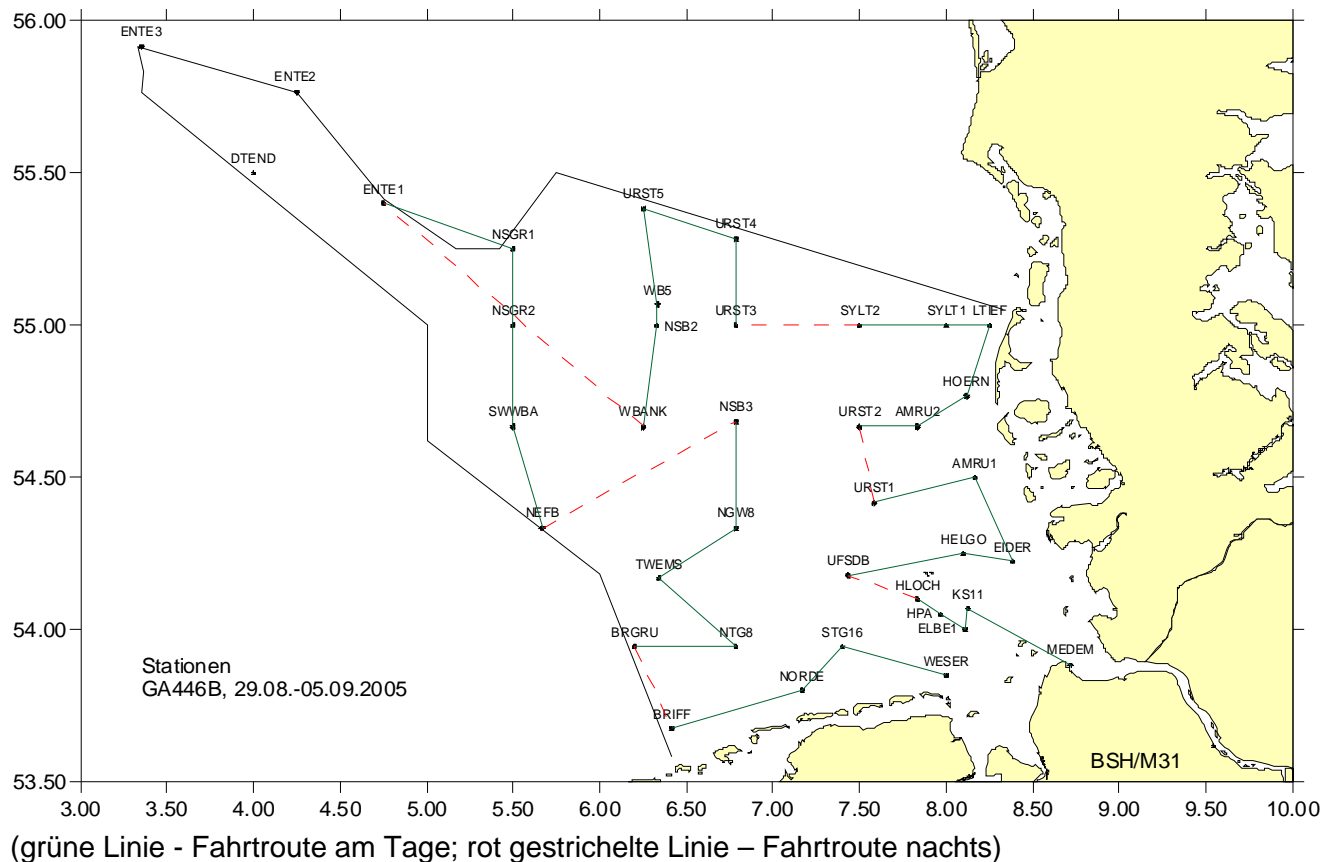
Unmittelbar nach der Probenahme wird die Meerwasserprobe an Bord im Reinraum-Laborcontainer mit Hilfe der Sartorius-Polycarbonat-Druckfiltrations-apparatur in 500-mL-PE-Flaschen filtriert. Das Filtrat (ca. 500 mL) wird anschließend zur Konservierung mit 0,5 mL 30%iger Salzsäure suprapur auf einen pH-Wert von ca. 2,1 gebracht und bis zur analytischen Bestimmung bei Raumtemperatur gelagert. Die weitere Analyse erfolgt im Landlabor.

- **Organik:** Probenahme mit der **100 L Kugel:** Die Extraktion der organischen Schadstoffe erfolgt direkt in der 100-L-Glaskugel. Der geschlossene Glaskugelschöpfer wird an einem Windenseil in die zu beprobende Tiefe gefiert und dann mit einem Fallgewicht aus Stahl ausgelöst. Dabei öffnet sich das Kugelventil in dem Schöpferdeckel, und das Meerwasser fließt in die Glaskugel.

Nach dem Hieven an Deck erfolgt nach Zugabe einer Internen-Standard-Lösung eine lüssig/flüssig-Extraktion und anschließend die Abtrennung des Extraktes. Dieser wird in einem Parallel-Verdampfer-System eingeengt. Die weitere Analyse des Extraktes erfolgt im Landlabor.

Probenahme mit der **10 L Kugel:** Die Extraktion der organischen Schadstoffe erfolgt direkt an Bord mit der NEPOS Workstation (halbautomatisches Festphasenextraktionssystem). Die Festphasensäulen werden noch an Bord getrocknet und im Labor weiter aufgearbeitet.

## Stationskarte:



### Ablauf der Reise:

**29. August 2005:** Gegen 10.00 Uhr erreicht die Austausch-Gruppe aus Sülldorf mit dem Institutsbus die FS GAUSS in Cuxhaven. Es findet ein kurzer Erfahrungsaustausch und die Übergabe statt. Der Containerwechsel verläuft planmäßig. Da der LKW aus Hamburg erst gegen 10:30 Uhr in Cuxhaven ankommt (Stau), verzögert sich das Auslaufen der GAUSS um ca. 1 h.

Die GAUSS legt um **12:10 h** in Cuxhaven ab. Nach 20 min. erreichen wir unsere erste Station MEDEM. Für die Schwermetallarbeitsgruppe werden Wasserproben genommen. Als nächste Station folgt KS11 zur Sedimentprobenahme für die Organik- und Schwermetallgruppe. Das Wetter ist sonnig bei Wind Bft. 4-5.

Als wir uns gegen 17:30 Uhr der Station HPA (Hamburger Port Authority) nähern, ist die Station „besetzt“. Wir vermuten, dass das sich dort aufhaltende Schiff Hamburger Hafenschlick verklappt hat. (Ein Funkkontakt mit dem Schiff kann nicht hergestellt werden).

Da wir abwarten bis die Station frei wird, verzögert sich die Probenahme um ca. 20 min. Anschließend werden sowohl Wasserproben zur Nährstoff- und Sauerstoffbestimmung als auch Sediment zur Untersuchung auf Schwermetalle und Tributylzinn genommen. Erste

Ergebnisse aus der Nährstoffanalytik und die Sauerstoffbestimmung zeigen keine Besonderheiten.

Die letzte Station wird gegen 19:30 Uhr beprobt. Die Aufarbeitung der Wasserproben zur Analyse von Nährstoffen, zur Sauerstoffbestimmung und mit Hilfe der Festphasenextraktion (Organik) erfolgt bis 21:30 Uhr, da die Proben nicht über Nacht stehen bleiben dürfen.

**30. August 2005:** Wir beginnen um 8:00 Uhr auf Station UFSDB. Das Wetter ist sonnig, Wind SE, Bft 1-2. Durch die ruhige Wetterlage läuft das Schiff ca. 10 – 10,5 kn.

Auf Station EIDER verlängert sich die Stationszeit um ca. 1 h, da Zentrifuge gefahren wird. Dadurch verschiebt sich der Zeitpunkt der Probenahme für die weiteren Stationen AMRU1 und URST1. Die letzten Proben (Nährstoffe, Sauerstoff und Organik) werden bis 21:00 Uhr aufgearbeitet.

Das Wasser an den Küstenstationen ist durchmischt, eine Sprungschicht ist nicht erkennbar. Die Secchitiefe an der Station EIDER beträgt nur 1m.

**31. August 2005:** Wir starten die Probenahme wie üblich um 8:00 Uhr.

Das Wetter ist sonnig bei Windstärke Bft 5, SE. Planmäßig arbeiten wir unser heutiges Programm ab. Das Wasser ist allgemein durchmischt – Sprungschichten sind nicht erkennbar. Die Sauerstoffwerte liegen auch in Bodennähe über 75 % Sättigung.

**1. September 2005:** Probenahmebeginn ist 8:00 Uhr. Aufgrund der guten Wetterlage (sonnig, Bft 5-6) erfolgt die Probenahme an den Stationen zügig. Das Schiff läuft im Schnitt 10 kn. Nach allgemeiner Absprache wird an diesem Tag noch eine weitere Station WBANK beprobt. Die Sauerstoffwerte liegen im Bereich des Elbeurstromtals in Bodennähe bei 70 – 75 % (ca 6 mg/L). In dieser Konzentration ist der Sauerstoff für die am Boden lebenden Tiere und auch für Fische noch ausreichend. Eine Sprungschicht ist nicht erkennbar.

**2. September 2005:** Auch heute beginnt die Probenahme pünktlich um 8:00 Uhr. Aufgrund der guten Wetterlage arbeiten wir bei Bft. 3 und Wind aus SW-W, drehend auf N unser Programm planmäßig ab. Das Wasser ist tiefblau bis türkis. Die Sichttiefe beträgt bei Station SWWB 16,5 m. Auf den Stationen NSGR2 und NSGR1 liegen Sprungschichten bei ca. 25 m vor. Die Chlorophyllgehalte sind gering.

**3. September 2005:** Auch die heutige Probenahme verläuft planmäßig. Bei Bft. 3 und Wind aus NE-E erreichen wir die Stationen pünktlich. Eine Verzögerung gibt es auf Station NTG8, da die CTD-Sonde die Werte nicht aufgezeichnet hat und noch einmal gefahren werden muss. Auch die 100 l Kugel benötigt einen zweiten Anlauf, da der Auslösemechanismus nicht funktionierte.

Auf der letzten Station wird bis 23.00 Uhr Zentrifuge gefahren. Da die Sichttiefe 8 m (Secchischeibe) beträgt, ist zu befürchten, dass wir zu wenig Schwebstoff erhalten, wenn die Zentrifugenzeit verkürzt wird.



**4. September 2005:** Bei Bft. 4 und Wind aus SE-S werden auch am letzten Probenahmetag die Stationen planmäßig abgearbeitet. Die Sichttiefe an der Station Weser beträgt nur noch 2,5 m. Die Chlorophyllgehalte liegen etwas höher als auf den vorhergehenden Stationen. Nach der letzten Station beginnt das "Abrüsten".

**5. September 2005:** Wir laufen gegen 9.00 Uhr in der Rickmer's Lloyd-Werft in Bremerhaven ein. Die Zeit im Dock nutzen wir um die Arbeitsgeräte zu reinigen und in Kisten zu verstauen. Auch die Labore werden gereinigt. Planmäßig erfolgt ab 13.00 Uhr der Transfer nach Hamburg mit dem Institutsbus. Schließlich erreichen wir gegen 15:00 Uhr heimatische Gefilde – das Labor Sülldorf.

### **Resümee/Kommentar**

Die Voraussetzungen für diesen Fahrtabschnitt waren erdenklich schlecht:

Das Monitoringprogramm Deutsche Bucht (38 Stationen) sollte in 8 Tagen beprobt werden – 10 bis 11 Tage sind normalerweise eingeplant. Durch den notwendigen Werftaufenthalt ging uns für diese Fahrt nochmals 1 Tag verloren. Herr Dr. Becker hat zwar auf dem ersten Fahrtabschnitt die Stationen Ente 2 und Ente 3 für uns beprobt (vielen Dank dafür!), nichtsdestotrotz wurde die Fahrtplanung für den zweiten Fahrtabschnitt sehr eng, setzte gutes Wetter voraus sowie die Einwilligung der Eingeschiffen aus der Organik- und Nährstoffgruppe mind. 12 Stunden am Tag zu arbeiten um das anstehende Pensum zu schaffen.

Die Fahrt war erfolgreich! Der Wettergott war uns wohlgesonnen und auch die Motivation der MitarbeiterInnen, die anfallenden Proben in diesen 7 Tagen zu bearbeiten, blieb bis zum Fahrtende erhalten.

### **Statistik der Reise:**

36 CTD-Stationen mit insgesamt 132 x 10 I-Proben

132 Salzgehaltspalten

#### **Organik:**

34 x 10 I – Kugeln zur Bestimmung von polaren Pestiziden mit Festphasenextraktion

31 x 100 I – Kugeln zur Bestimmung von organischen Schadstoffen mittels flüssig-flüssig-Extraktion (Aliphate, CKW und PAH)

4 Zentrifugenproben (Chlorkohlenwasserstoffe u. PAH)

31 Schwebstoffproben (Filtration)

8 Sedimentproben (Kastengreifer)

#### **Radiochemie:**

16 Proben Jod 129 (1 l Flaschen)

16 Proben Cäsium 137 (je 100 l) > Ionenaustauscher an Land

16 Proben Strontium 90 (je 70 l)

16 Proben Technitium 99 (je 100 l)

16 Proben Plutonium 239/40 (je 100 l) Fällung > je 1l an Land

16 Proben Plutonium 238 (je 100 l) Fällung > je 1l an Land

16 Proben Americium 241 (je 100 l) Fällung > je 1l an Land

16 Proben Curium 244 (je 100 l) Fällung > je 1l an Land

16 Proben Tritium (je 1 l)

#### **Nährstoffchemie:**

84 Proben; daraus Doppelbestimmung von 5 Parametern 420 Analysen

168 Nährstoffproben zur Bestimmung von Gesamt-P und Gesamt-N

39 Chlorophyllfilter für HPLC-Analyse über GF/F Glasfaserfilter an der Oberfläche und im Chlorophyllmaximum von jeder Station

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

84 Chlorophyllmessungen mit 1-Hz-Fluorometer Typ BBE 42c30 Moldaenke

#### **Sauerstoff:**

84 Analysen nach Winkler-Carpenter mittels Dissolved Oxygen Analyser (DOA) der Fa. SIS mit photometrischer Endpunktbestimmung

#### **Sichttiefe:**

36 Sichttiefe mittels Secchischeibe an jeder Station

#### **Schwermetalle:**

144x 0,5l-Wasserproben: Schwermetalle (TRFA und ASV) und Quecksilber (CVAAS)

144x Schwebstoff-Proben: Schwermetalle (TRFA und AAS)

72x 0,2l – Wasserproben: Salzgehalt

1x 25l – Wasserprobe aus Feuerlöschleitung für CVAAS-Versuche

1x 25l – Wasserprobe mit COC-Schöpfer (4x) für ASV-Versuche

## Erste Ergebnisse:

Durch die vorangegangenen Schlechtwetterereignisse war das Wasser in großen Bereichen der Deutschen Bucht gut durchmischt. Die Ausbildung einer Temperatursprungschicht wurde im Entenschnabel bei einer Tiefe von ca. 25 m festgestellt. Der Temperaturunterschied betrug hier bis zu 6 °C bei einer Tiefendifferenz von 1 m. Im Nordschillgrund zeichnete sich ebenfalls eine Thermocline ab.

Die Sichttiefe, gemessen mit der Secchischeibe, betrug südwestlich Weiße Bank (SWWBA) 16,5 m. An den Stationen Nordschillgrund (NSGR) und im Entenschnabel wurden Sichttiefen bis 12 m bestimmt. Das Wasser war hier klar und türkisfarben. Zum Küstenbereich hin nahmen aufgrund intensiverer Durchmischung der Wassermassen die Sichttiefen ab. Die geringsten Werte wurde an der Station EIDER mit 1 m bzw. an der Station WESER mit 2,5 m gemessen.

Die Sauerstoffverhältnisse waren im September 2005 in der Deutschen Bucht gut. Selbst an den Stationen NSGR und ENTE, an denen eine Temperaturschichtung vorlag, wurden in den Tiefenbereichen noch Sättigungswerte bis 74 % (ca. 6 mg/L) bestimmt (Abbildung 1, 2). Diese Konzentrationen führen bei Fischen und am Boden lebenden Tieren (wie Krebse, Muscheln, Schnecken, Seeigel und Würmer) noch nicht zur Beeinflussung des Wachstums bzw. Stoffwechsels. Kritisch wird es ab 40 – 50 % Sauerstoffsättigung.

Geringe Sauerstoffwerte in der Nordsee sind im Spätsommer nicht ungewöhnlich. Da in diesem Jahr jedoch die Temperatur- bzw. Salzgehaltsschichtung nicht so stark ausgeprägt war wie in anderen Jahren (z.B. 2003), war die gesamte Wassersäule gut mit Sauerstoff versorgt.

Entsprechend der Jahreszeit waren an der Wasseroberfläche in der Deutschen Bucht die Nährsalze Nitrat, Silikat und Phosphat durch das Plankton aus der Wassersäule fast aufgezehrt. Während Phosphat noch in geringen Konzentrationen vorlag (0,02 bis 0,15 µMol/L), wurde Nitrat nur noch im Bereich der Nachweisgrenze bestimmt (NG=0,1 µMol/L). Durch die Nitratverarmung im Oberflächenwasser ist von einer Limitierung der Phytoplanktonentwicklung durch Stickstoff auszugehen.

Höhere Phosphat- und Nitratkonzentrationen lagen im Küsten- und besonders im Elbeausstrombereich vor. Hohe Nährstofffrachten werden hier über die Flüsse in die Deutsche Bucht transportiert.

In Bodennähe wurden höhere Nitrat- und Phosphatkonzentrationen nicht nur im Küstenbereich sondern auch im Entenschnabel angetroffen. Durch die im Bereich des Entenschnabels vorliegende Temperatursprungschicht konnte keine Vermischung mit dem Oberflächenwasser stattfinden, die Nährsalzkonzentrationen blieben am Boden hoch bzw.

vergrößerten sich noch durch Remineralisierungsprozesse. In der mittleren Deutschen Bucht waren die Nährsalzkonzentrationen am niedrigsten. Die Wassersäule war hier durchmischt und auch die durch Remineralisierung freigesetzten Nährsalze wurden schnell vom Phytoplankton wieder aufgenommen (Abbildung 3, 4 und 5).

Erhöhte Ammoniumkonzentrationen in Bodennähe (ENTE 3: 3,5 µmol/L; HLOCH:3 µmol/L; ELBE1: 6,8 µMol/L, URST5: 2,2 µMol/L) zeigten an, dass die Remineralisierung (Abbau organischen Materials in Bodennähe) begonnen hat. Auch die erhöhten Nitritwerte in diesen Regionen bestätigten diese Annahme (siehe Abbildung 6 und 7). Durch Nitrifizierung wird Ammonium unter Sauerstoffverbrauch zu Nitrit als Zwischenprodukt und anschließend wieder zu Nitrat umgesetzt.

Die an der Station ELBE 1 gemessenen hohen Ammonium- (6,8 µMol/L) und Nitritkonzentrationen (0,3 µMol/L) sind einerseits zurückzuführen auf den schnellen Remineralisierungsprozess im flachen Küstenbereich und andererseits auf die durch die Elbe zugeführten Nährstoffmengen.

Die Chlorophyllgehalte, als Maß für das Phytoplanktonvorkommen, waren während dieser Monitoringaufnahme niedrig. Das im Vergleich zu den Vorjahren geringere Algenvorkommen lässt sich einerseits auf die insgesamt zurückgehenden Nährstoffeinträge zurückführen, aber auch auf die in diesem Jahr eher unternormalen Wassertemperaturen.

Die im flachen Küstenbereich höheren Chlorophyllgehalte sind dadurch erklärbar, dass hier die Wassersäule gut durchmischt ist. Hier stehen dem Plankton die remineralisierten Nährsalze schnell zur Verfügung, aber auch die durch die Flüsse in das Küstenwasser transportierten Nährstoffe.

Die an einigen Stationen in Bodennähe gemessenen höheren Chlorophyllkonzentrationen (bis 2,6 µg/L) sind wahrscheinlich auf absterbendes oder bereits abgestorbenes Plankton zurückzuführen (Abbildung 8 und 9).

Während in der Nährstoffanalytik die löslichen Nährsalze Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phosphat und Silikat sofort an Bord analysiert wurden, werden die durch Tiefkühlung konservierten Wasserproben erst im Landlabor auf Gesamt-Phosphor und Gesamt-Stickstoff untersucht.

Die Proben der Radiochemie werden ebenso wie die der organischen Chemie und Schwermetallanalytik erst in den verschiedenen Landlaboren analysiert, so dass Ergebnisse noch nicht vorliegen.

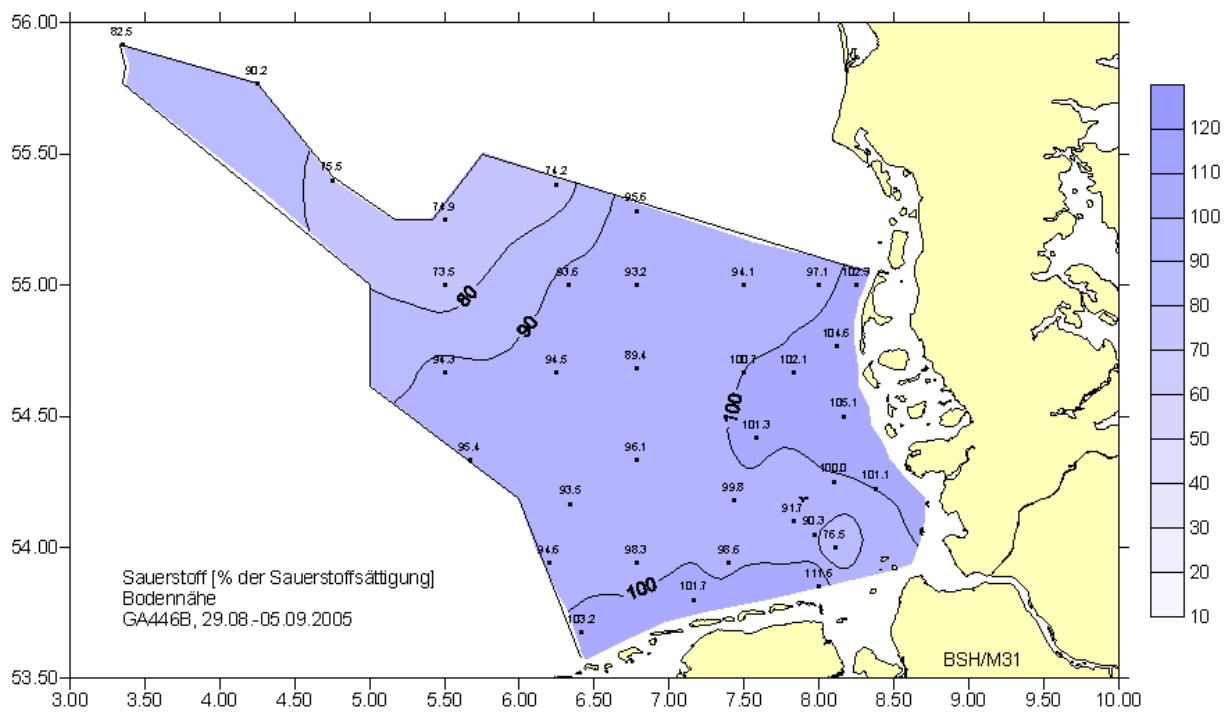


Abbildung 1: Sauerstoffsättigung [%] in Bodennähe im Sommer 2005 in der Deutschen Bucht

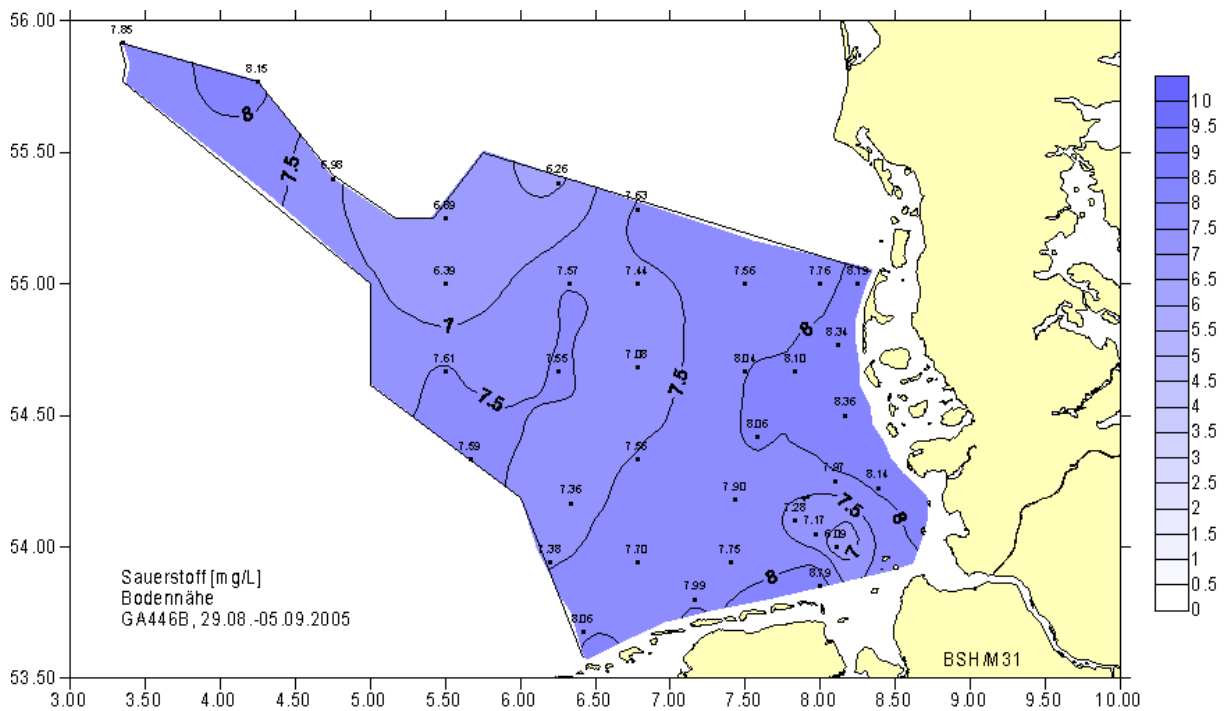
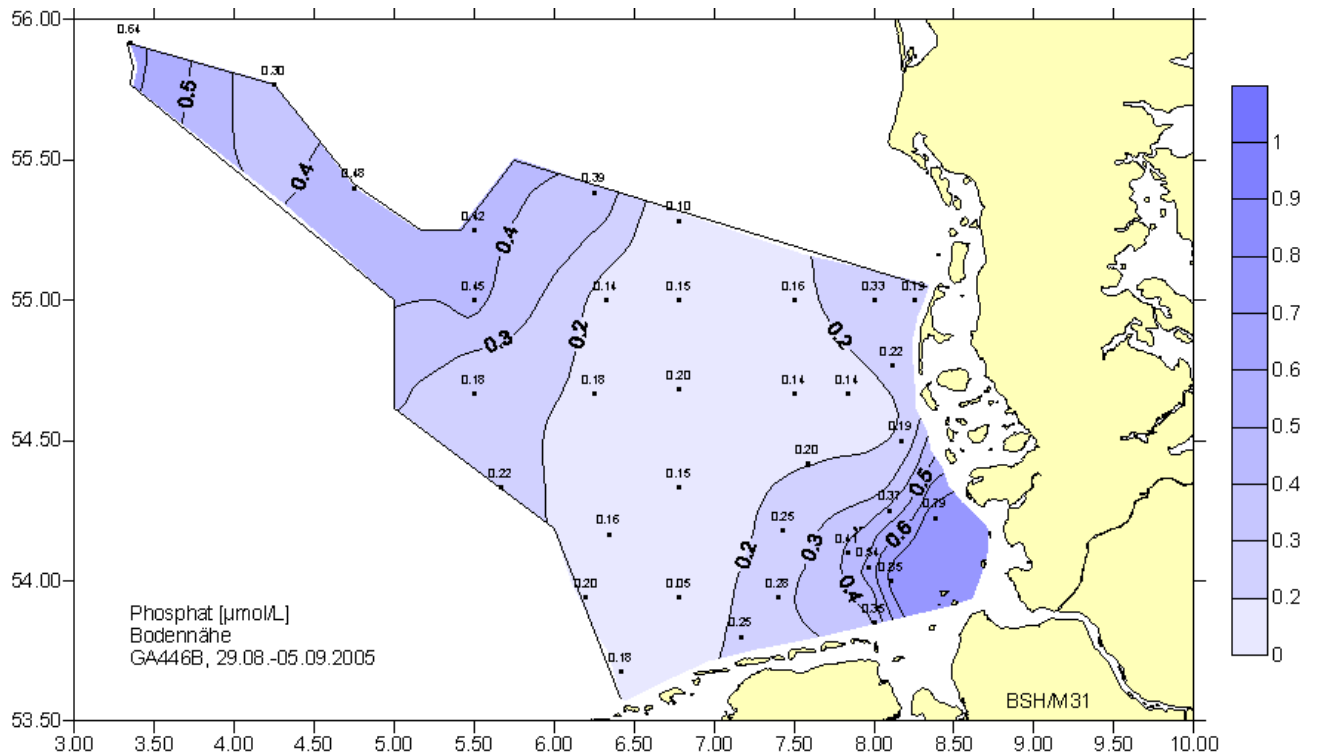
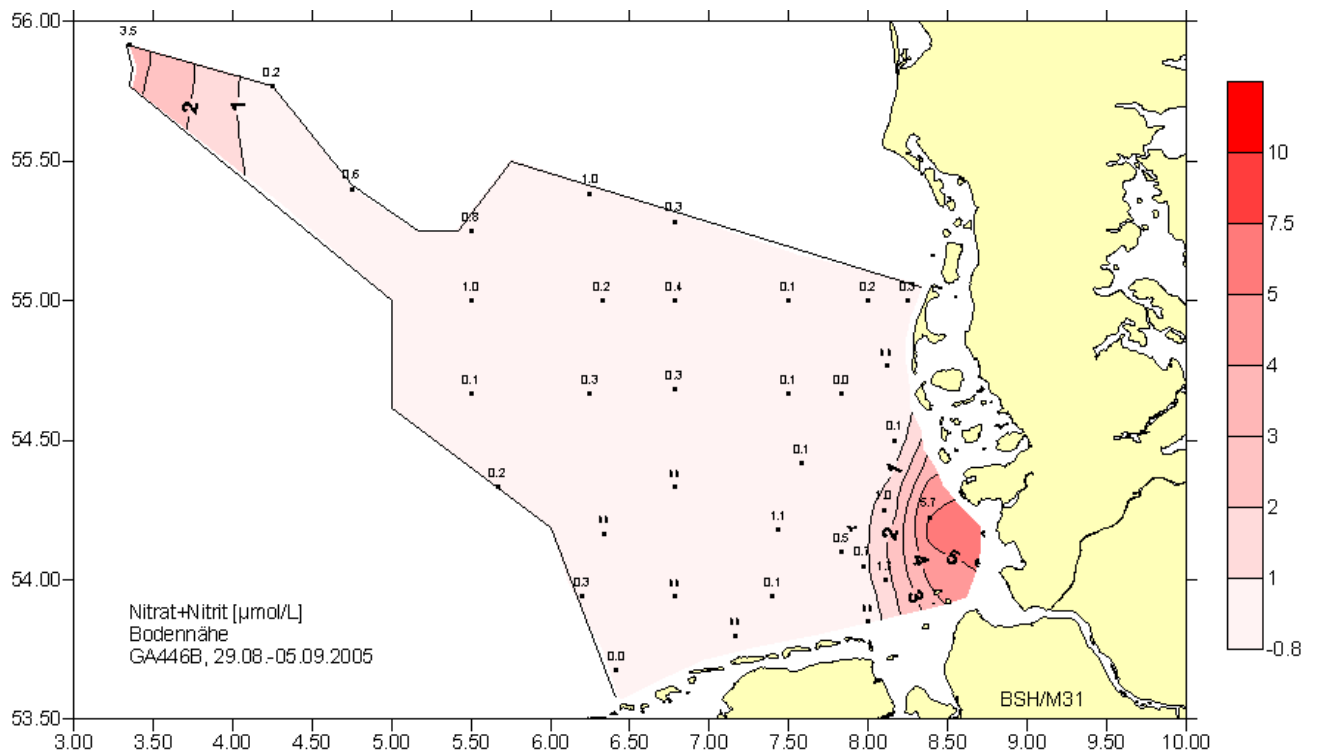


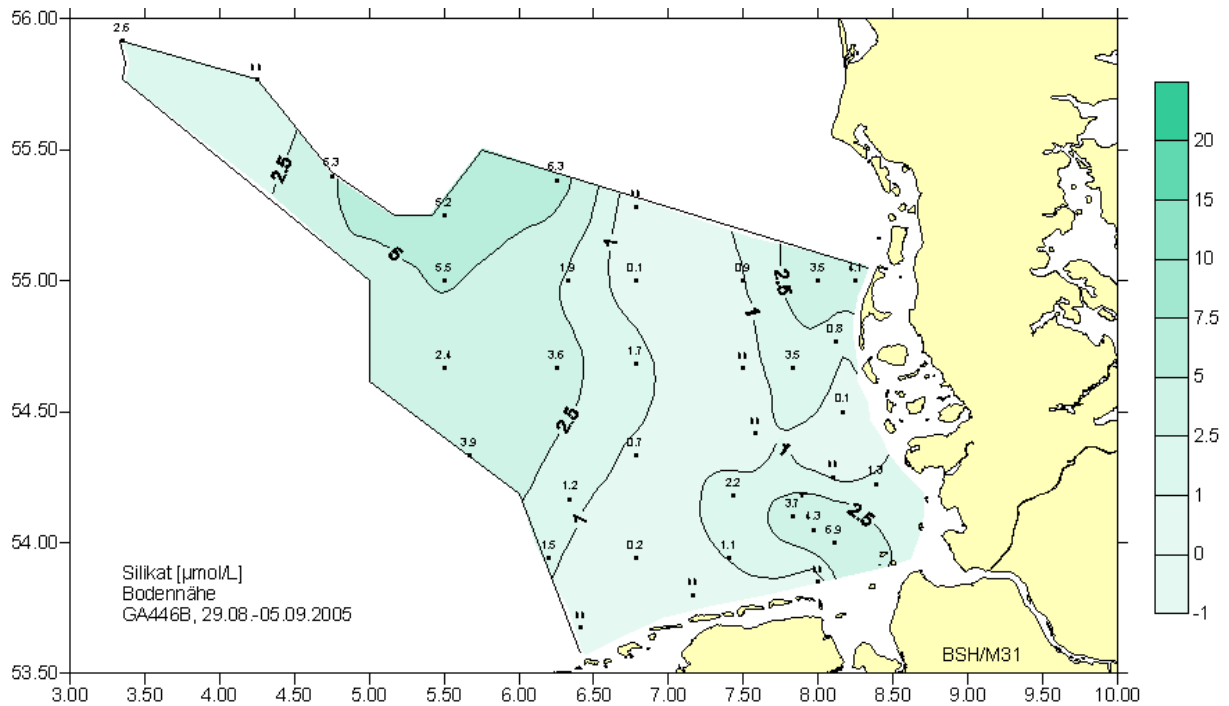
Abbildung 2: Sauerstoffkonzentration [mg/L] in Bodennähe im Sommer 2005 in der Deutschen Bucht



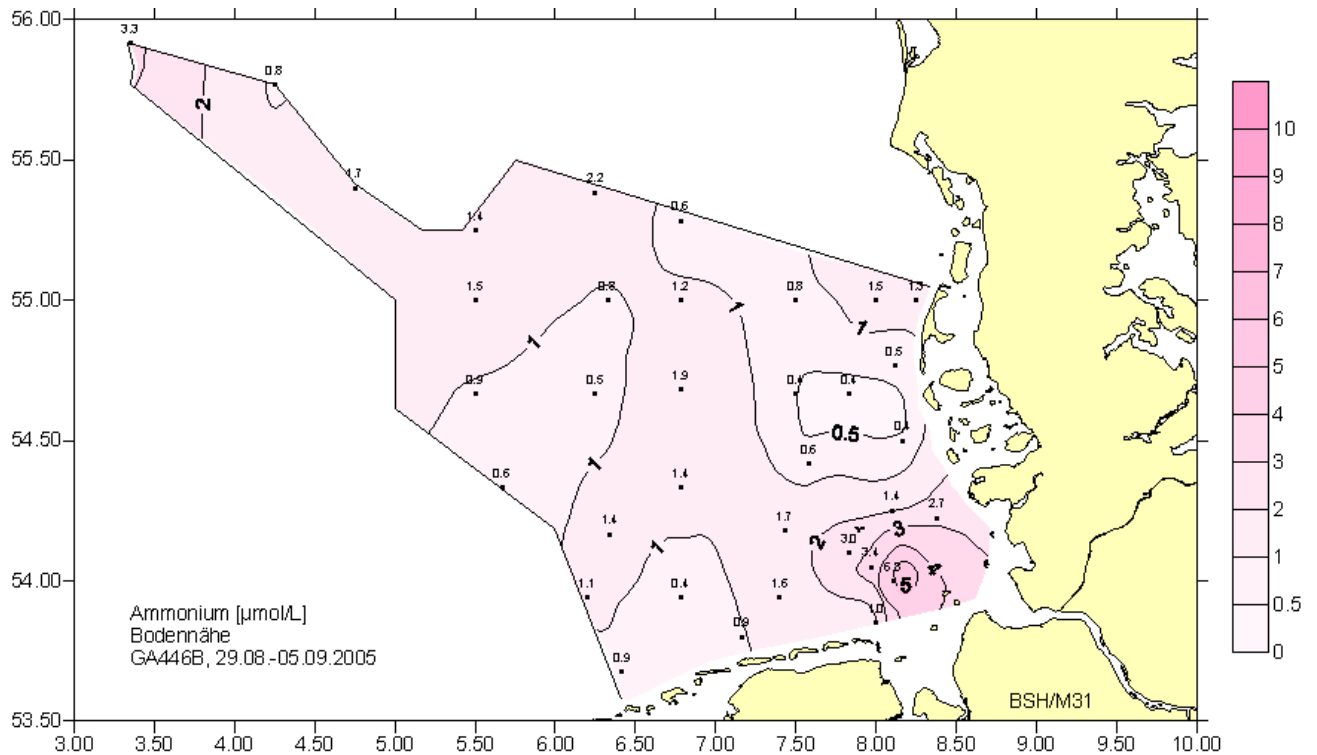
**Abbildung 3:** Phosphatkonzentration [ $\mu\text{mol/L}$ ] in Bodennähe im Sommer 2005 in der Deutschen Bucht



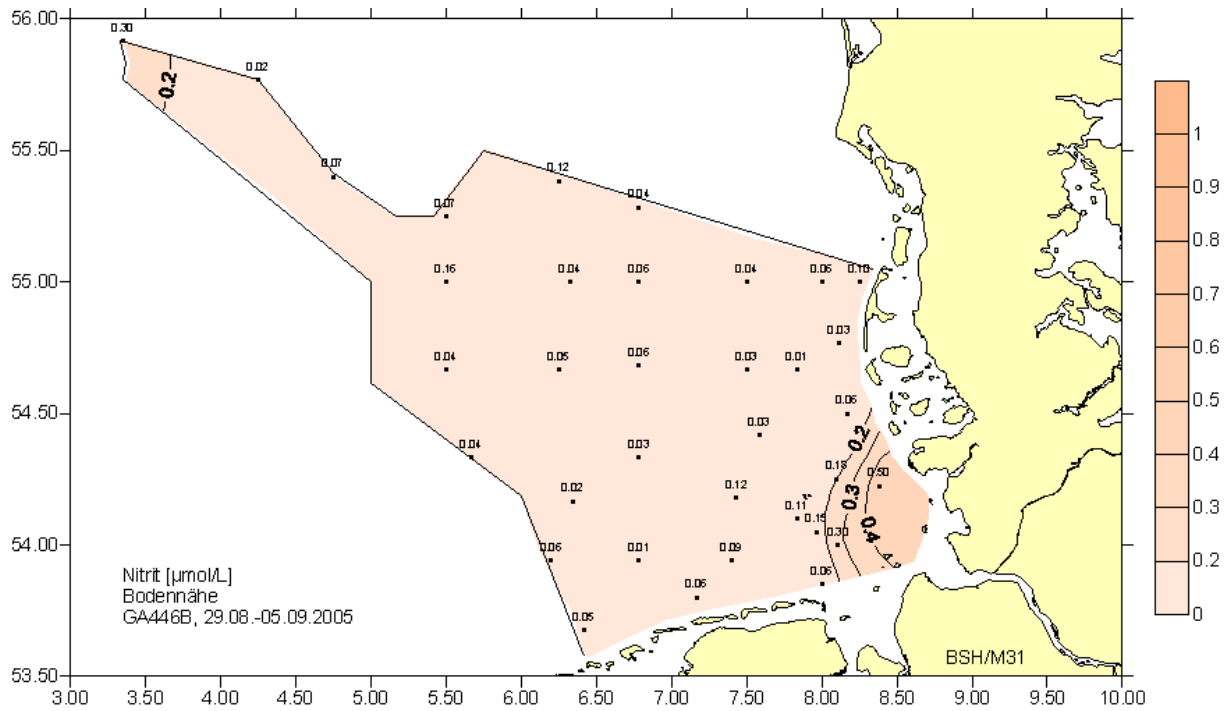
**Abbildung 4:** Nitrat+Nitritkonzentration [ $\mu\text{mol/L}$ ] in Bodennähe im Sommer 2005 in der Deutschen Bucht



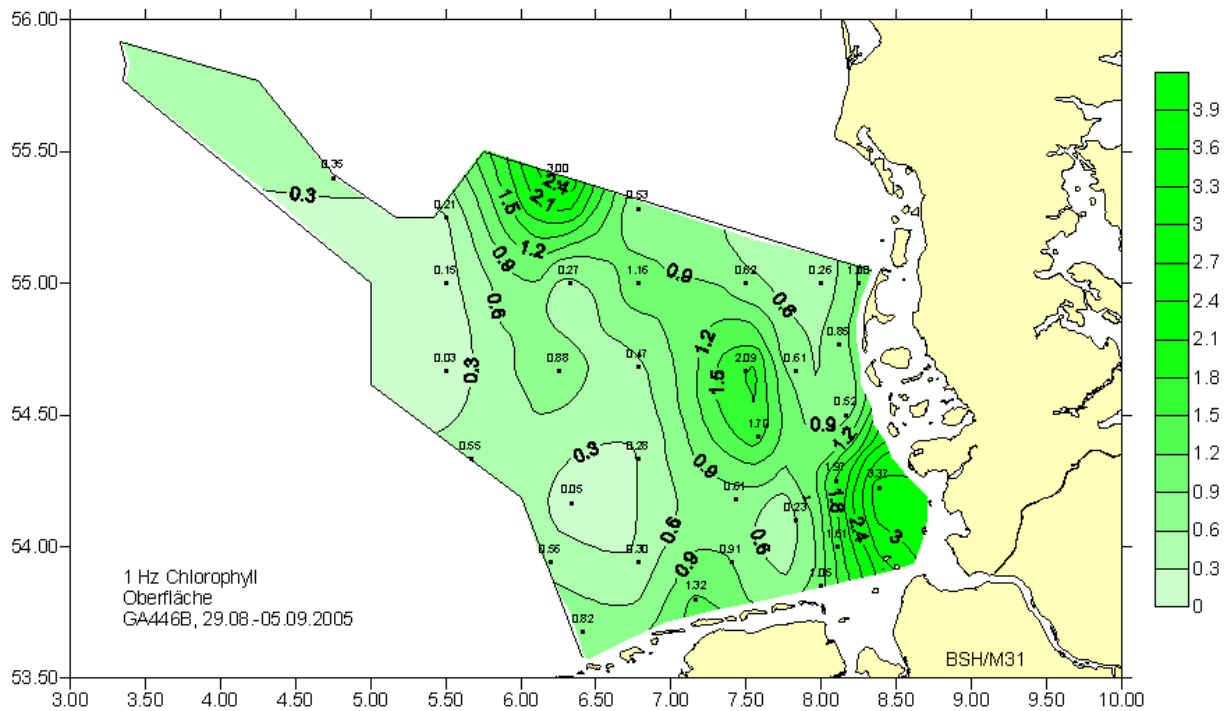
**Abbildung 5:** Silikatkonzentration [ $\mu\text{mol/L}$ ] in Bodennähe im Sommer 2005 in der Deutschen Bucht



**Abbildung 6:** Ammoniumkonzentration [ $\mu\text{mol/L}$ ] in Bodennähe im Sommer 2005 in der Deutschen Bucht



**Abbildung 7:** Nitritkonzentration [ $\mu\text{mol/L}$ ] in Bodennähe im Sommer 2005 in der Deutschen Bucht



**Abbildung 8:** Chlorophyll [ $\mu\text{g/L}$ ] in der Oberfläche im Sommer 2005 in der Deutschen Bucht



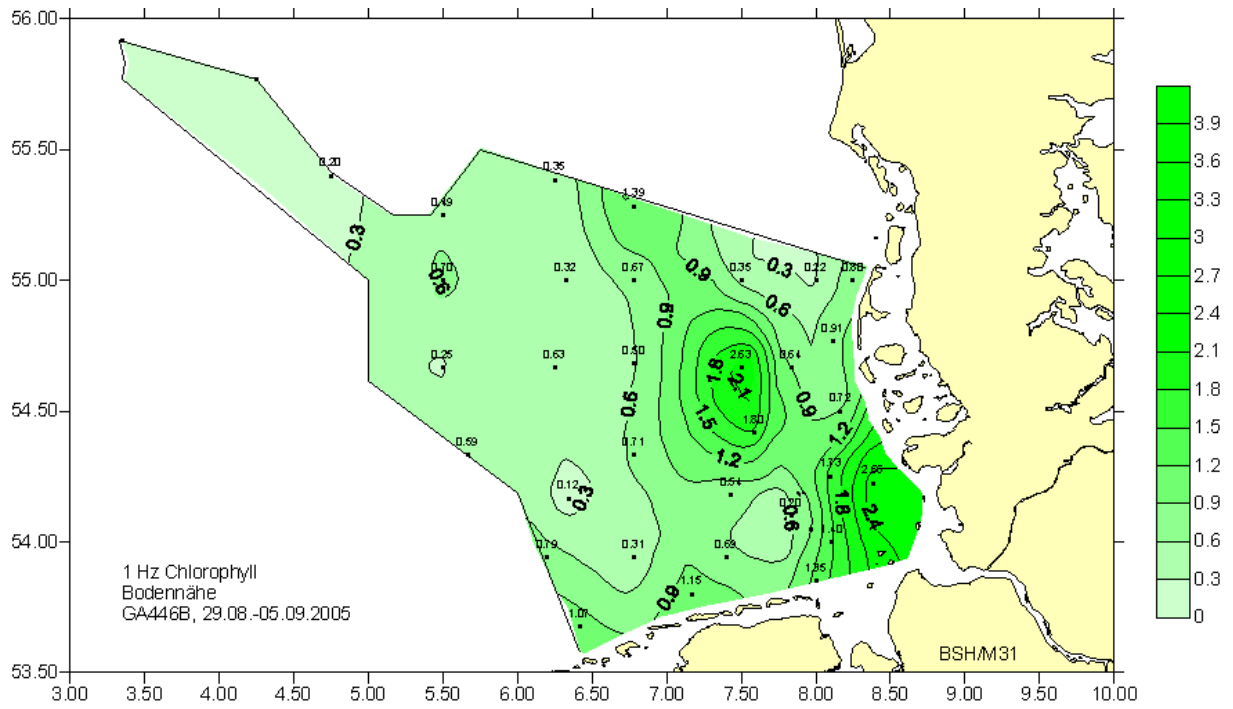


Abbildung 9: Chlorophyll [ $\mu\text{g/L}$ ] in Bodennähe im Sommer 2005 in der Deutschen Bucht