

155120	155120	155120	155120	155120
155120	155120	155120	155120	155120
155120	155120	155120	155120	155120
155121	155121	155121	155121	155121
155121	155121	155121	155121	155121
155121	155121	155121	155121	155121
155121	155121	155121	155121	155121
155122	155122	155122	155122	155122
155122	155122	155122	155122	155122
155122	155122	155122	155122	155122



# 3.7 Salzgehalt 2014 & 2015

<> H. Klein , A. Frohse & A. Schulz • • • • •

## 3.7.1 Einführung

## 3.7.2 Salzgehaltsverteilungen und Gesamt-Salzinhalt der Nordsee im Sommer

## 3.7.3 Abfluss Elbe und Salzgehalt bei Helgoland Reede

Diskutiert werden die beobachteten geographischen Sommergebietungen des Salzgehalts für die Jahre 2014 und 2015, sowie die Jahrgänge der Süßwasserabflüsse der Elbe und des Salzgehalts bei Helgoland Reede. Zur Beschreibung der Methoden und Datengrundlage siehe Löwe et al., 2013.

## 3.7.1 Einführung

Der Salzgehalt der Nordsee ist abhängig vom Einstrom salzreichen Atlantischen Wassers (AW) mit Salzgehalten über 35 Practical Salinity Units (psu) aus Nordwest, sowie von salzarmen Wassermassen im Osten. Salzgehalte unter 34 psu markieren den Einflussbereich des Baltischen Ausstroms über der Norwegischen Rinne und im Skagerrak, sowie den der kontinentalen Festlandsabflüsse, dieses Wasser wird im Folgenden als Küstenwasser (KW) bezeichnet. Der Süßwassereintrag durch Niederschlag über der Nordsee wird weitgehend durch Verdunstung kompensiert.

Ausgeprägte Salzgehaltsschichtungen treten in der Nordsee in den Mündungsgebieten der großen Flüsse und in den vom Brackwassereintrag des baltischen Ausstroms beeinflussten Bereichen auf. Im Sommer ist die Bodenwasserschicht durch die saisonale Thermokline von der Deckschicht entkoppelt, so dass nicht nur die winterlichen Bodenwassertemperaturen sondern auch die bodennahen Salzgehaltsbedingungen bis in den Sommer nur geringen Änderungen unterworfen sind. Im Winter dokumentieren nahezu identische Verteilungen in der boden- und oberflächennahen Schicht die vertikale Durchmischung der Nordsee.

Für die im Rahmen der jährlichen BSH Nordsee-Sommernaufnahmen erhobenen Daten sind auch die Anomalien bzgl. der Referenzperiode 2000-2010 (RP) dargestellt. Bei dieser 10-Jahresperiode wurde das Jahr 2002 übersprungen, da diese Aufnahme zu früh, d.h. deutlich vor dem Erreichen des Temperaturmaximums der Nordsee durchgeführt wurde.

### 3.7.2 Salzgehaltsverteilungen und Gesamt-Salzinhalt der Nordsee im Sommer

#### 2014:

Die vom Nordrand eindringende Zunge mit Atlantikwasser  $>35$  psu (AW) reichte an der Oberfläche nur bis  $60^\circ$  N, in der Bodenschicht aber bis  $56^\circ$  N, was den mittleren Verhältnissen entspricht (Abb. 1 und 2). Generell ist der Salzgehalt in der östlichen Nordsee – mit Ausnahme eines schmalen Streifens vor der jütländischen Küste - mit Anomalien  $>2$  psu an der Oberfläche deutlich erhöht, während er in der westlichen Nordsee leicht unter dem Mittel der Referenzperiode liegt.

Abbildung 3 zeigt deutlich, dass das Gebiet mit Salzgehalten  $>35$  psu an der Oberfläche deutlich geringer als in den Vorjahren ist. Dies beruht auf der starken vertikalen Vermischung infolge des Durchzugs zweier Stürme am 10./11. (Ex-Hurricane „Bertha“) und am 18./19. August. Hierauf weist auch die nach Osten zunehmende Vertiefung der 35er-Isohaline auf dem  $59^\circ$  N-Schnitt hin (Abb. 2). Die auf ScanFish-Daten und vertikalen CTD-Profilen basierenden Vertikalschnitte der Salzgehaltsverteilung zeigen, dass sich AW in kleinen Linsen noch bis  $56^\circ$  N nachweisen lässt.

Im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Gesamt-Salzinhalt in Nordsee leicht erhöht. Mit  $1.137 \times 10^{12}$  t liegt er geringfügig über dem Mittelwert der Referenzperiode (Abb. 6 und Tabelle 1).

#### 2015:

In 2015 lag die südliche Grenze des von Norden eindringenden AWs an der Oberfläche bei  $58^\circ$  N und bei etwa  $57^\circ$  N in der Bodenschicht. Die großräumige Verteilung zeigte positive Anomalien in der östlichen und negative Anomalien in der westlichen Nordsee (Abb. 4). An der Oberfläche wurde westlich von Utsira eine maximale Anomalie  $>2$  psu registriert.

Das Gebiet atlantischen Wassers war in 2015 an der Oberfläche größer als im Vorjahr und in der Bodenschicht etwa gleich groß (Abb. 3). Trotzdem verringerte sich der Gesamt-Salzinhalt der Nordsee auf  $1.039 \times 10^{12}$  t, das ist der niedrigste Wert seit 2001 (Abb. 6 und Tabelle 1). Grund hierfür sind generell geringer Salzgehalte in der zentralen Nordsee und eine geringere vertikale Ausdehnung der salzreicheren Bodenschicht im Vergleich zu den Vorjahren (Abb. 5a-c). Die Vertikalprofile in Abb. 5a zeigen eine schmale Zunge atlantischen Wassers  $>35$  psu, die sich bodennah von Norden her bis  $56^\circ$  N in die zentrale Nordsee schiebt.

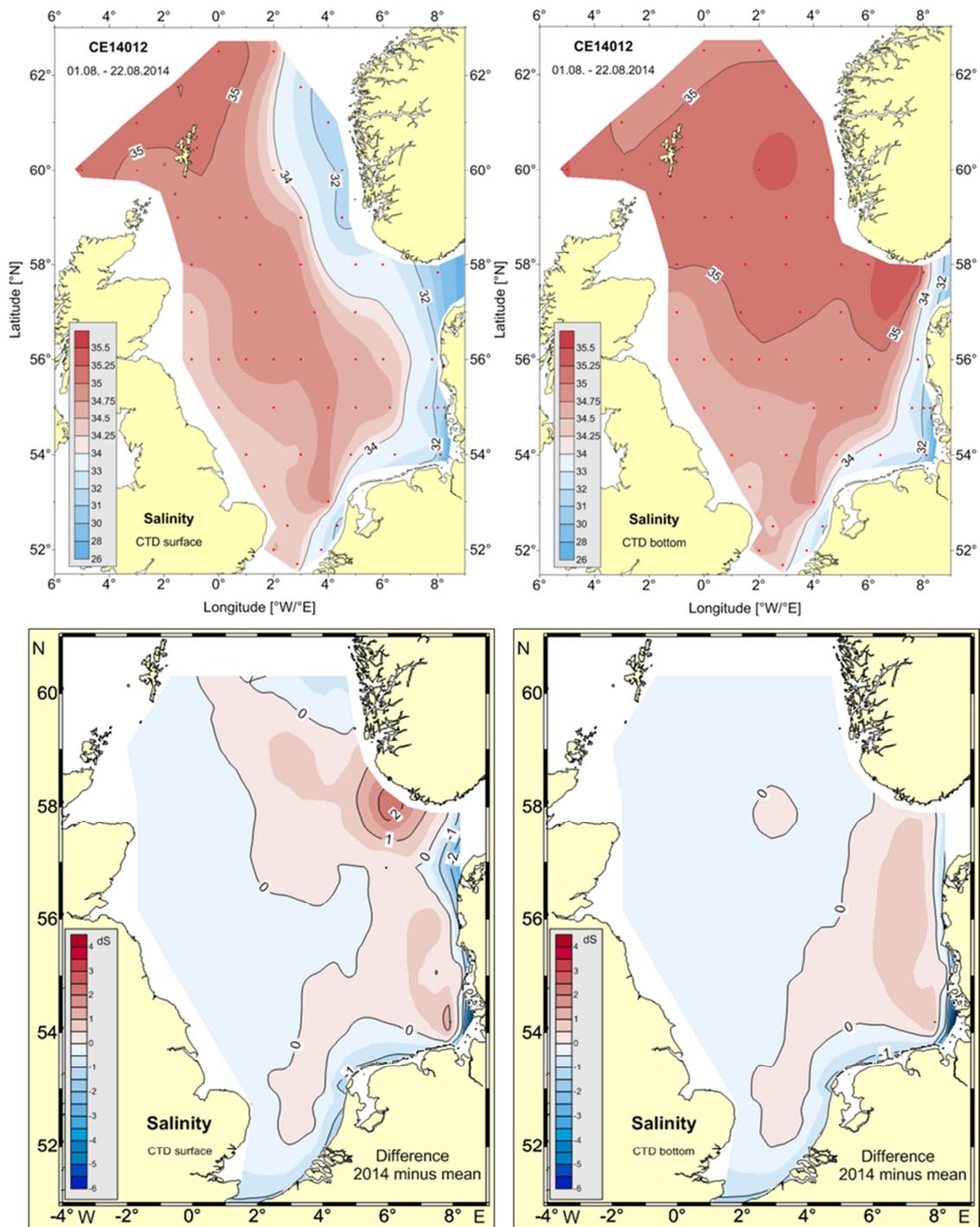


Abb. 1: Salzgehaltsverteilung in Oberflächen- und Bodennähe im Sommer 2014 (oben) und die Anomalien bzgl. der Referenzperiode 2000-2010 (unten), FS Celtic Explorer 14012a.

Fig. 1: Near-surface and -bottom salinity distributions during summer 2014 (top) and anomalies w.r.t. the reference period 2000-2010 (bottom), FS Celtic Explorer 14012a.

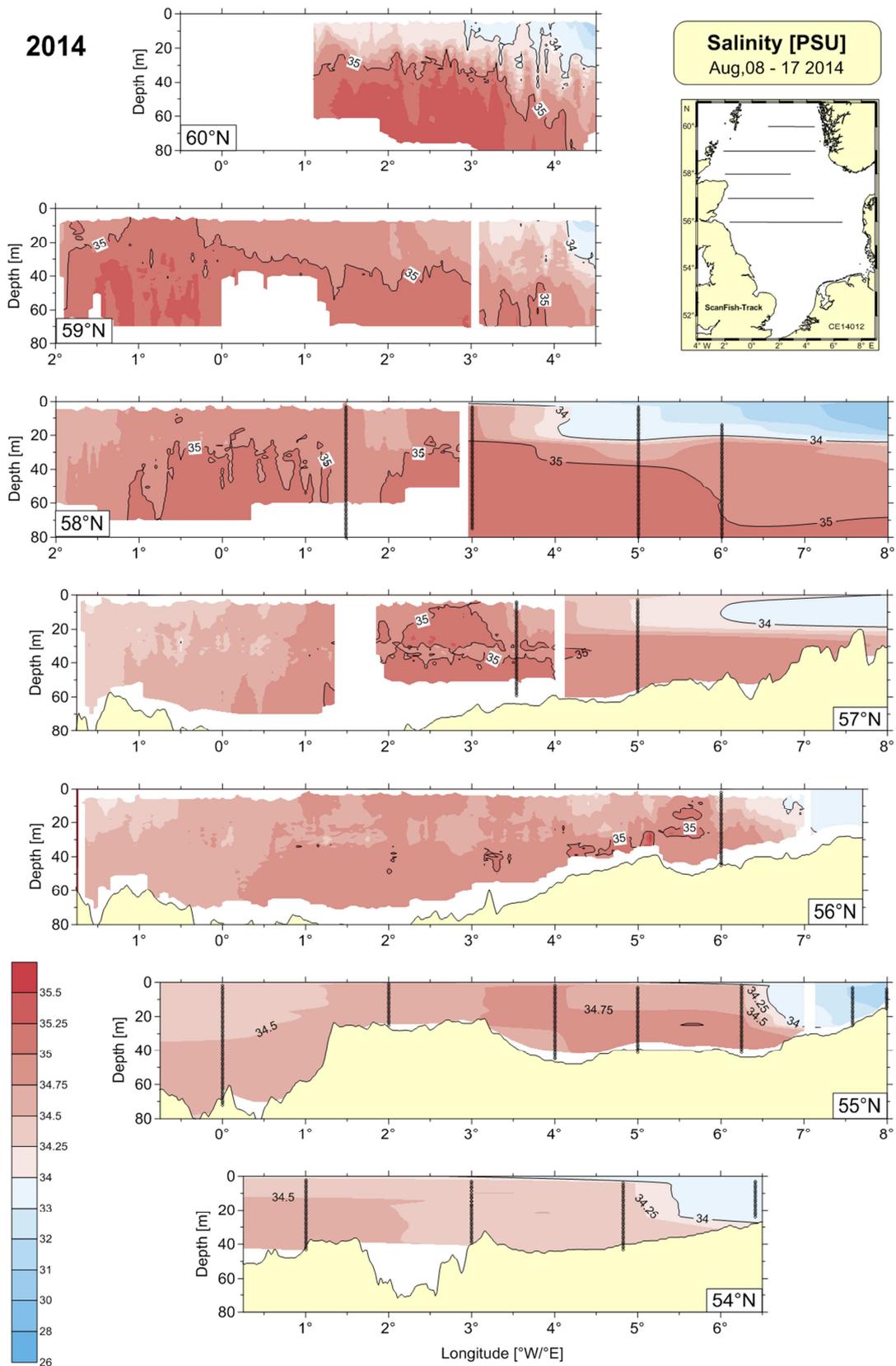


Abb. 2: Salzgehaltsschichtung im Sommer 2014, ScanFish und CTD-Daten (vertikale Linien), FS Celtic Explorer 14012a.

Fig. 2: Salinity stratification in summer 2014, ScanFish and CTD data (vertical lines), RV Celtic Explorer 14012a.

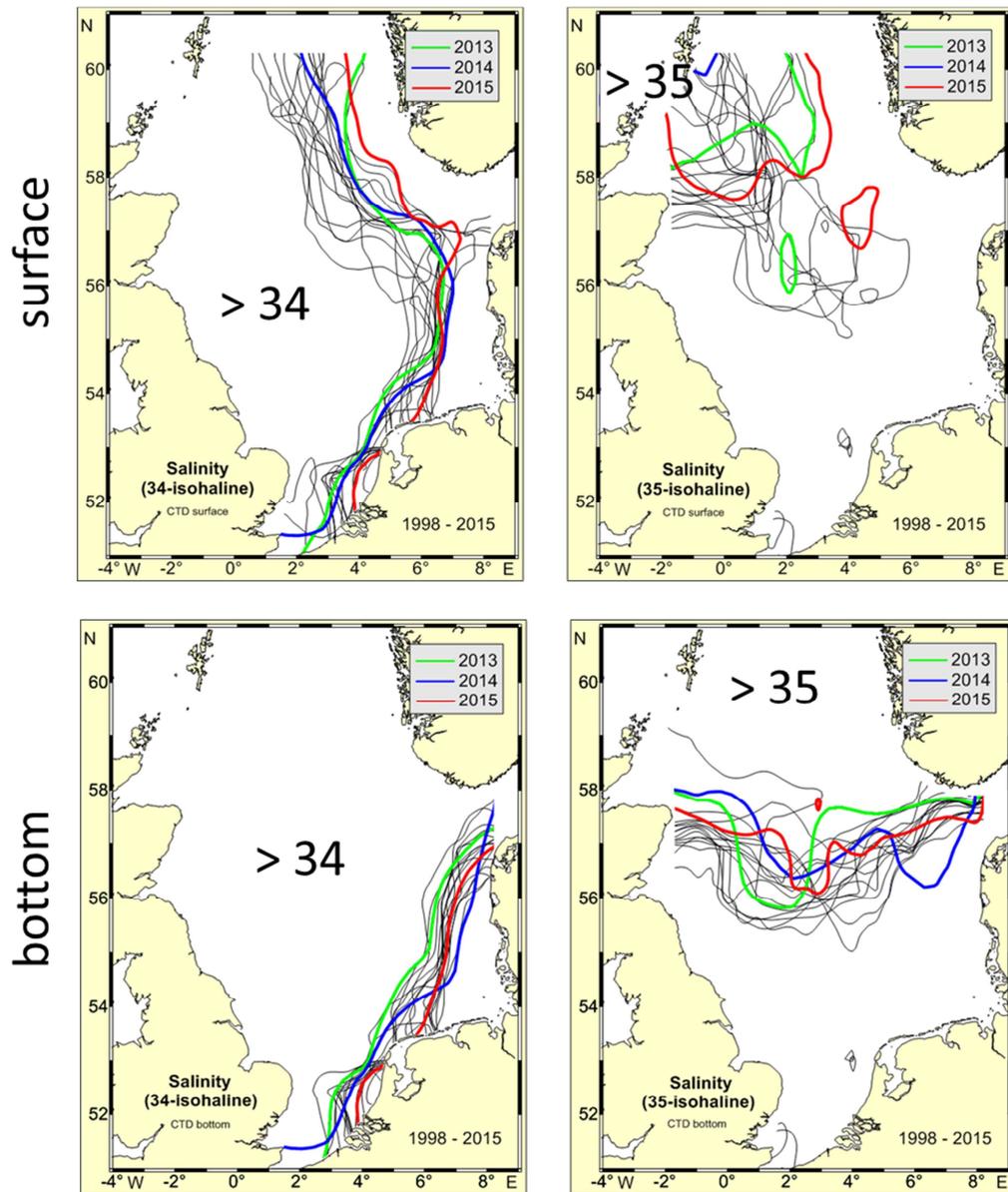


Abb. 3 Position der 34er (links) und 35 (rechts) Isohalinen 1998 – 2015 für die Oberflächen- (oben) und Bodenschicht (unten). Rot: 2015, blau: 2014, grün: 2013, grau: 1998-2012.

Fig. 3: Position of the 34 (left) and 35 (right) isohalines 1998 – 2015. Top panel: surface layer, bottom panel: bottom layer. Red: 2015, blue: 2014, green: 2013, grey: 1998-2012.

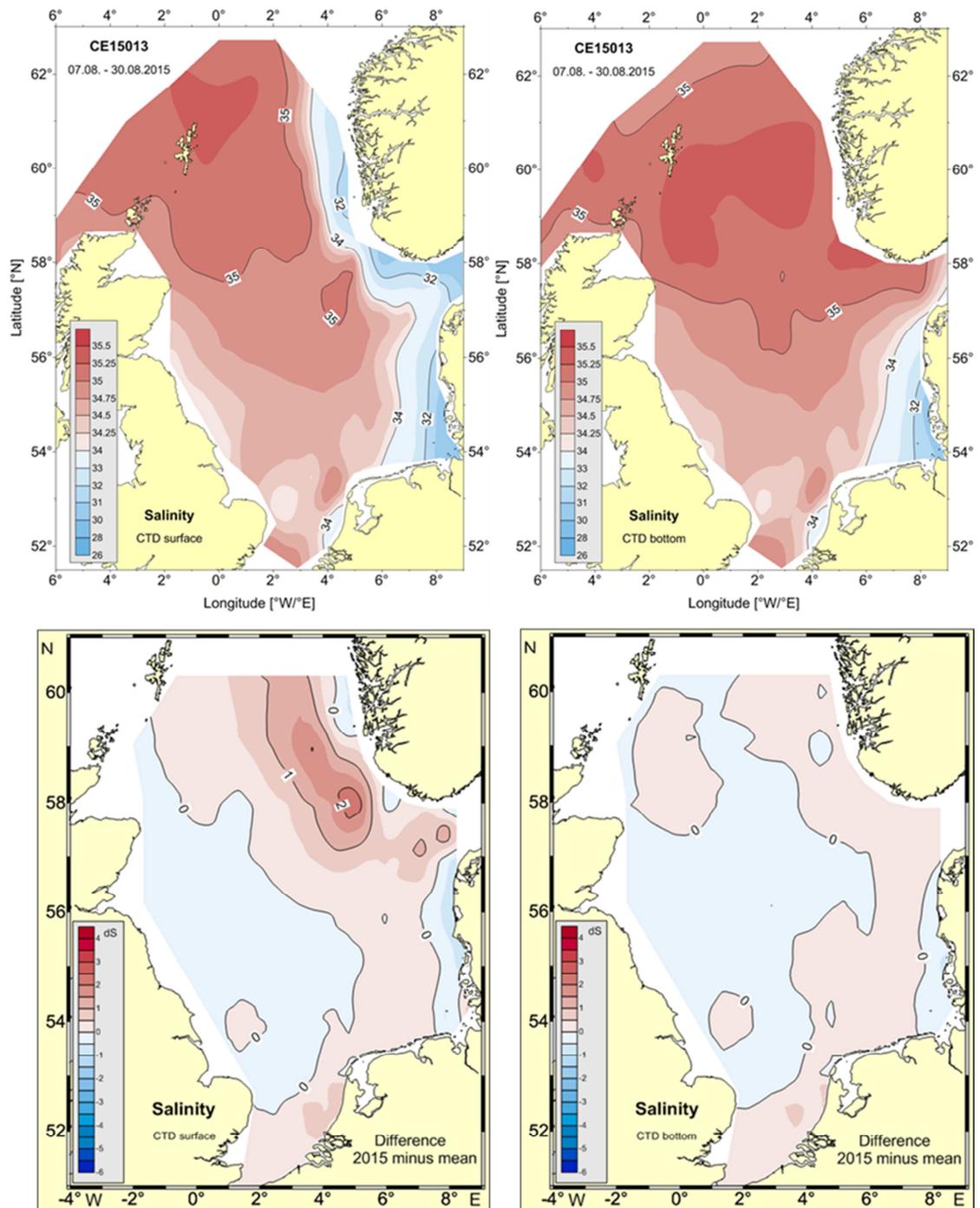


Abb. 4: Salzgehaltsverteilung in Oberflächen- und Bodennähe im Sommer 2015 (oben) und die Anomalien bzgl. der Referenzperiode 2000-2010 (unten). CTD-Daten FS Celtic Explorer 15013a.

Fig. 4: Near-surface and -bottom salinity distributions during summer 2015 (top) and anomalies w.r.t. the reference period 2000-2010 (bottom). CTD data FS Celtic Explorer 15013a.

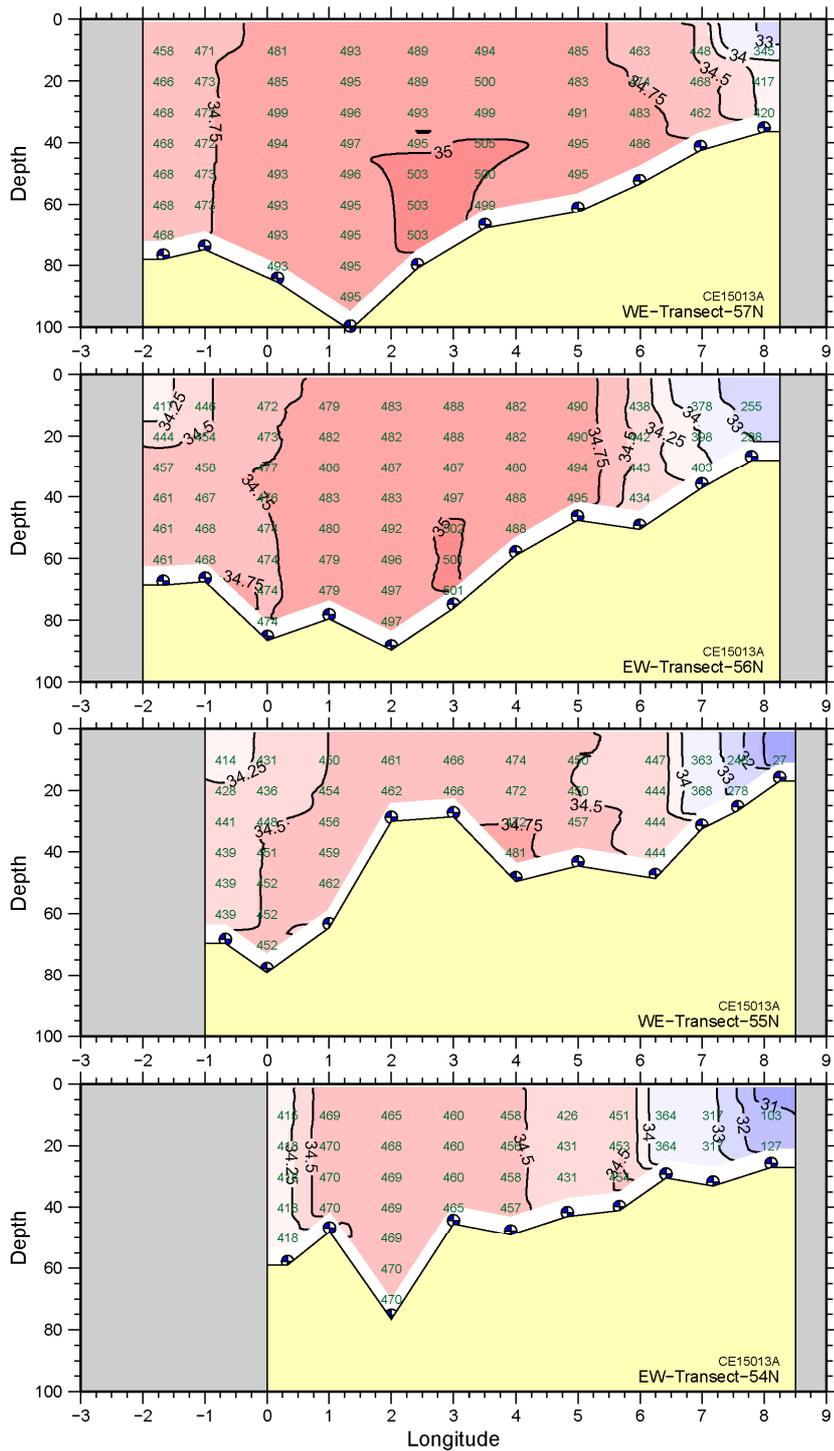


Abb. 5a: Vertikale Salzgehaltsverteilung auf dem 54°, 55°, 56° und 57°N Schnitt im Sommer 2015. CTD-Daten FS Celtic Explorer 15013a. Die Zahlen zeigen den (Salzgehalt × 100) – 3000 für ausgewählte Datenpunkte.

Fig. 5a: Vertical salinity distribution along the 54°, 55°, 56°, and 57°N sections in summer 2015 basing on CTD data. The numbers in the section give (salinities × 100) - 3000 for selected data points. RV Celtic Explorer 15013a.

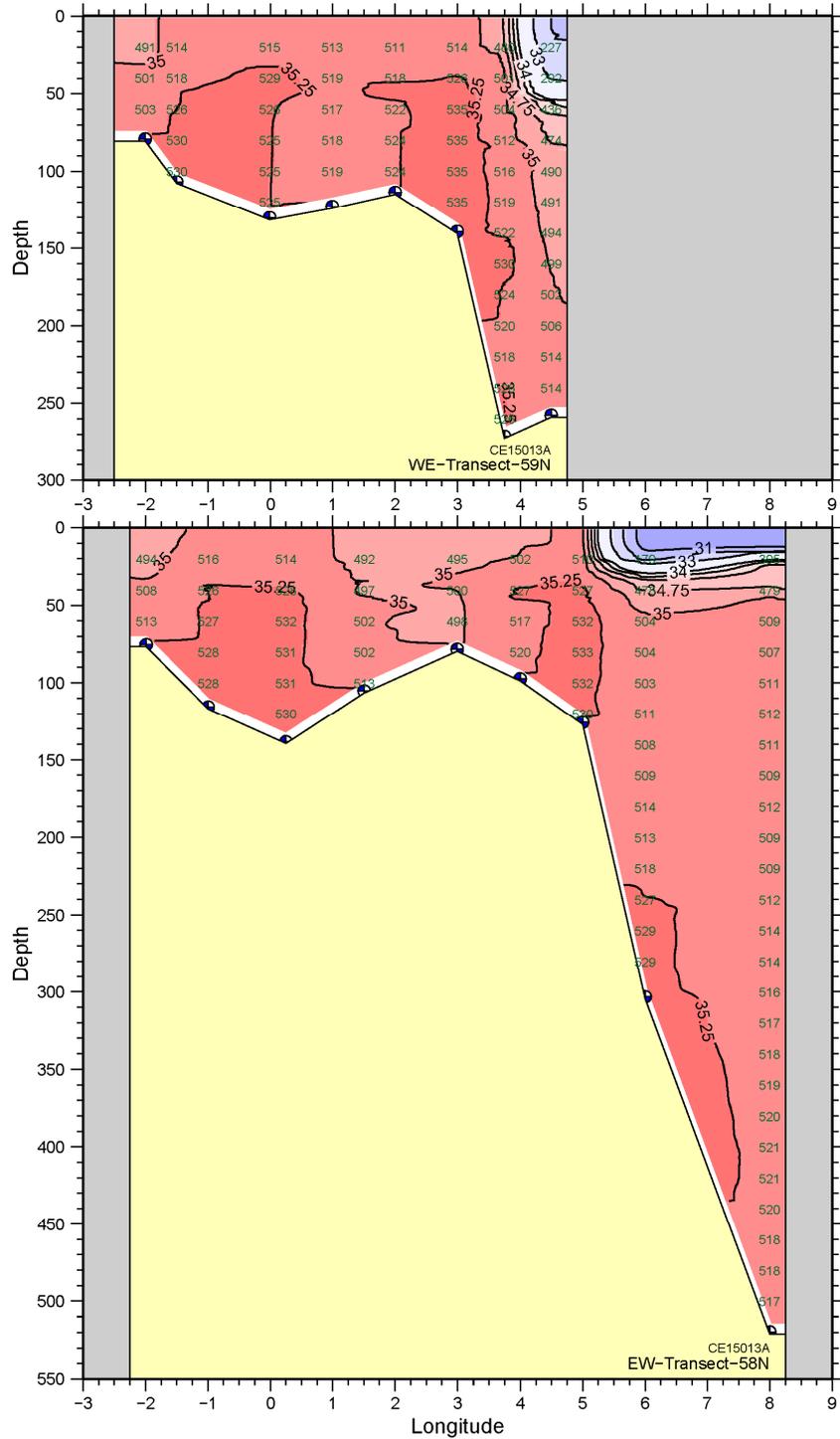


Abb. 5b: Vertikale Salzgehaltsverteilung auf dem 58° und 59°N Schnitt im Sommer 2015. CTD-Daten FS Celtic Explorer 15013a. Die Zahlen zeigen den  $(\text{Salzgehalt} \times 100) - 3000$  für ausgewählte Datenpunkte.

Fig. 5b: Vertical salinity distribution along the 58° and 59°N sections in summer 2015 basing on CTD data. The numbers in the section give  $(\text{salinities} \times 100) - 3000$  for selected data points. RV Celtic Explorer 15013a.

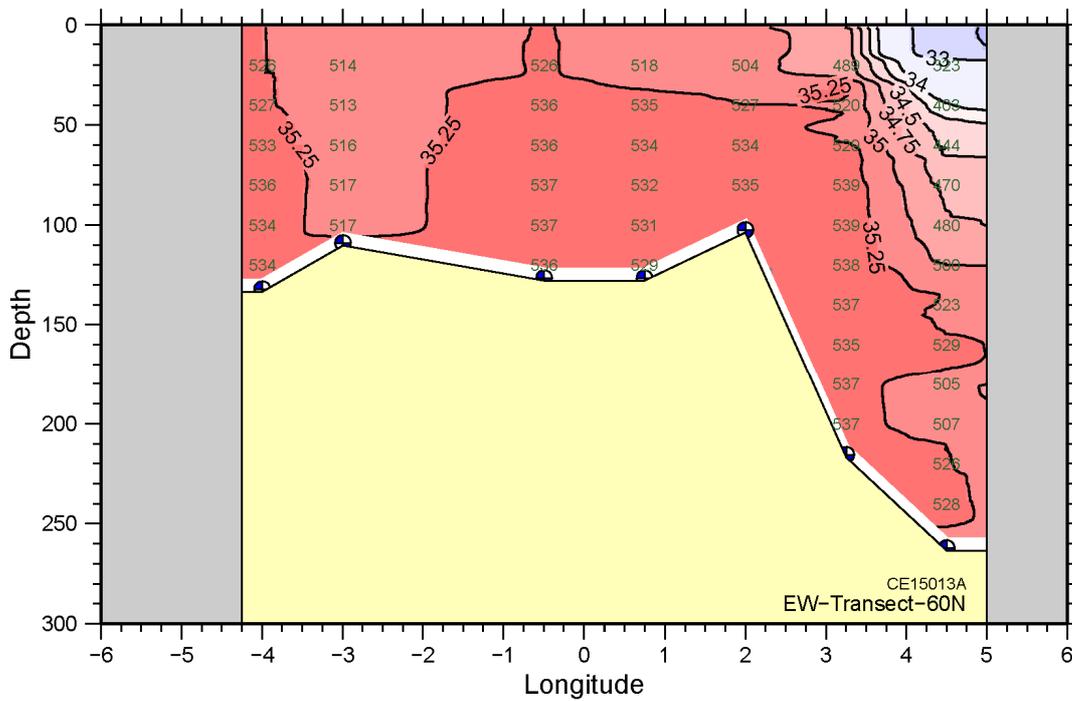


Abb. 5c: Vertikale Salzgehaltsverteilung auf dem 60° Schnitt im Sommer 2015. CTD-Daten FS Celtic Explorer 15013a. Die Zahlen zeigen den (Salzgehalt × 100) – 3000 für ausgewählte Datenpunkte.

Fig. 5c: Vertical salinity distribution along the 60°N sections in summer 2015 basing on CTD data. The numbers in the section give (salinities × 100) – 3000 for selected data points. RV Celtic Explorer 15013a.

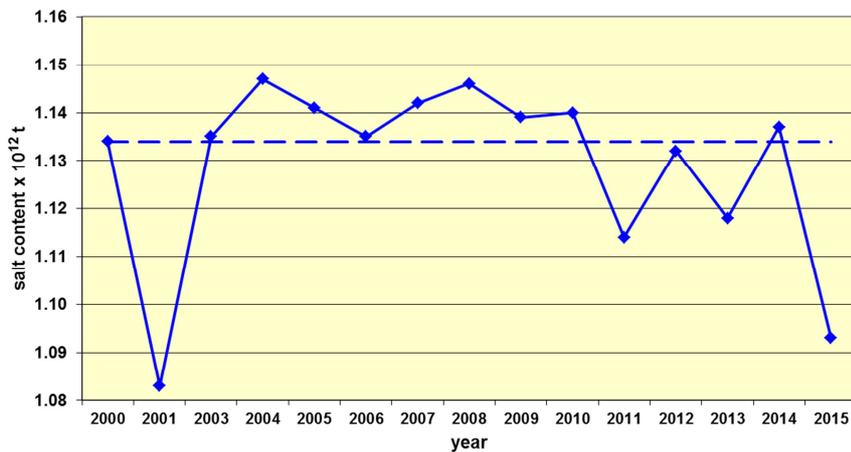


Abb. 6: Gesamt-Salzinhalt der Nordsee im Sommer in  $10^{12}$  t von 2000 bis 2015 (ohne 2002). Gestrichelte Linie: Mittelwert der Referenzperiode 2000-2010 ( $1.134 \pm 0.018 \times 10^{12}$  t) basierend auf den Daten der Sommeraufnahmen.

Fig. 6: Total salt content in  $10^{12}$  t from 2000 to 2015 (without 2002). Broken line: Mean of reference period 2000-2010 ( $1.134 \pm 0.018 \times 10^{12}$  t) basing on summer cruise data.

date of cruise	mid-term of survey	TSC [ $\times 10^{12}$ t]	$\Delta S$ [std dev]
02.07.1999 - 22.07.1999	09.07.1999	1.122	-0.66
09.08.2000 - 23.08.2000	06.08.2000	1.134	-0.01
11.07.2001 – 02.08.2001	27.07.2001	1.083	-2.77
16.07.2002 - 31.07.2002	25.07.2002	1.131	-0.17
28.07.2003 - 13.08.2003	04.08.2003	1.135	0.04
05.08.2004 - 20.08.2004	12.08.2004	1.147	0.69
10.08.2005 - 29.08.2005	20.08.2005	1.141	0.37
02.08.2006 - 20.08.2006	11.08.2006	1.135	0.04
03.08.2007 – 17.08.2007	10.08.2007	1.142	0.42
21.07.2008 – 05.08.2008	29.07.2008	1.146	0.64
20.08.2009 – 09.09.2009	29.08.2009	1.139	0.26
04.08.2010 – 24.08.2010	13.08.2010	1.140	0.31
08.08.2011 – 28.08.2011	17.08.2011	1.114	-1.09
07.08.2012 – 26.08.2012	16.08.2012	1.132	-0.12
10.08.2013 – 31.08.2013	21.08.2013	1.118	-0.88
02.08.2014 – 21.08.2014	12.08.2014	1.137	0.15
08.08.2015 – 26.08.2015	18.08.2015	1.093	-2.23
10 year average 2000-2010 (without 2002) ± standard deviation		1.134±0.018	-

*Tabelle 1: Gesamt-Salzinhalt der Nordsee (TSC), basierend auf den Daten der Nordsee-Sommeraufnahmen des BSH.  $\Delta S$  = Normierte Anomalie (Differenz zur Referenzperiode in Standardabweichungen).*

*Table 1: Total North Sea salt content (TSC), data from BSH North Sea summer surveys.  $\Delta S$  = normalised anomaly (difference to reference period in standard deviations).*

### 3.7.3 Abfluss Elbe und Salzgehalt bei Helgoland Reede

Die Gesamtabflussmengen in 2014 und 2015 lagen mit je 15 km<sup>3</sup>/a deutlich unter dem Mittel der Referenzperiode 1971-2000 (Abb. 7), aber noch innerhalb des 95%-Bandes. Durch geringe Niederschläge und geringe Schmelzwasserabflüsse in den Wintern 2013/2014 und 2014/2015 lagen die monatlichen Abflüsse in 2014 bis zum Mai deutlich unter der Klimatologie und den Rest des Jahres dicht am langjährigen Mittel (Abb. 8). In 2015 lag, mit Ausnahme des Januars, der Abfluss ganzjährig unter dem Mittel der Referenzperiode.

Die in Abb. 8 gemeinsam mit der Monatsklimatologie des Zeitraums 1971–2000 dargestellten jahreszeitlichen Entwicklungen des Oberflächensalzgehalts bei Helgoland Reede basieren auf werktäglichen Messungen, die freundlicherweise von der zum Alfred-Wegener-Institut (AWI) gehörenden Biologischen Anstalt Helgoland bereitgestellt wurden (Wiltshire and Manly, 2004; Franke et al., 2004; PANGAEA, 2004). Die wesentlichen Signale finden sich auch in den Salzgehaltsdaten der MARNET-Station „Deutsche Bucht“ wieder (6 m Messtiefe), auch wenn diese Daten zum Teil erhebliche Lücken aufweisen. In 2014 und 2015 lagen sowohl die monatlichen Elbeabflüsse als auch der Salzgehalt bei Helgoland im Rahmen der natürlichen Schwankungen, der Oberflächensalzgehalt bei Helgoland lag dabei infolge der geringen Festlandsabflüsse in beiden Jahren überwiegend leicht über dem langjährigen Mittel.

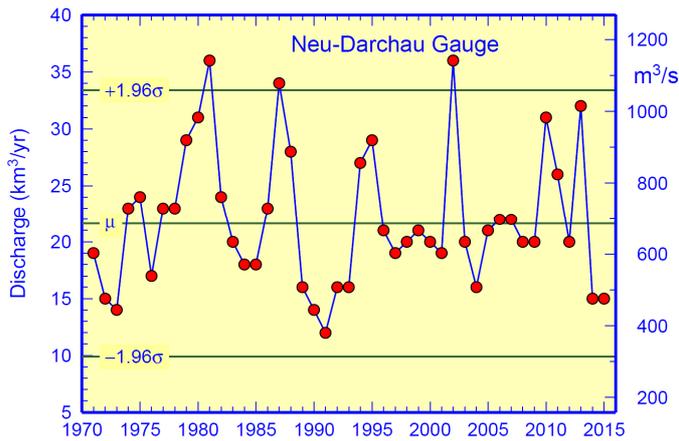


Abb. 7: Jahresabflussraten der Elbe 1970–2015 am Wehr Neu-Darchau mit Langzeitmittel (1971–2000) und 95%-Grenzen. 1 km<sup>3</sup>/a entspricht 31.7 m<sup>3</sup>/s. (Rohdaten: WSA-Lauenburg)

Fig. 7: Annual runoff 1970–2015 of Elbe River at Neu-Darchau weir with long-term mean (1971–2000) and 95%-limits. 1 km<sup>3</sup>/a is equivalent to 31.7 m<sup>3</sup>/s. (Raw data courtesy WSA-Lauenburg)

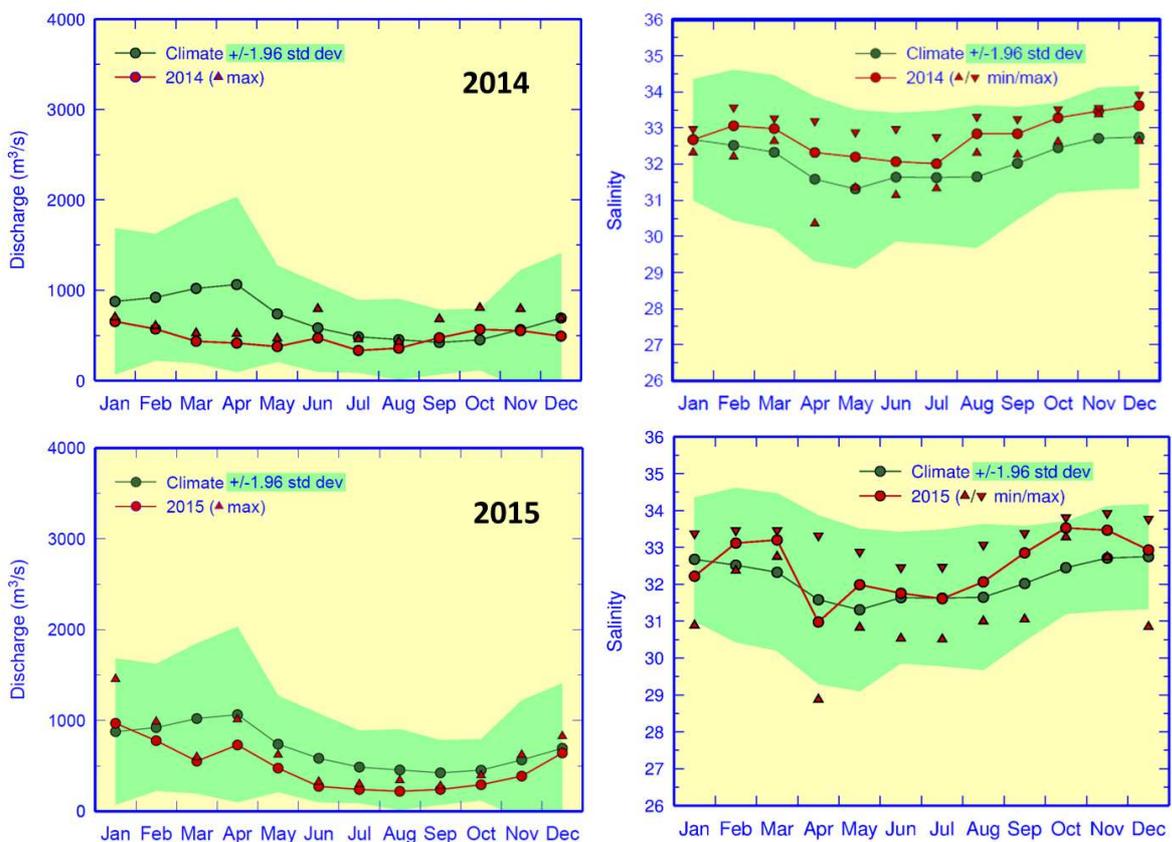


Abb. 8: Links: Monatsmittel und maximale Abflussraten der Elbe am Wehr Neu-Darchau mit Klimatologie (1971 – 2000) und 95%-Band (Klima  $\pm 1.96$  Standardabweichungen). Rechts: Jahresgang des monatlich gemittelten Oberflächensalzgehalts und monatliche Extrema bei Helgoland Reede mit Klimatologie (1971 – 2000) und 95%-Band (Klima  $\pm 1.96$  Standardabweichungen).

Fig. 8: Left: Monthly mean and maximum runoff of Elbe River at the weir Neu-Darchau with 1971 – 2000 base period monthly means and 95%-band (climatology  $\pm 1.96$  standard deviations). Right: Seasonal cycle of monthly mean SSS at Helgoland Roads with monthly extremes, 1971 – 2000 base period monthly means and 95%-band (climatology  $\pm 1.96$  standard deviations).

(Abflussdaten/runoff data: courtesy of WSA-Lauenburg; Salzgehaltsdaten/salinity data: courtesy of K. Wiltshire, Biologische Anstalt Helgoland)

## Literatur

Franke, H.-D., F. Buchholz, K. H. Wiltshire, Ecological long-term research at Helgoland (German Bight, North Sea): retrospect and prospect – an introduction, Helgol. Mar. Res., 58, 223-229, 2004.

Janssen F., C. Schrum and J.O. Backhaus, A Climatological Data Set of Temperature and Salinity for the Baltic Sea and the North Sea, German Journal of Hydrography, Supplement 9, 245pp, 1999.

Loewe, P., H. Klein, S. Weigelt (Eds.), System Nordsee – 2006 & 2007: Zustand und Entwicklungen, Berichte des BSH, Nr. 49, 308pp, BSH, Hamburg und Rostock, 2013.  
[www.bsh.de/de/Produkte/Buecher/Berichte\\_/Bericht49/index.jsp](http://www.bsh.de/de/Produkte/Buecher/Berichte_/Bericht49/index.jsp)

PANGAEA, Data Publisher for Earth and Environmental Science, 2012. [www.pangaea.de](http://www.pangaea.de)

Wiltshire, K. H. und B. F. J. Manly, The warming trend at Helgoland Roads, North Sea: phytoplankton response, Helgol. Mar. Res., 58, 269-273, 2004.

Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie unter:

[http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Meerestemperaturen\\_und\\_Waermeinhalte/index.jsp](http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Meerestemperaturen_und_Waermeinhalte/index.jsp)

Wenn Sie noch Fragen oder Datenanforderungen haben, wenden Sie sich bitte an Holger Klein, Telefon 040 3190 – 3220; [holger.klein@bsh.de](mailto:holger.klein@bsh.de)

Stand: 05.09.2016, Datei: Salzgehalt-2014&2015-online.docx