

BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

**Eiswinter 2009/2010 bis 2013/2014
an den deutschen Nord- und Ostseeküsten**

***Ice Winters 2009/2010 to 2013/2014
on the German North and Baltic Sea Coasts***

Autoren/*Authors:*

Natalija Schmelzer, BSH

Jürgen Holfort, BSH

Co-Autoren/*Co-authors:*

Jan Tegtmeier

Toni Düskau

Berichte des

Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

Nr. 53/2014

In der Reihe „Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie“ werden Themen mit Dokumentationscharakter aus allen Bereichen des BSH veröffentlicht. Durch die Publikation nimmt das BSH zu den Inhalten der Beiträge keine Stellung. Die Veröffentlichungen in dieser Berichtsreihe erscheinen nach Bedarf.

„Eiswinter 2009/10 bis 2013/14 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten“ im Internet:
www.bsh.de (Menü: Produkte → Bücher → Berichte des BSH)

© Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
Hamburg und Rostock 2014
www.bsh.de

ISSN-Nr. 0946-6010

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des BSH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhaltsverzeichnis/Contents

Zusammenfassung/Summary	7
1 Der Eiswinter 2009/2010 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten mit einem kurzen Überblick über die Eisverhältnisse im gesamten Ostseeraum/ <i>The ice winter of 2009/2010 on the German North and Baltic Sea coasts with a brief description of ice conditions in the entire Baltic Sea region</i>	13
N. Schmelzer, J. Holfort	
2 Der Eiswinter 2010/2011 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten sowie eine kurze Beschreibung der Eisverhältnisse im gesamten Ostseebereich/ <i>The ice winter of 2010/2011 on the German North and Baltic Sea coasts and a brief description of the ice conditions in the entire Baltic Sea region</i>	43
N. Schmelzer, J. Holfort	
3 Der Eiswinter 2011/2012 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten sowie eine kurze Beschreibung der Eisverhältnisse im gesamten Ostseebereich/ <i>The ice winter of 2011/2012 on the German North and Baltic Sea coasts and a brief description of ice conditions in the entire Baltic Sea region</i>	85
Eisübersichtskarte – Referenzkarte Ostseeraum/ <i>General ice chart – reference chart for the Baltic Sea region</i>	90
N. Schmelzer, J. Holfort, J. Tegtmeier	
4 Der Eiswinter 2012/2013 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten sowie eine kurze Beschreibung der Eisverhältnisse im gesamten Ostseebereich/ <i>The ice winter of 2012/2013 on the German North and Baltic Sea coasts and a brief description of ice conditions in the entire Baltic Sea region</i>	117
Abhängigkeit der Eisdickenzunahme von der Kältesumme (KS)/ <i>Cold sum dependence of ice thickness growth</i>	124
Abhängigkeit der Eisdickenabnahme von der Wärmesumme (WS)/ <i>Warm sum dependence of ice thickness reduction</i>	128
N. Schmelzer, J. Holfort, T. Düskau	
5 Der Eiswinter 2013/2014 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten mit einem Überblick über die Eisverhältnisse im gesamten Ostseeraum/ <i>The ice winter of 2013/2014 on the German North and Baltic Sea coasts and a brief description of ice conditions in the entire Baltic Sea region</i>	147
Die maximale Eisausdehnung und das maximale Eisvolumen in der Ostsee/ <i>Maximum ice extent and maximum ice volume in the Baltic Sea</i>	161
Theoretisch berechnete und gemeldete Eisdicken im Winter 2013/14/ <i>Calculated and observed ice thicknesses in the winter of 2013/14</i>	162
N. Schmelzer, J. Holfort	
Literatur/References	172
Abbildungsverzeichnis/Figure Index	173
Tabellenverzeichnis/Table Index	181
Autoren/Authors	185

Zusammenfassung

In Deutschland werden seit dem Winter 1896/97 regelmäßig Eisbeobachtungen durchgeführt, und seit dem Winter 1899/1900 die einheitlich aufgearbeiteten Eisdaten in den Beschreibungen der Eiswinter veröffentlicht. Ein Vergleich der systematisch ausgewerteten Daten einer Vielzahl von Küstenstationen ermöglicht Aussagen über eventuelle periodische Schwankungen oder Veränderungen des Eisvorkommens in den verschiedenen Jahren oder in verschiedenen Küstenabschnitten.

Chronologisch aufgelistet findet man die Auswertungen der Eiswinter in:

den Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie (außer 1944, 1945) 1900–1946

der Zeitschrift für Meteorologie 1947

der Deutschen Hydrographischen Zeitschrift (DHZ),
den Annalen der Hydrographie (Berlin),

den Sonderheften des Seehydrographischen Dienstes der DDR,
den Sonderheften des Küstenschutzamtes der DDR,
den Sonderheften der Wasserwirtschaftsdirektion 1948–1999

dem Bericht des BSH Nr. 37 2000–2004
dem Bericht des BSH Nr. 46 2005–2009

Im vorliegenden Bericht werden die weiteren fünf Eiswinter von 2009/10 bis 2013/14 beschrieben.

Die Eiswinter an den deutschen Küsten werden nach dem Wert der flächenbezogenen Eisvolumensumme ($V_{A\Sigma}$), einer Maßzahl für die Bewertung des Winters in Hinblick auf Umfang und Stärke der Eisbedeckung sowie die Dauer des Eisvorkommens (Koslowski, 1989), klassifiziert. Die in der Berechnung von $V_{A\Sigma}$ einbezogenen Beobachtungsstationen sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Im Zeitraum 1896/97 bis 2008/09 (113 Jahre) gab es 48 schwache, 42 mäßige, 11 starke, 8 sehr starke und 4 extrem starke Eiswinter. In den nachfolgenden fünf Jahren war der Eiswinter 2009/10 stark bis mäßig, die Winter 2010/11 und 2011/12 waren mäßig und die Winter 2012/13, 2013/14 schwach. In

Summary

Ice observations in Germany have been made routinely since the winter of 1896/97, and harmonised ice data from every winter season since 1899/1900 have been published in descriptions of the individual ice winters. By systematic evaluation and comparison of the data from a large number of coastal stations, it has been possible to derive conclusions as to possible periodic fluctuations or changes in ice occurrence in individual years or particular sections of the coast.

Evaluations of the ice winter seasons have been published in chronological order in:

Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie (except 1944, 1945) (annals of hydrography and maritime meteorology) 1900–1946

Zeitschrift für Meteorologie (Journal of meteorology) 1947

Deutsche Hydrographische Zeitschrift (DHZ, German Journal of Hydrography) Annalen der Hydrographie (Berlin) (annals of hydrography)

*Special publications issued by the hydrographic office of the GDR
Special publications issued by the coastal defence office of the GDR,
Special publications issued by the water management directorate 1948–1999*

*BSH Report No. 37 2000–2004
BSH Report No. 46 2005–2009*

In the present report, the further five ice winters from 2009/10 to 2013/14 are described.

Ice winters on the German coasts are classified on the basis of the accumulated areal ice volume ($V_{A\Sigma}$), a number allowing scope and strength of the ice coverage, and the duration of ice occurrence (Koslowski, 1989), to be assessed. The observation stations providing data for the computation of ($V_{A\Sigma}$) are shown in figures 1 and 2. In the period from 1896/97 to 2008/09 (113 years), there were 48 weak, 42 moderate, 11 strong, 8 very strong, and 4 extremely strong ice winters. In the following five years, the ice winter of 2009/10 was strong to moderate, the winters of 2010/11 and 2011/12 were moderate, and the winters of 2012/13 and 2013/14 were weak. figures 3 and 4 show the distribution of accumu-

Abbildung 3 ist die Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensummen für die deutschen Nord- und Ostseeküsten seit dem Winter 1896/97 dargestellt. Der letzte sehr starke Eiswinter trat 1995/96 auf, d. h. in den letzten 18 Jahren gab es überwiegend mäßige und schwache Eiswinter.

Für die Beschreibung und Klassifizierung eines Eiswinters werden lückenlose Datensätze benötigt. Leider fehlen manchmal aus verschiedenen Gründen Angaben, besonders oft sind es die Eisdicken. Nach der im Eisdienst des BSH erarbeiteten Methodik, die im Teil 4 des Berichts beschrieben wird, kann man ausgehend aus gemessenen Lufttemperaturen die zunehmende oder abnehmende Eisdicke in einem bestimmten Bereich berechnen. Diese Methode wird im Eisdienst seit mehreren Jahren für die Ermittlung der fehlenden Eisdicken genutzt, besonders gut funktioniert sie in abgeschlossenen Gewässern.

Der finnische Eisdienst benutzt für die Klassifizierung der Eiswinter die rekonstruierten oder berechneten Daten der jährlichen maximalen Eisausdehnung der Ostsee (Seinä and Palosuo, 1996, http://www.itameriportaali.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/jaatalvi/). Diese Datenreihe erfasst den Zeitraum von 1720 bis heute, vgl. Abbildung 5. Im Eisdienst des BSH wurde auf Grundlage der Daten, die Eiskonzentration und die Eisdicke für das Gitter $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ enthalten (Feistel et al, 2008), das maximale jährliche Eisvolumen für die ganze Ostsee berechnet. Da zuverlässige Angaben der Eisdicke erst ab 1973 vorhanden sind, wird in Abbildung 6 die 42-jährige Reihe (1973–2014) dargestellt. Die beiden Größen variieren von Winter zu Winter erheblich: im Winter 1986/87 war die Ostsee fast vollständig mit Eis bedeckt ($405\,000\text{ km}^2$), und im Winter 2007/08 waren es nur 12 % der Fläche ($49\,000\text{ km}^2$). Ähnlich verhält sich das maximale Eisvolumen, allerdings wurde die geringste Eismasse im Winter 1991/92 und nicht in 2007/08 produziert.

Da das maximale jährliche Eisvolumen nicht nur die Eisausdehnung sondern auch die Eiskonzentration und die Eisdicke berücksichtigt, ist dies ein besseres Maß für die Beschreibung der Stärke eines Eiswinters.

lated areal ice volumes on the German North and Baltic Sea coasts since the 1896/97 winter season. The last very strong ice winter occurred in 1995/96, i. e. ice winters in the past 18 years have mostly been moderate or weak.

Description and classification of an ice winter requires uninterrupted data sets. Unfortunately, some data are missing for different reasons; in particular often the ice thicknesses are not available. Based on the methodology developed by the BSH Ice Service and described in part 4 of this report, it is possible to calculate the increasing or decreasing ice thickness in a given area as a function of air temperature. The Ice Service has been using this method for several years for calculating missing ice thickness data; it works particularly well in secluded waters.

Finnish Ice Service uses reconstructed or calculated data of the annual maximum ice extent in the Baltic Sea for the classification of the ice winters (Seinä and Palosuo, 1996, http://www.itameriportaali.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/jaatalvi/). This data series covers the period from 1720 till today, cf. figure 5. By the BSH Ice Service, maximum annual ice volume was calculated for the whole Baltic Sea based on the data containing ice concentration and ice thickness for $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ raster (Feistel et al, 2008). As the reliable data of ice thickness exist since 1973, the 42-year data series (1973–2014) is shown in the figure 6. Both indices vary from winter to winter considerably: in the winter of 1986/87 the Baltic Sea was nearly totally covered by ice ($405\,000\text{ km}^2$), in the winter of 2007/08 there was covered only 12 % of the whole area ($49\,000\text{ km}^2$). Maximum ice volume acts similarly, however, least ice mass was produced in the winter of 1991/92 and not in the winter of 2007/08.

Maximum annual ice volume is a more objective measure for describing the intensity of an ice winter, since it takes into consideration not only ice extent, but also ice concentration and ice thickness.

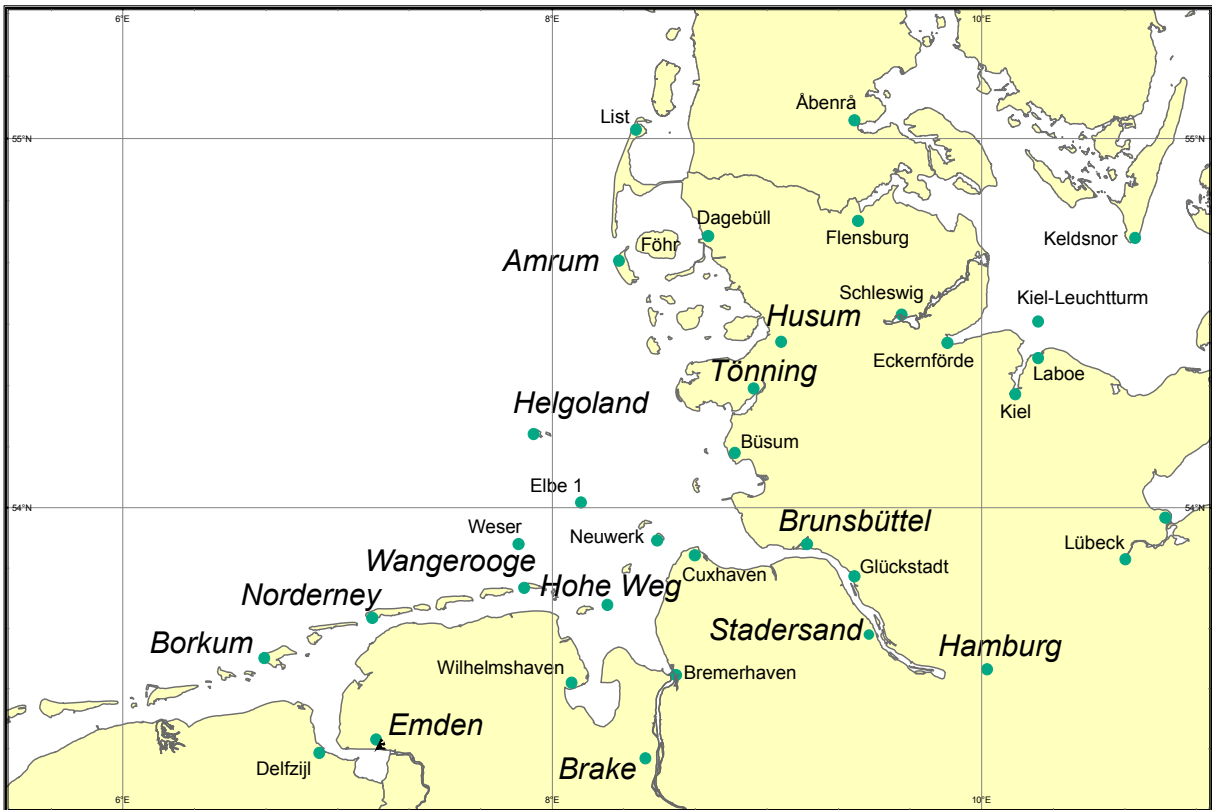


Abbildung 1: Eisklimatologische Stationen an der deutschen Nordseeküste
 Figure 1: Ice climatological stations at the German North Sea coast



Abbildung 2: Eisklimatologische Stationen an der deutschen Ostseeküste
 Figure 2: Ice climatological stations at the German Baltic Sea coast

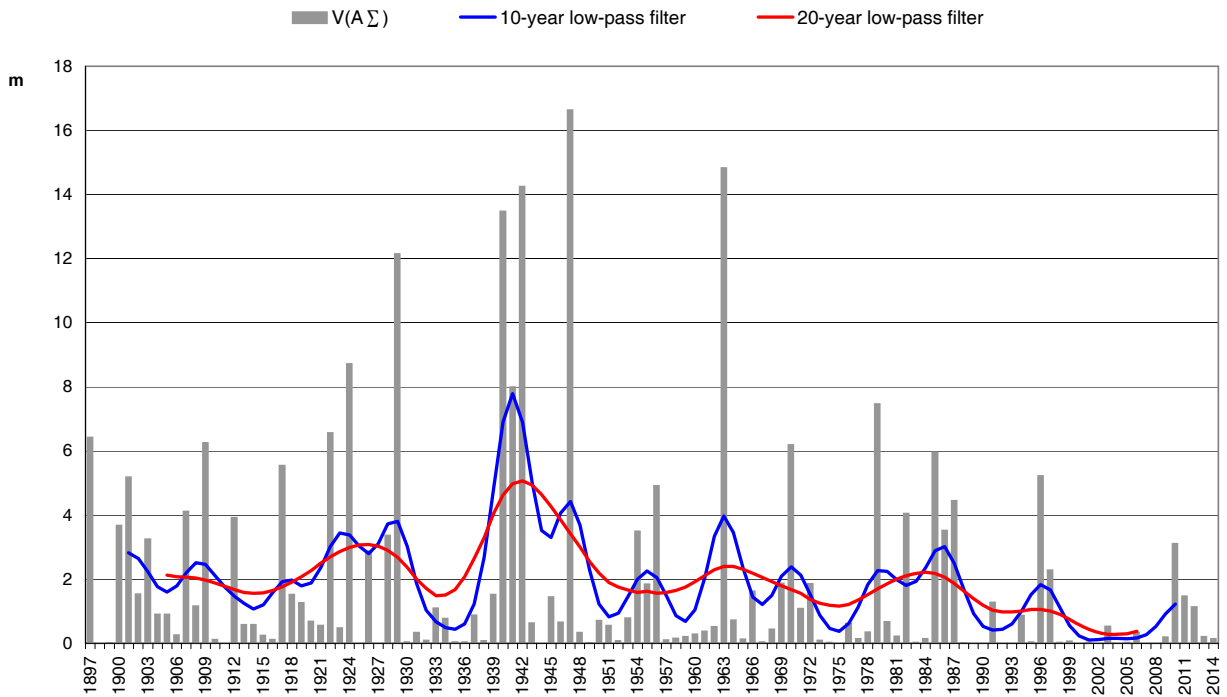


Abbildung 3: Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste
 Figure 3: Distribution of accumulated areal ice volume for the German North Sea coast

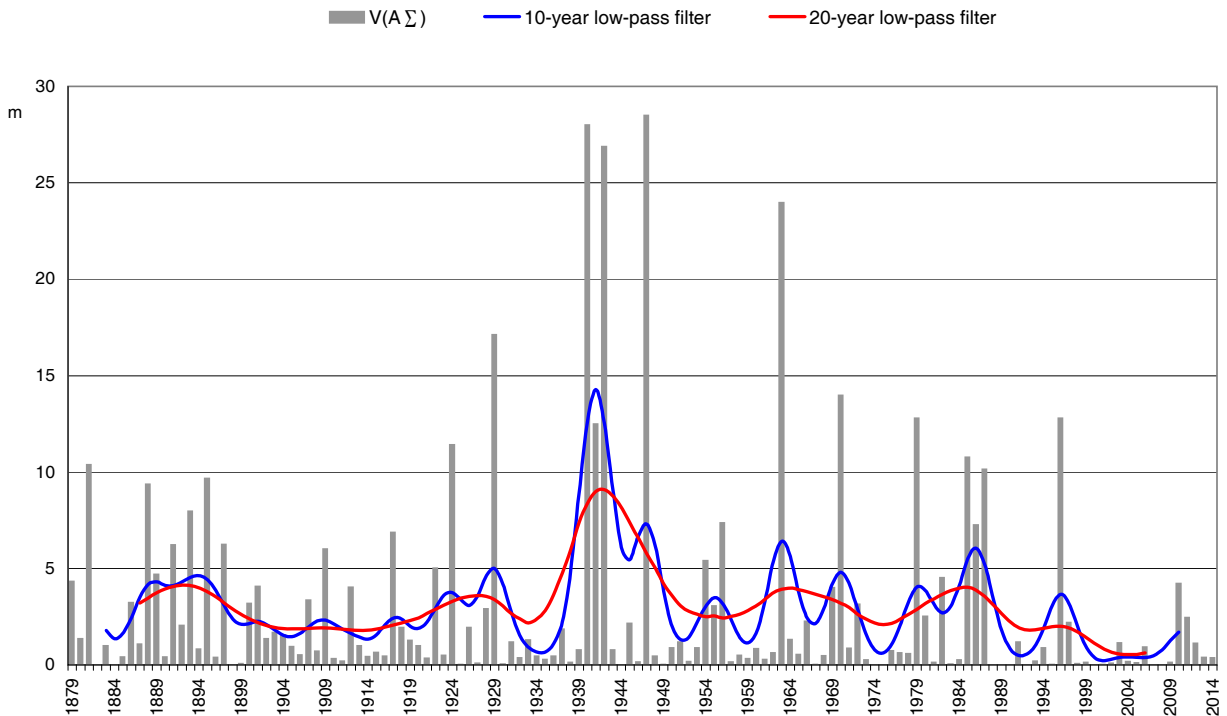


Abbildung 4: Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Ostseeküste
 Figure 4: Distribution of accumulated areal ice volume for the German Baltic Sea coast

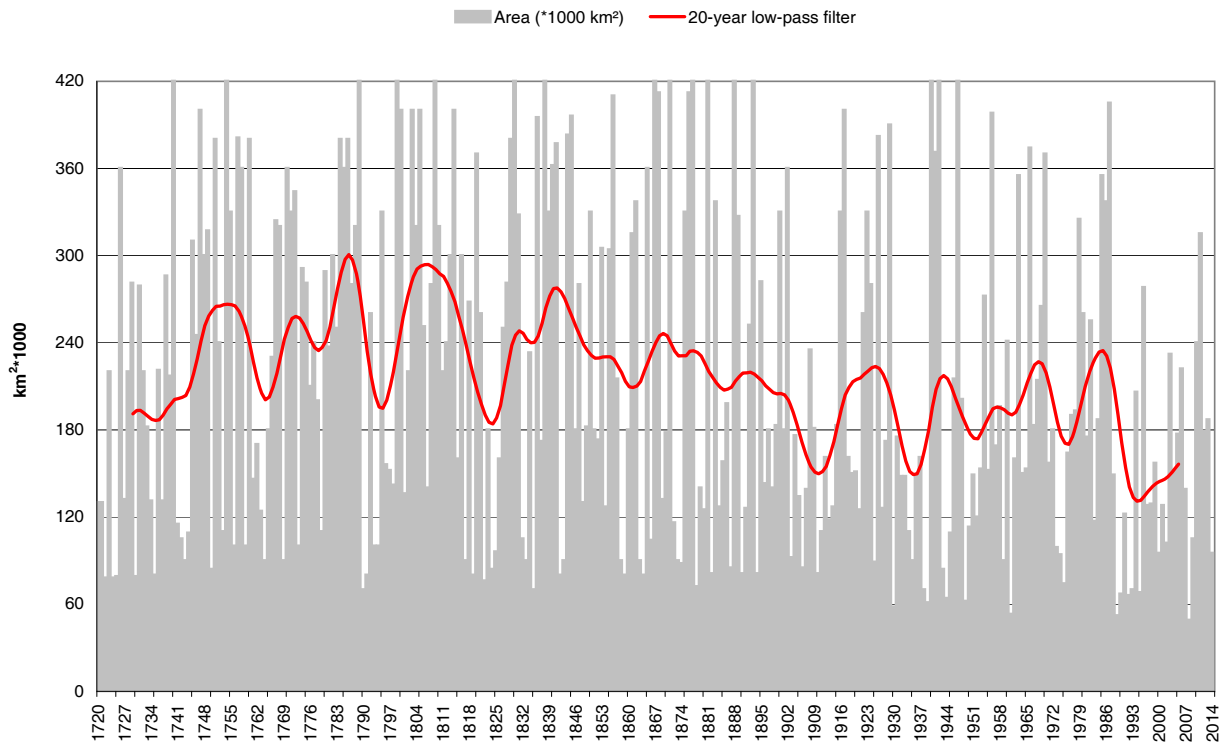


Abbildung 5: Maximale Eisausdehnung in der Ostsee im Zeitraum 1720–2014 (Seinä und Palosuo, 1996;
http://www.itameriportaali.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/jaatalvi/)

Figure 5: Maximum extent of ice coverage in the Baltic Sea in the period 1720–2014 (Seinä and Palosuo, 1996;
http://www.itameriportaali.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/jaatalvi/)

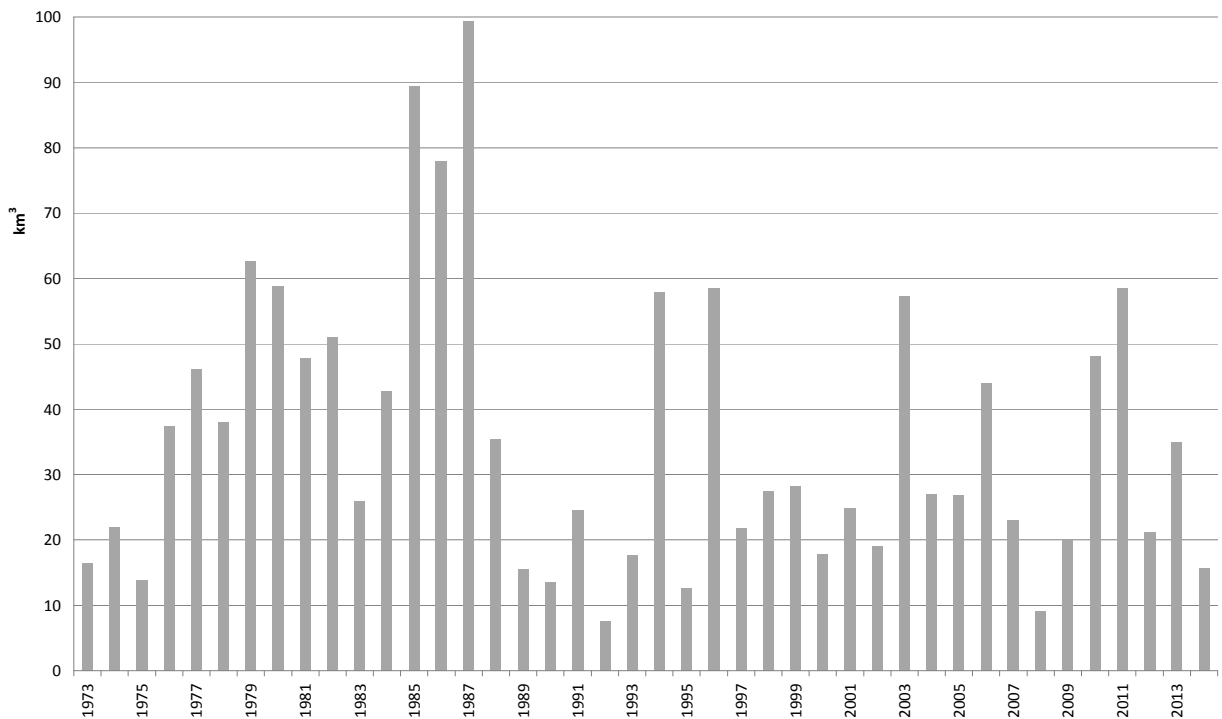


Abbildung 6: Maximales Eisvolumen in der Ostsee im Zeitraum 1973–2014

Figure 6: Maximum ice volume in the Baltic Sea in the period 1973–2014

1 Der Eiswinter 2009/2010 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten mit einem kurzen Überblick über die Eisverhältnisse im gesamten Ostseeraum/*The ice winter of 2009/2010 on the German North and Baltic Sea coasts with a brief description of ice conditions in the entire Baltic Sea region*

Inhaltsverzeichnis/*Contents*

Die Stellung des Eiswinters 2009/2010 im langjährigen Vergleich <i>Long-term comparison of the ice winter of 2009/2010</i>	14
Verlauf des Eiswinters an den deutschen Nord- und Ostseeküsten <i>The ice winter of 2009/10 on the German North and Baltic Sea coasts</i>	18
Eisverhältnisse in der Nordsee, im Skagerrak und Kattegat <i>Ice conditions in the North Sea, Skagerrak, and Kattegat</i>	25
Eisverhältnisse in der westlichen und südlichen Ostsee <i>Ice conditions in the western and southern Baltic Sea</i>	27
Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56° N) <i>Ice conditions in the northern Baltic Sea (north of 56° N)</i>	27
Zusammenfassung <i>Summary</i>	29
Anhang <i>Appendix</i>	33



Eisbedeckung auf der Unterwarnow am 28. Januar 2010
Ice cover on the Unterwarnow, 28 January 2010

Foto/Photo: Jürgen Holfort

Die Stellung des Eiswinters 2009/2010 im langjährigen Vergleich

Der Winter 2009/10 liegt in Hinblick auf die erzeugte Eismenge und die Dauer der Eisbedeckung an den deutschen Küsten im Bereich zwischen **mäßigen und starken** Eiswintern. Dies war der erste Winter seit 13 Jahren (seit dem Winter 1995/96), in dem Eisbildung auch im Seebereich der westlichen Ostsee aufgetreten ist. Die Maßzahlen für die Stärke eines Eiswinters werden aus den Beobachtungsdaten der 13 klimatologischen Stationen an der Ostseeküste und 13 klimatologischen Stationen an der Nordseeküste berechnet und durch die reduzierte Eissumme bzw. durch die flächenbezogene Eisvolumensumme ($V_{A\Sigma}$) ausgedrückt, Erläuterung der Begriffe sind unter:

<http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/Kuesten.jsp> zu finden.

Die Eiswinter an den deutschen Küsten werden in 5 Eiswintertypen eingeteilt:

Long-term comparison of the ice winter of 2009/2010

*In terms of ice volume and duration of the ice cover in the German coastal waters, the severity of the ice winter of 2009/10 ranges between **moderate and strong**. It was the first winter in 13 years (since 1995/96) during which ice formed also in the offshore waters of the western Baltic Sea. The severity of ice winters is determined on the basis of observation data from 13 climatological stations on the Baltic Sea coast and 13 climatological stations on the North Sea coast. It is expressed by the reduced ice sum and the accumulated areal ice volume ($V_{A\Sigma}$). An explanation of these terms is provided at:*

http://www.bsh.de/en/Marine_data/Observations/Ice/StatisticsCoasts.jsp.

Ice winters on the German coast are subdivided into 5 categories:

	$V_{A\Sigma}$ (Ostsee/Baltic Sea), m	$V_{A\Sigma}$ (Nordsee/North Sea), m
Schwach/ <i>Weak</i>	< 0.50	< 0.35
Mäßig/ <i>Moderate</i>	0.50– 4.00	0.35– 3.50
Stark/ <i>Strong</i>	4.01– 9.00	3.51– 6.00
Sehr stark/ <i>Very strong</i>	9.01–20.00	6.01–13.00
Extrem stark/ <i>Extremely strong</i>	> 20.00	> 13.00

Die berechneten Maßzahlen für den Eiswinter 2009/10 sind in der Tabelle 1.1 zusammengefasst.

The computed figures for the ice winter of 2009/10 are shown in Table 1.1.

Bereich <i>Area</i>	Reduzierte Eissumme <i>Reduced ice sum</i>	Flächenbezogene Eisvolumensumme <i>Accumulated areal ice volume</i>
Nordseeküste/ <i>North Sea</i>	31.2	3.11 m
Ostseeküste/ <i>Baltic Sea</i>	45.8	4.22 m
Küste von/ <i>Coast of</i> Mecklenburg-Vorpommern	51.1	5.33 m
Schleswig-Holstein	39.5	2.93 m

Tabelle 1.1: Reduzierte Eissumme und flächenbezogene Eisvolumensumme an den deutschen Küsten im Winter 2009/10
Table 1.1: Reduced ice sums and accumulated areal ice volumes on the German coasts in the winter of 2009/10

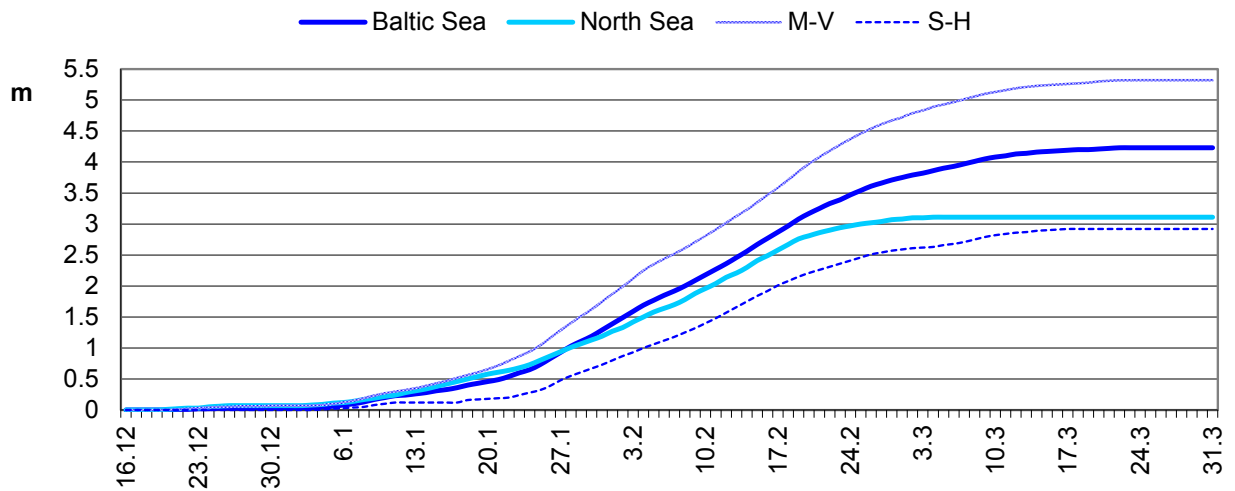


Abbildung 1.1: Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an den deutschen Küsten im Winter 2009/10
 Figure 1.1: Accumulated areal ice volume on the German coasts in the winter of 2009/10

Wie in jedem Winter war die Eisproduktion in den östlichen Abschnitten der deutschen Ostseeküste ergebnreicher als im westlichen Teil, was sich grundsätzlich durch den stärkeren Einfluss des kontinentalen Klimas erklären lässt. Der Winter 2009/10 war ein mäßiger Eiswinter an der Küste von Schleswig-Holstein, liegt aber im Bereich der starken Eiswinter für die Küste von Mecklenburg-Vorpommern, vgl. Abbildung 1.1. Für die Nordseeküste wird der Winter 2009/10 als ein mäßiger Eiswinter klassifiziert.

Ice production in the eastern part of the German Baltic Sea coast again was stronger than in the western part, as every winter, due to the stronger continental climate impact in the eastern coastal sections. The winter of 2009/10 was a moderate ice winter on the Baltic coast of Schleswig-Holstein, but has been classified as a strong ice winter on the coast of Mecklenburg-Vorpommern, cf. figure 1.1. The ice winter of 2009/10 on the North Sea coast has been classified as a moderate ice winter.

Die Stärke des Eiswinters, ausgedrückt durch $V_{A\Sigma}$, und sein meteorologischer Charakter, ausgedrückt durch die modifizierte Winterzahl (W^*z) (Kosłowski, 1989; Schmelzer, 2004), sind in guter Übereinstimmung, siehe Abbildungen 1.2 bis 1.4.

*The severity of this ice winter, expressed by $V_{A\Sigma}$ and its meteorological character, expressed by the modified "Winterzahl" (W^*z) (Kosłowski, 1989; Schmelzer, 2004) are in good agreement, as shown in figures 1.2 to 1.4.*

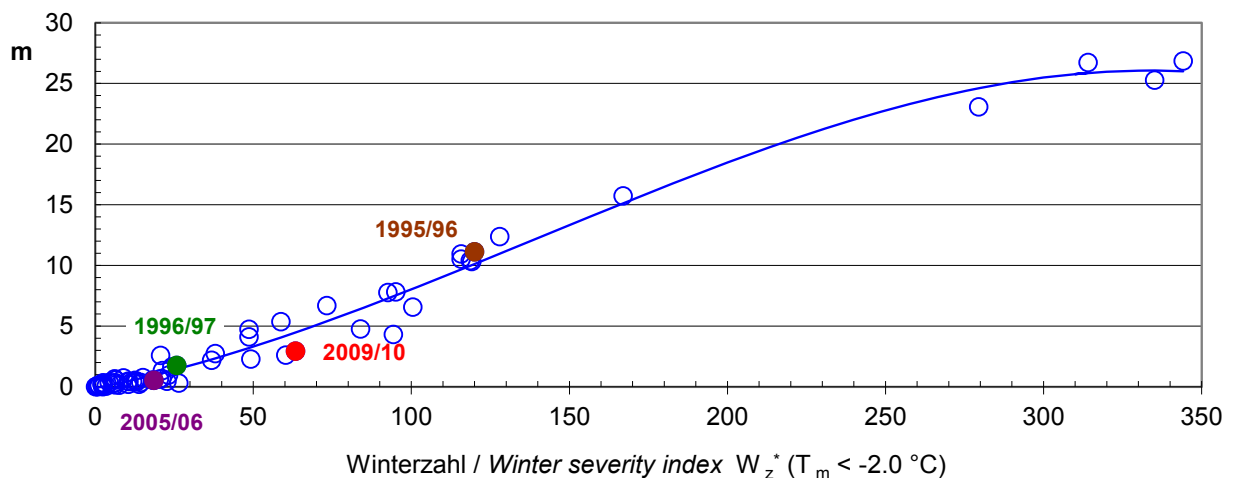


Abbildung 1.2: Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme und die Winterzahl ($T_m < -2.0\text{ °C}$) von Schleswig: $V_{A\Sigma} = -0,1017 + 0,0506 W_z^* + 0,4033 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,9588 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$
 Figure 1.2: Regression curve for the accumulated areal ice volume and "Winterzahl" ($T_m < -2.0\text{ °C}$) of Schleswig: $V_{A\Sigma} = -0,1017 + 0,0506 W_z^* + 0,4033 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,9588 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$

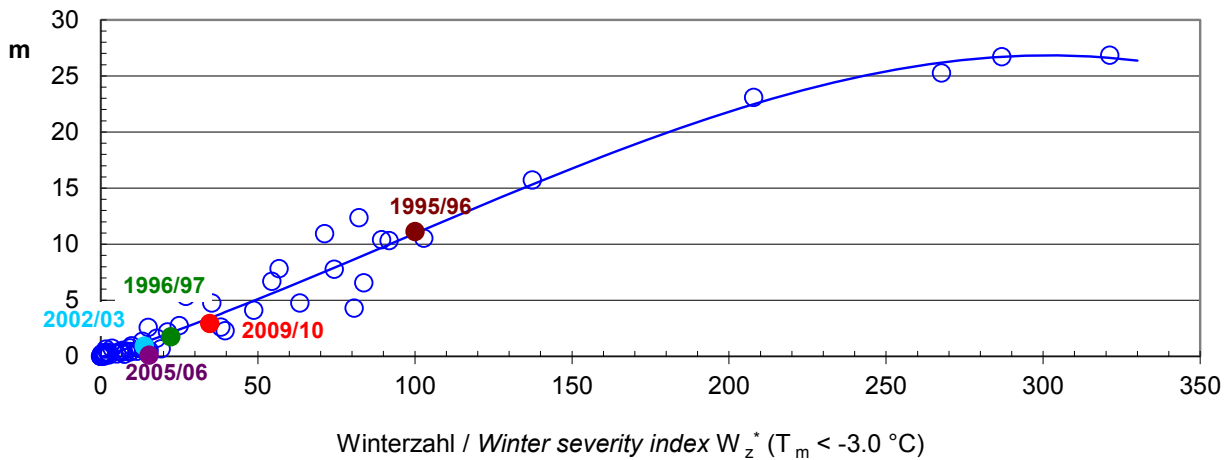


Abbildung 1.3: Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme und die Winterzahl ($T_m < -3.0 \text{ }^\circ\text{C}$) von Schleswig: $V_{A\Sigma} = -0,068 + 0,092 W_z^* + 0,276 * 10^{-3} W_z^{*2} - 0,946 * 10^{-6} W_z^{*3}$
 Figure 1.3: Regression curve for the accumulated areal ice volume and "Winterzahl" ($T_m < -3.0 \text{ }^\circ\text{C}$ of Schleswig): $V_{A\Sigma} = -0,068 + 0,092 W_z^* + 0,276 * 10^{-3} W_z^{*2} - 0,946 * 10^{-6} W_z^{*3}$

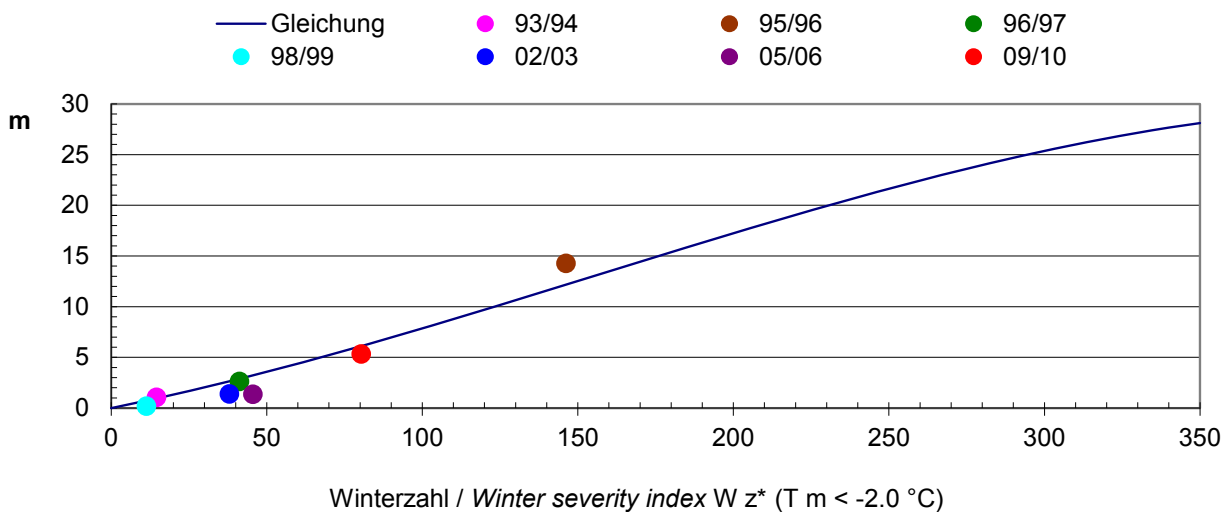


Abbildung 1.4: Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme und die Winterzahl ($T_m < -2.0 \text{ }^\circ\text{C}$) von Putbus (Greifswald): $V_{A\Sigma} = -0,00071 + 0,062 W_z^* + 0,213 * 10^{-3} W_z^{*2} - 0,458 * 10^{-6} W_z^{*3}$
 Figure 1.4: Regression curve of the accumulated areal ice volume and "Winterzahl" ($T_m < -2.0 \text{ }^\circ\text{C}$) of Putbus (Greifswald): $V_{A\Sigma} = -0,00071 + 0,062 W_z^* + 0,213 * 10^{-3} W_z^{*2} - 0,458 * 10^{-6} W_z^{*3}$

Die Stellung des Eiswinters 2009/10 im langjährigen Vergleich geht aus Abbildungen 1.5 und 1.6 hervor.

In der seit 1896/97 bestehenden Beobachtungsreihe waren an der deutschen Ostseeküste nur 20, an der Nordseeküste 27 Eiswinter stärker als die Eissaison 2009/10.

The severity of the ice winter of 2009/10 in comparison with the winters of the long-term series is shown in figures 1.5 and 1.6.

In the observation series since 1896/97, only 20 ice winters stronger than 2009/10 have been recorded on the German Baltic coast, and 27 on the North Sea coast.

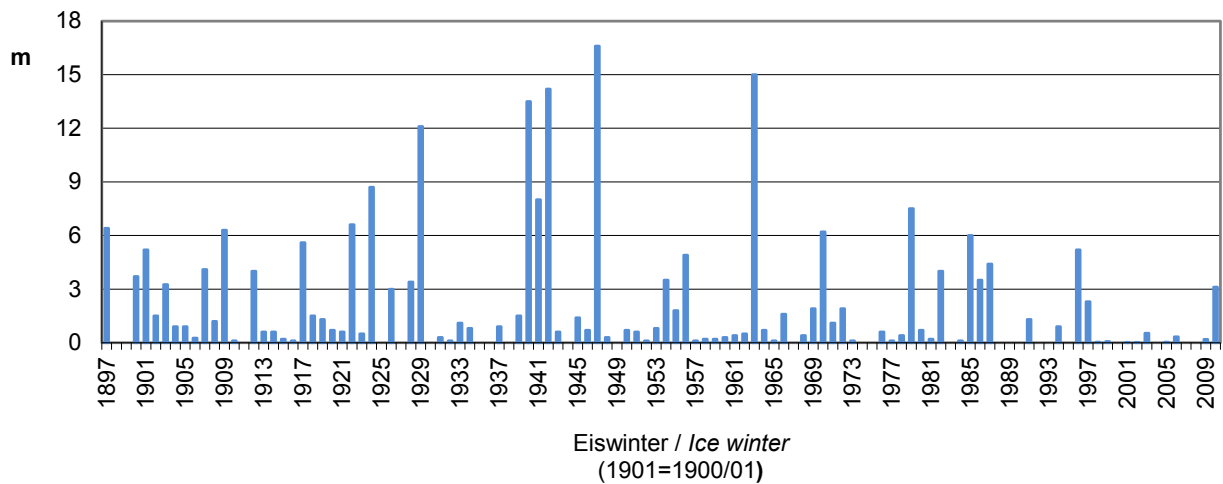


Abbildung 1.5: Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Ostseeküste
Figure 1.5: Distribution of accumulated areal ice volume on the German Baltic Sea coast

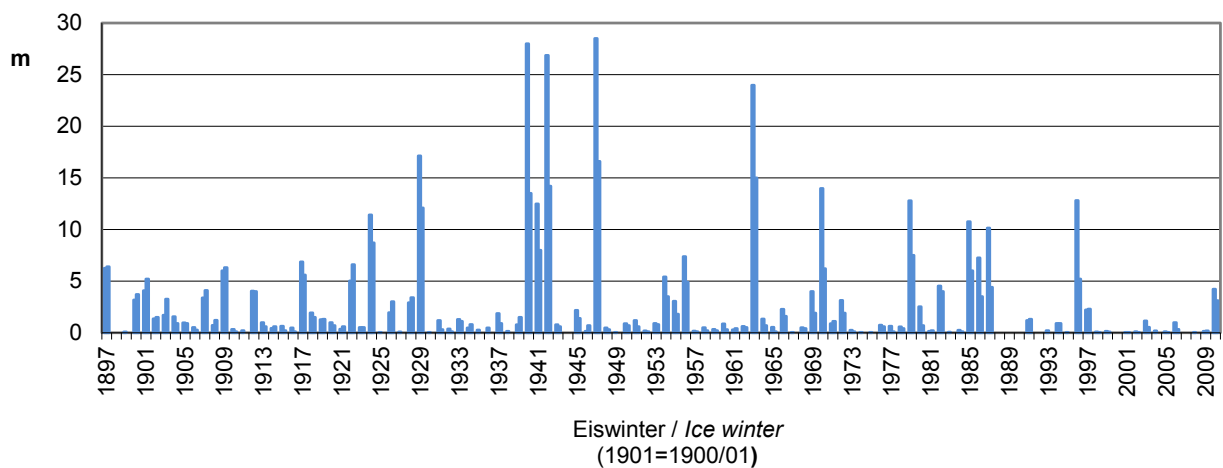


Abbildung 1.6: Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste
Figure 1.6: Distribution of accumulated areal ice volume on the German North Sea coast

Station	November		December		January		February		March	
	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K
Greifswald	7.2	2.6	-0.0	-2.1	-4.5	-3.9	-0.8	-0.8	3.8	1.1
Rostock-Warnemünde	7.7	2.4	0.9	-1.0	-3.5	-3.7	-0.5	-1.2	4.1	1.0
Schleswig	7.8	2.9	0.7	-1.0	-3.3	-3.6	-1.3	-1.9	4.0	1.2
Helgoland	9.7	2.1	3.8	-0.6	-0.7	-3.2	-0.0	-2.1	3.6	0.2

Tabelle 1.2: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2009/10 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961–1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Table 1.2: Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2009/10, and deviations from the 1961–1990 climate means (K) (data from Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

Verlauf des Eiswinters an den deutschen Nord- und Ostseeküsten

Wetterentwicklung

Der Winter 2009/10 war vor allem in nordöstlichen Teilen Deutschlands sehr schneereich und kalt. Die Witterung in der Küstenregion wurde meist durch Tiefdruckgebiete bestimmt. Die Lufttemperatur lag in allen Wintermonaten und in allen deutschen Küstenabschnitten unter dem langjährigen Mittelwert, siehe Tabelle 1.2. Niederschlag fiel im Nordosten meist als Schnee, der wochenlang liegen blieb und 40–60 cm Höhe erreichte.

The ice winter of 2009/10 on the German North and Baltic Sea coasts

Weather development

The winter of 2009/10 was very cold, with considerable snowfall, especially in the north-eastern part of Germany. Coastal weather was determined mainly by cyclonic systems. In all months of this winter, air temperatures were below the long-term means in all parts of the German coast; cf. Table 1.2. Precipitation in the northeast fell mostly as snow reaching depths of up to 40–60 cm and lasting for weeks.

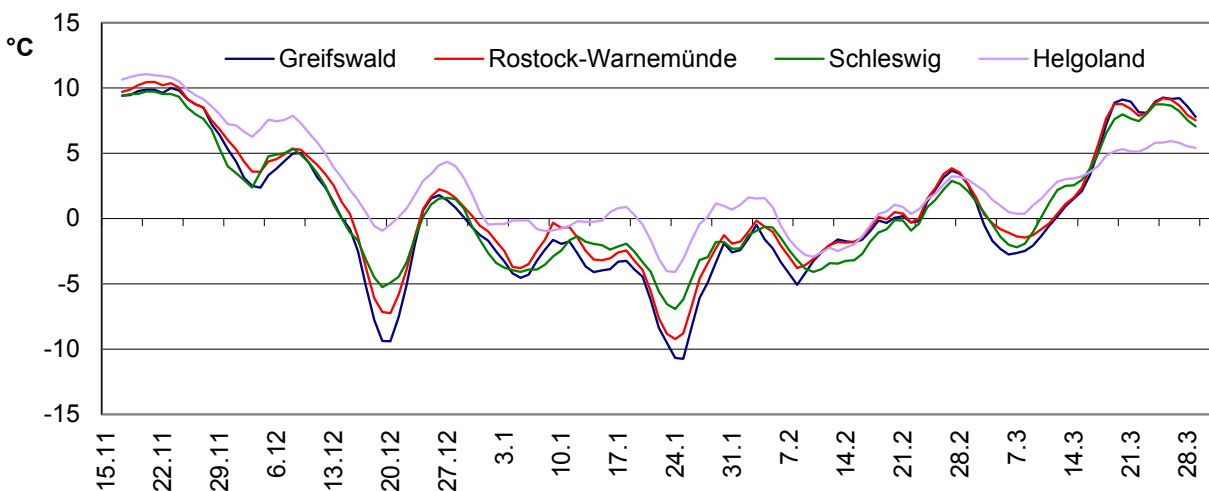


Abbildung 1.7: Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2009/10 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)
Figure 1.7: Daily mean air temperatures in the winter of 2009/10 (data from Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

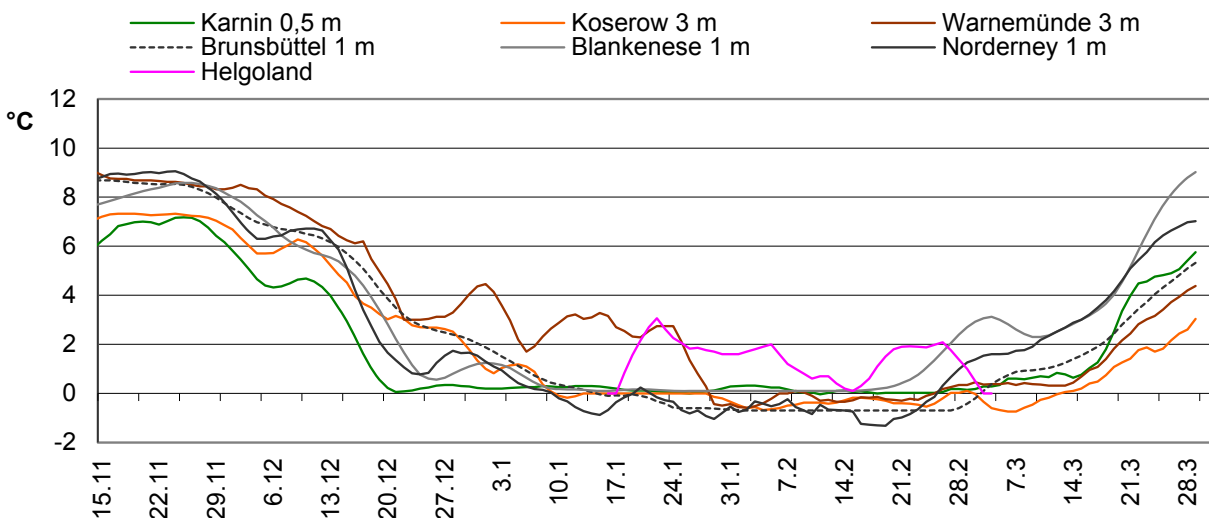


Abbildung 1.8: Wassertemperatur (7 Uhr MEZ, Helgoland, 14 MEZ) in den deutschen Küstengewässern
Figure 1.8: Water temperatures (7 h CET; Helgoland 14 h CET) in the German coastal waters

Der Winter bestand aus einer von Mitte Dezember bis Ende Februar dauernden Kälteperiode, die kurzzeitig um die Jahreswende unterbrochen wurde. Die tiefsten Werte der Tagesmitteltemperatur lagen zwischen -13 und -8 °C (im Nordosten auch darunter) und wurden um den 20. Dezember und um den 25. Januar erreicht.

This winter was marked by a cold spell lasting from mid-December to the end of February, briefly interrupted by a warmer spell around the end of the year. The lowest values of the daily mean temperatures, recorded around 20 December and 25 January, ranged from -13 to -8 °C (even lower in the north-east).

Wassertemperaturmessungen/Sources of the water temperature data:

Karnin	WSA Stralsund/Waterways and Shipping Board (WSA), Stralsund
Koserow	StAUN Ueckermünde State Agency of Environment and Nature (StAUN), Ueckermünde
Warnemünde	StAUN Rostock/State Agency of Environment and Nature (StAUN), Rostock
Brunsbüttel	WSA Brunsbüttel/Waterways and Shipping Board (WSA), Brunsbüttel
Norderney	DGzRS/German Sea Rescue
Blankenese	Institut für Hygiene und Umwelt, Hamburg

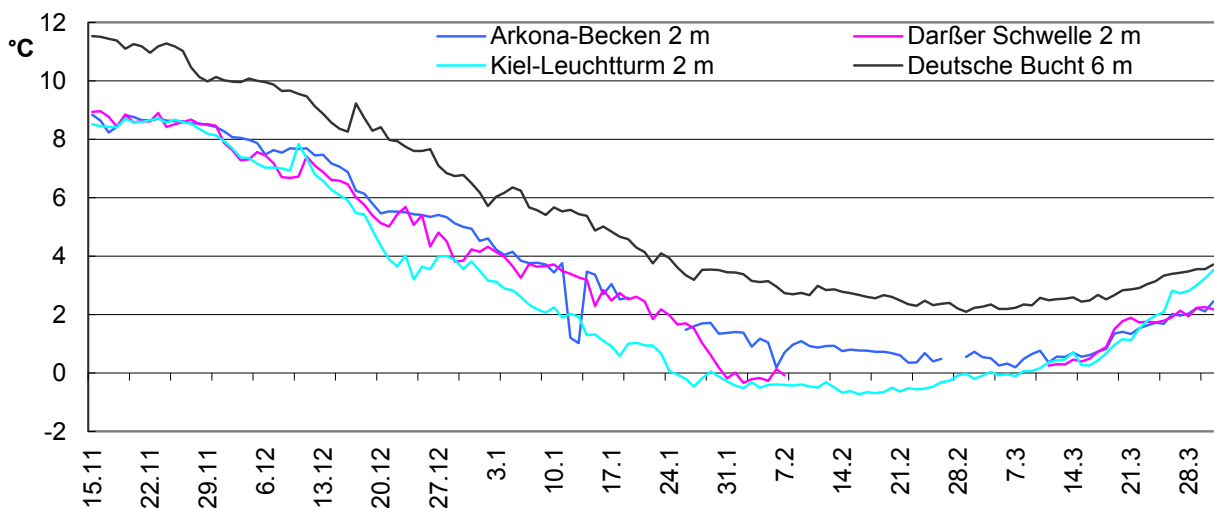


Abbildung 1.9: Wassertemperatur (etwa 7 Uhr MEZ) in den Seebereichen der westlichen Ostsee und in der Deutschen Bucht
Daten des MARNET-Messnetzes, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

Figure 1.9: Water temperatures (about 7 h CET) in the offshore waters of the western Baltic Sea and in the German Bight
Data from MARNET monitoring network, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

Die Gefrierbereitschaft des Wassers wurde in den inneren Gewässern der Ostseeküste Mitte Dezember, in der Pommerschen Bucht und an den nord- und ostfriesischen Küsten in der zweiten Januardekade und im küstennahen Seebereich von Warnemünde Ende Januar erreicht, Abbildung 1.8.

The inner coastal waters of the Baltic coast reached freezing temperatures in mid-December, waters in the Pomeranian Bight and on the North and East Frisian coasts in the second decade of January, and the waters off Warnemünde in late January; cf. figure 1.8.

Im Südteil der Kieler Bucht und im Seebereich nördlich vom Darß sank die Wassertemperatur Anfang Februar unter 0 °C, in Arkona Becken lag sie im Februar und im März knapp über 0 °C. Im offenen Bereich der Deutschen Bucht bestand zu keinem Zeitpunkt während des Winters 2009/10 die Möglichkeit der Eisbildung, vgl. Abbildung 1.9.

Eisverhältnisse

Der Verlauf des Eiswinters 2009/10 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten ist in der Abbildung A1.1 im Anhang dargestellt. In den Tabellen A1.1 und A1.2 des Anhangs sind die wichtigsten Eisparameter zusammengefasst.

Das erste Eis bildete sich in den östlichen Bodengewässern am 16. Dezember 2009, in den inneren Fahrwassern der westlichen Ostsee um den 20. Dezember und an der nordfriesischen Küste sowie auf der Unterelbe zwischen dem 16. und dem 23. Dezember (Abbildung 1.10). Infolge des Weihnachtstauwetters stagnierte die Eisentwicklung an der Ostseeküste, an der Nordseeküste verschwand das dünne Eis vollständig. Die Eisbildung begann erneut Anfang Januar im Osten, breitete sich rasch westwärts auf geschützt liegende innere Bereiche aus (siehe Abbildung 1.11) und setzte sich in allen Abschnitten ohne Unterbrechungen bis Mitte Februar fort. Ende Januar trat Neueis auch an den Außenküsten auf, die Pommersche Bucht war zu diesem

In the southern part of Kiel Bight and in the sea area north of the Darß peninsula, water temperatures dropped below 0 °C in early February, and temperatures in the Arkona Basin were just above 0 °C in February and March. Conditions allowing ice to form in the German Bight offshore waters never existed at any time in the winter of 2009/10; cf. figure 1.9.

Ice conditions

The development of the ice winter of 2009/10 on the German North and Baltic Sea coasts is shown in figure A1.1 in the Annex. The essential ice parameters have been compiled in Tables A1.1 and A1.2 in the Annex.

First ice formed in the eastern bodden waters on 16 December 2009, in the inner navigation channels of the western Baltic Sea around 20 December, and on the North Frisian coast and Lower Elbe between 16 and 23 December; cf. figure 1.10. Because of thawing temperatures over Christmas, ice development in the Baltic Sea stagnated, and the thin ice cover that had formed in the North Sea coastal waters disappeared completely. Ice formation resumed in the eastern waters in early January and spread quickly westward on the sheltered inner coastal waters (cf. figure 1.11). Ice formation continued until mid-February. By the end of January, new ice had also formed on the outer coasts, and the Pomeranian Bight was completely covered with ice.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 83

Nr. 1
Rostock, den 23.12.2009

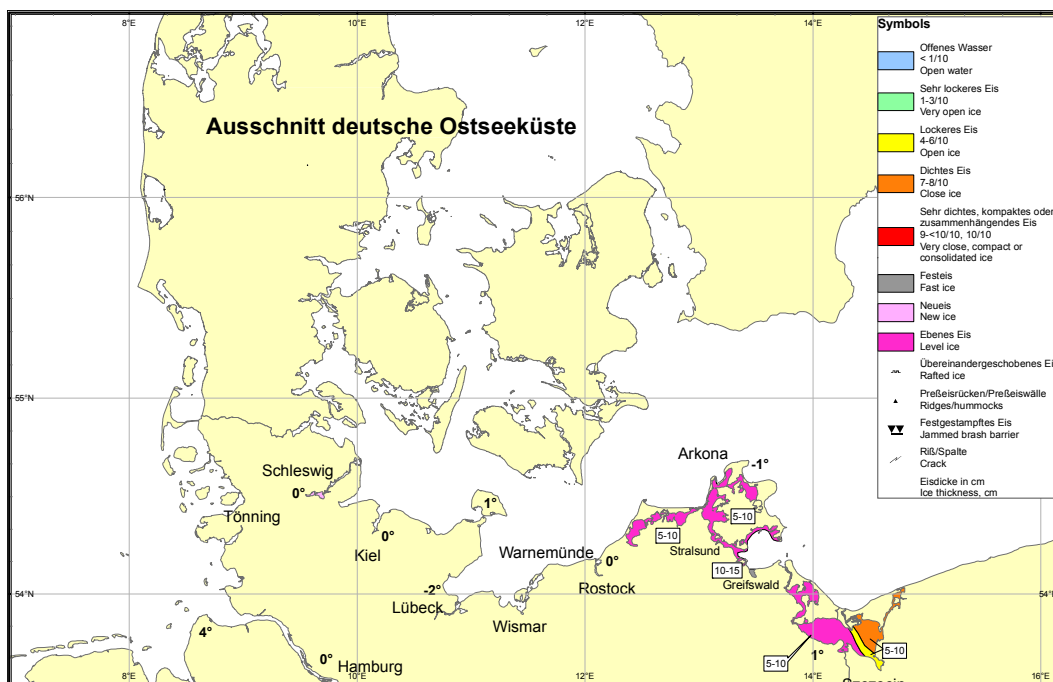


Abbildung 1.10: Beginn der Eisbildung an der deutschen Ostseeküste
Figure 1.10: Beginning of ice formation on the German Baltic coast

Zeitpunkt bereits vollständig mit Eis bedeckt. Kräftiger Schneefall Anfang Februar verursachte eine großflächige Bildung von Eis- und Schneeschlamm auf See in der Kieler und Mecklenburger Bucht, der in den kalten Nächten teilweise zusammenfrohr. Wind und Wasserbewegung verhinderten jedoch die Bildung einer geschlossenen Eisdecke.

Zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung am 17. Februar 2010 (Abbildung 1.12) waren alle inneren Gewässer den deutschen Nord- und Ostseeküsten mit Eis bedeckt. Weiter außerhalb trat Eis in der Pommerschen Bucht, in der Lübecker Bucht, im Fehmarnsund und in den Wattenbereichen der Nordsee auf. Die maximalen Eisdicken des thermisch gewachsenen Eises erreichten an der Ostseeküste Werte zwischen 15 und 35 cm in den östlichen Boddengewässern, zwischen 10 und 30 cm in den westlichen inneren Fahrwassern und zwischen 5–15 cm im Nord-Ostsee-Kanal sowie im Seegebiet. Für den Wattenbereich der Nordsee und deren Zuflüsse ist der Begriff der „thermisch gewachsenen Eisdicke“ nicht anwendbar. Durch den Tideeinfluss auf diese Gebiete wird das Eis zusammen- und übereinander geschoben, das bei kalter Witterung zu dickeren Schollen zusammen frieren kann. So erreichten die Dicken des ebenen Eises im Winter 2009/10 Werte von 15–50 cm an der nordfriesischen Küste, von 5–30 cm auf der Elbe und überwiegend 5–15 cm an der ostfriesischen Küste. Es wurden aber auch Aufschiebungen und Aufpressungen, sowie einzelne Eisblöcke mit einer Höhe von 60 cm bis 2 m beobachtet. In den inneren Fahrwassern und küstennahen Bereichen der Ostsee wurde das Eis durch häufige starke Winde an den Luvküsten, am Festeisrand oder auf Untiefen bis zu 2 m Höhe zusammengeschoben bzw. aufgedrückt, so zum Beispiel an der Küste von Darß und Zingst oder im Greifswalder Bodden, siehe Fotos unten.

In der dritten Februardekade setzte sich mit südwestlichen Winden nach und nach wärmere Luft in den Küstenregionen durch und leitete den Eisrückgang ein. Die Nordseeküste, die Nordseezuflüsse und der Nord-Ostsee-Kanal waren am 7. März, die Gewässer an der Ostseeküste von Schleswig-Holstein am 20. März und die Boddengewässer an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern am 25. März vollkommen eisfrei. Die Anzahl der Tage mit Eis variierte von Bereich zu Bereich erheblich: Das Eis trat auf der Weser bei Brake nur 1 Tag auf, aber 96 Tage im Hafen Neuendorf auf Hiddensee. Nur wenige Stationen, die meisten davon in der Deutschen Bucht, blieben im Winter 2009/10 vollkommen eisfrei.

Strong snowfall in early February led to the formation of large areas of grease ice and slush in the offshore waters of the Kiel and Mecklenburg Bights, parts of which froze and formed aggregates during the cold nights. However, the formation of a closed ice cover was prevented by wind and water motion.

At the time of maximum ice development, on 17 February 2010 (figure 1.12), all inner waters of the German North and Baltic Sea coasts were covered with ice. In the outer coastal waters, ice occurred in the Bay of Lübeck, Fehmarnsund, and in the Wadden Sea areas of the North Sea. Maximum thermal ice growth on the Baltic Sea coast was 15–35 cm in the eastern bodden waters, between 10 and 30 cm in the inner coastal waters on the western Baltic coast, and between 5 and 15 cm in the Kiel Canal and offshore waters. The term „thermal ice growth“ is not suitable for the Wadden Sea areas of the North Sea including its tributaries because tidal influence in these areas causes ice rafting and ridging, which may result in the formation of thicker ice floes at freezing temperatures. In the winter of 2009/10, level ice reached thicknesses of 15–50 cm on the North Frisian coast, 5–30 cm in the river Elbe, and 5–15 cm in most parts of the East Frisian coast. Rafting and ridging were also observed, as were sporadic ice blocks of 60 cm to 2 m height. In the inner navigation channels and inshore waters of the Baltic Sea, ice ridging and rafting up to 2 m height occurred on coasts affected by frequent strong onshore winds, at the fast-ice edge, and on shoals, e.g. along the coasts of the Darß/Zingst peninsula and in the Bight of Greifswald; see photos below.

In the third decade of February, south-westerly winds brought warmer air into the coastal region, causing the ice to retreat gradually. The North Sea coast, its tributaries, and Kiel Canal were completely free of ice by 7 March, the Baltic waters of Schleswig-Holstein by 20 March, and the bodden waters along the coast of Mecklenburg-Vorpommern by 25 March. The numbers of days with ice varied considerably in the different areas: in the river Weser near Brake, ice occurred only on one day, compared to 96 days in the harbour of Neuendorf on the island of Hiddensee. Only a few stations, most of them located in the German Bight, remained free of ice throughout the winter of 2009/10.



Eisaufschiebungen im Uferbereich, Beobachtungsstation Zingst, Seegebiet (Januar 2010)
Ice rafting on the shore, Zingst observation station, sea area (January 2010)

Foto/Photo: Ingrid Lange



Aufgepresstes Eis im Greifswalder Bodden, Blick vom Thiessow in Richtung Ruden, 18.01.2010
Ridged ice in the Bight of Greifswald, view from Thiessow toward Ruden, 18.01.2010

Foto/Photo: Frank Sakuth

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 83

Nr. 21
Rostock, den 17.02.2010

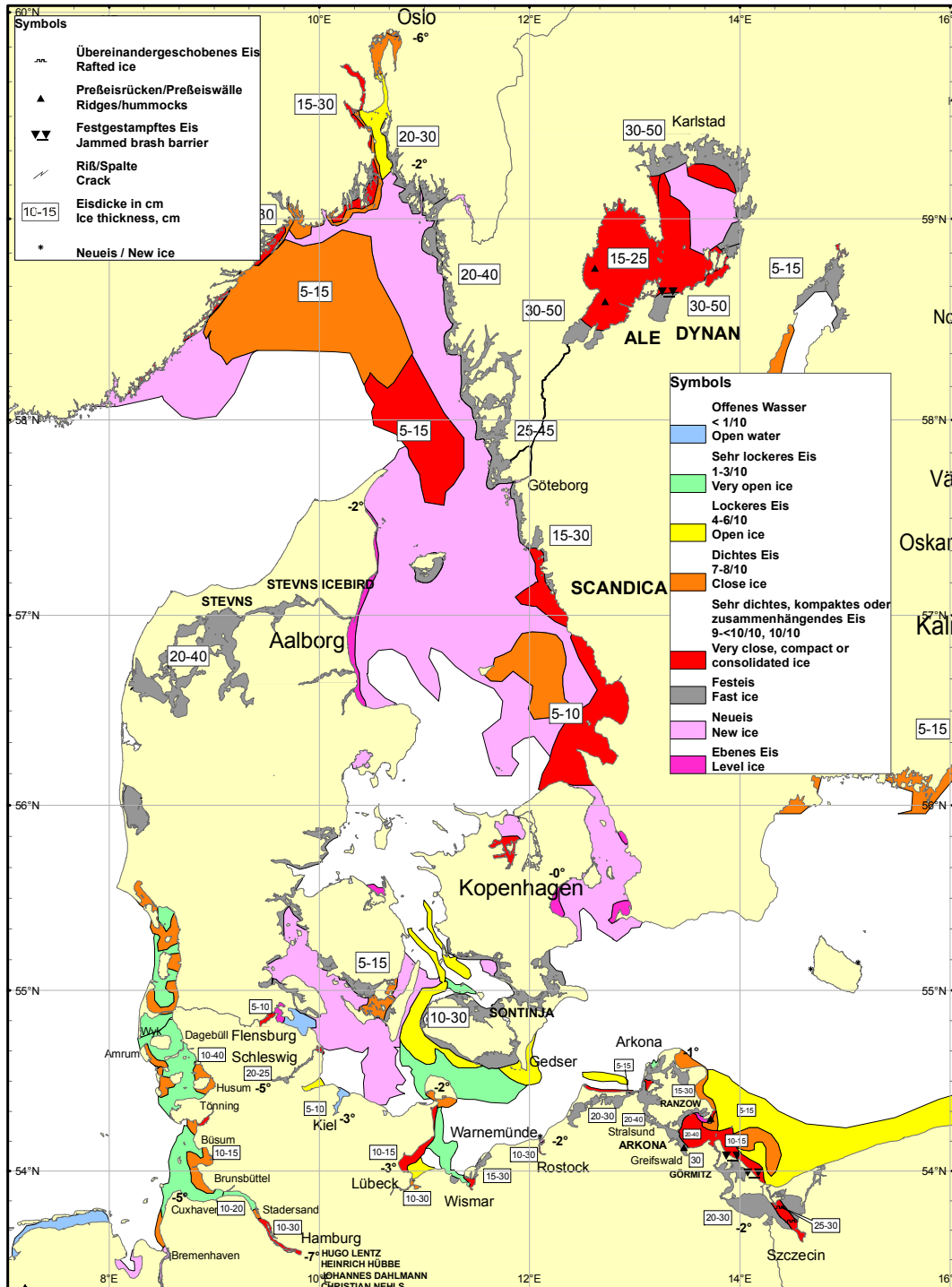


Abbildung 1.12: Eisausdehnung an den deutschen Nord- und Ostseeküsten sowie im Kattegat und Skagerrak zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung im Winter 2009/10

Figure 1.12: Ice extent on the German North and Baltic Sea coasts, and in the Kattegat and Skagerrak at the time of maximum ice development in the winter of 2009/10

Schifffahrtsverhältnisse

An der deutschen Nordseeküste wurde die große Schifffahrt auch im letzten Eiswinter nicht wesentlich behindert, Behinderungen traten vor allem im nordfriesischen Wattengebiet und auf der Unterelbe auf. Im Hafen Hamburg wurde das Eis ständig gebrochen und die Schiffe erhielten Unterstützung bei Bedarf. Der Hafen Tönning war vom 9. Januar bis 3. März geschlossen. Die Schifffahrt in den westlichen inneren Fahrwassern an der deutschen Ostseeküste musste nur an einigen Tagen unterstützt werden, z. B. im Fahrwasser nach Wismar. Größere Probleme bereitete das Eisvorkommen in den Küstengewässern Vorpommerns. Die Schifffahrt zu den Häfen Stralsund, Greifswald, Greifswald-Ladebow und Wolgast sowie der Fährverkehr zu Hiddensee verlief in den aufgebrochenen Fahrrinnen und wurde vom Mehrzweckschiff ARKONA sowie vom Seezeichenschiff GÖRMITZ und dem Tonnenleger RANZOW unterstützt. In der Zeit zwischen 4. und 25. März wurde die Durchfahrt zu den Häfen im Greifswalder Bodden und Stralsund nur für die Schiffe mit Maschinenleistung von mindestens 1000 kW empfohlen. Die Nordzufahrt nach Stralsund, der südliche Peenestrom, der Peenefluss und das Kleine Haff wurden im Zeitraum von Anfang Januar bis Ende März für die Schifffahrt geschlossen, was in diesen Gewässern bereits in mäßigen Eiswintern ganz normal ist.

Eisverhältnisse in der Nordsee, im Skagerrak und Kattegat

An der niederländischen Nordseeküste kam lockeres dünnes Eis nur an wenigen Tagen im Januar und Februar vor. Im Limfjord an der dänischen Küste bildete sich bereits Ende Dezember in geschützten Bereichen Eis, das im Verlauf des Januars zu einer Festeisdecke zusammen frohr und erst in der dritten Märzdekade vollständig verschwand; die Eisdicke erreichte Werte von 20–40 cm.

Im Skagerrak hatte es zuletzt im Winter 1995/96 nennenswerte Vereisungen mit Behinderungen für die Schifffahrt gegeben. Im Winter 2009/10 wurden kleinere Fjorde an der norwegischen Küste von Anfang Januar bis Ende März vollständig mit Eis bedeckt, einige wenige davon wurden für die Schifffahrt geschlossen. Die Eisdecke konnte ungestört bis über 50 cm wachsen. Im Fahrwasser nach Kristiansand und im Oslofjord traten zeitweise bedeutende Mengen von Eis auf.

Navigation conditions

On the German North Sea coast, commercial coastal navigation in the North Sea was hardly obstructed by ice during the past ice winter. Obstructions occurred particularly in the North Frisian tidal flats and in the Lower Elbe. In the port of Hamburg, the ice was continually broken, and assistance was provided to ships as required. The harbour of Tönning was closed from 9 January to 2 March. In the inner navigation channels of the western German Baltic coast, ships needed assistance only on a few days, for example in the approach to Wismar. Ice caused some problems in the coastal waters of Vorpommern. Ships bound for the harbours of Stralsund, Greifswald, Greifswald-Ladebow and Wolgast, as well as ferry traffic to the island of Hiddensee used channels broken by the multi-purpose vessel ARKONA, the service vessel GÖRMITZ, and the buoy tender RANZOW. In the time from 4 to 25 March, warnings were issued recommending that only vessels with a propulsion power of at least 1,000 kW should navigate the channels leading to harbours in the Bight of Greifswald and to Stralsund. The northern approach to Stralsund, the southern part of Peenestrom, the river Peene, and Kleines Haff were closed to shipping in the time from early January to the end of March. This is quite normal for this area even in moderate ice winters.

Ice conditions in the North Sea, Skagerrak, and Kattegat

On the Dutch North Sea coast, loose thin ice occurred only on a few days in January and February. In the Limfjord in Denmark, ice formed at the end of December in some sheltered areas. In the course of January, this ice developed to a solid fast ice cover the last remnants of which melted as late as the third decade of March. Ice thicknesses ranged from 20–40 cm.

In the Skagerrak, the last winter with major ice formation and obstructions to shipping was 1995/96. In the winter of 2009/10, some small fjords on the Norwegian coast were completely covered with ice from early January to late March, and a few of them were closed to shipping. Left undisturbed, the ice cover in places reached thicknesses over 50 cm. Major quantities of ice occurred temporarily in the navigation channel to Kristiansand and in the Oslofjord. In

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISÜBERSICHTSKARTE
Jahrgang 83

Nr. 25
Rostock, den 08.03.2010

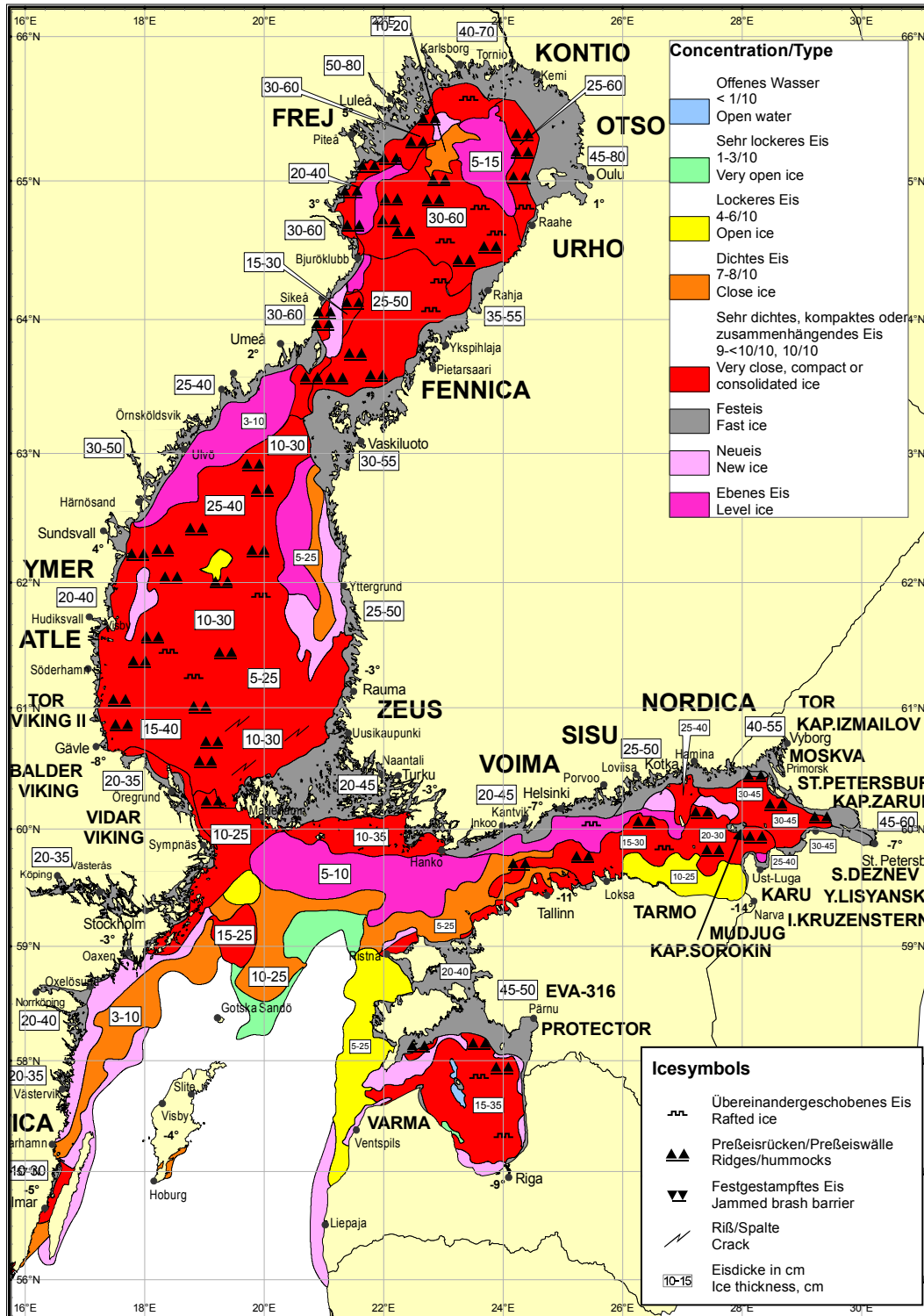


Abbildung 1.13: Eisübersichtskarte vom 8. März 2010 mit der maximalen Eisausdehnung
Figure 1.13: General ice map of 8 March 2010 with maximum ice extent

Im Februar trieben vor der Küste Streifen mit Eis, die nur von stärkeren Schiffen mit Eisklasse durchfahren werden konnten.

In kleineren Häfen und Fjorden an der dänischen Küste im Kattegat wuchs das Eis auf 10–30 cm Dicke an. In den Schären und geschützten Buchten der schwedischen Küste nördlich von Göteborg lag Mitte Februar 20–45 cm, südlich davon 10–25 cm dickes Festeis. Auf See sowie in den Belten und im Sund kamen Bereiche mit dünnem Eis oder Neueis vor.

Der **Vänernsee** war von Mitte Februar bis fast Ende März vollständig mit Eis bedeckt: Die maximale Dicke des Schärenfesteises erreichte Werte zwischen 30 und 50 cm, auf See kam sehr dichtes 15–25 cm dickes Eis vor.

Eisverhältnisse in der westlichen und südlichen Ostsee

Der Höchststand der Eisentwicklung wurde Mitte Februar erreicht. Zu diesem Zeitpunkt trat in den dänischen Gewässern der **westlichen** Ostsee in kleineren Häfen und flachen geschützt liegenden Küstenabschnitten 10–30 cm dickes Festeis auf, auf See trieb zeitweise lockeres dünnes Eis oder Neueis. Große Schiffe wurden dadurch nicht behindert. In der **südlichen** Ostsee lag im Stettiner Haff an der polnischen Küste 20–30 cm dickes Festeis, in den Häfen entlang der Küste kam dichtes bis sehr lockeres bis zu 15 cm dickes Eis oder Neueis vor. In der Pommerschen Bucht und an der Außenküste erstreckte sich ostwärts bis über Kolobrzeg hinaus ein Gürtel mit lockerem 10–15 cm dicken Eis. In der Gdansk Bucht kam außerhalb der Küste lockeres 15–30 cm dickes Eis vor.

Das Frische und das Kurische Haff waren mit 20–60 cm dickem Festeis bedeckt

Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56° N)

Das erste Eis bildete sich in den nördlichsten inneren Schären der Bottenvik Ende November. Bis Mitte Dezember setzte sich die Vereisung der Küstengewässer im nördlichen Bottnischen Meerbusen fort, aber die Eisbedeckung beschränkte sich auf die nördlichen Schären und innere

February, ice belts which only high-powered ice-class vessels were able to navigate floated off the coasts.

In smaller harbours and fjords on the Danish coast in Kattegat, the ice reached 10–30 cm thickness. In mid-February, 20–45 cm fast ice was observed in the skerries and sheltered bays of the Swedish coast north of Gothenburg, and 10–25 cm south of it. Areas with thin ice or new ice occurred in the offshore waters, and in the Belts and Sound.

*Lake **Vänern** was completely covered with ice from mid-February to late March: the maximum thickness of fast ice in the skerries ranged from 30 to 50 cm, and very close 15–25 cm thick ice occurred in offshore waters.*

Ice conditions in the western and southern Baltic Sea

*Maximum ice coverage was reached in mid-February. At this time, 10–30 cm thick fast ice occurred in the **western** Baltic Sea in some small harbours and shallow, sheltered waters on the Danish coast, and thin open ice or new ice was encountered temporarily in the offshore waters. Navigation of large vessels was not obstructed. In the **southern** Baltic Sea, 20–30 cm fast ice formed in the Szczecin Lagoon on the coast of Poland, and close to very open ice up to 15 cm thick or new ice occurred in the coastal harbours. In the Pomeranian Bight and on the outer Baltic coast, a belt of 10–15 cm thick ice extended eastward beyond Kolobrzeg. In the Gulf of Gdansk, open 15–30 cm thick ice occurred farther offshore.*

Vistula Lagoon and Courland Lagoon were covered with 20–60 cm thick fast ice.

Ice conditions in the northern Baltic Sea (north of 56° N)

First ice formed in the northernmost inner skerries of the Bay of Bothnia at the end of November. Ice formation on the coastal waters in the northern Gulf of Bothnia continued until mid-December, but the ice cover was limited to the northern skerries and sheltered inner areas of

Bereiche der kleineren Buchten weiter südlich. Im östlichen Finnischen Meerbusen begann die Eisbildung in der 2. Dezemberdekade. Trotz des um 2–3 Wochen verspäteten Beginns verlief die Eiszunahme in allen Bereichen ab Mitte Januar ganz normal. Die Eisbedeckung und die Eisdicken nahmen bis Mitte März kontinuierlich zu und entsprachen zu jeder Zeit der Eisentwicklung in einem mäßigen Eiswinter. Der Höhepunkt des Eisvorkommens im nördlichen Ostseeraum wurde um den 8. März erreicht: Der Bottnische, Finnische und Rigaische Meerbusen waren vollständig mit Eis bedeckt, die südliche Eisgrenze verlief etwa auf der Breite $58^{\circ} 30' N$, und entlang der schwedischen und lettischen (baltischen) Küsten erstreckten sich bis zu 40 Seemeilen breite Gürtel mit dünnem Eis, vgl. Eiskarte in der Abbildung 1.13. Das Festeis in den Schären der Bottenvik war zu dieser Zeit 40–80 cm dick, in der Bottensee 20–50 cm, im östlichen Finnischen Meerbusen 40–60 cm, im westlichen Finnischen Meerbusen und im Schärenmeer 20–45 cm, im Rigaischen Meerbusen 20–50 cm und in den Schären der mittleren Ostsee 20–40 cm dick. Auf See erreichten die Dicken des ebenen Eises Werte von 30–60 cm in der Bottenvik, von 10–40 cm in der Bottensee, von 10–25 cm im Ålandsee, von 15–45 cm im Finnischen Meerbusen und von 15–35 cm im Rigaischen Meerbusen.

Zu diesem Zeitpunkt waren insgesamt 30 Eisbrecher im Einsatz. Die Schifffahrt wurde in allen Seebereichen durch Bildung von Presseisrücken, Pressungen im Eis sowie Eiszusammenschiebungen an den Luvküsten und an den Eisrändern oft erschwert. Besonders häufig traten die Behinderungen im Nordteil der Bottenvik und an der finnischen Küste des Bottnischen Meerbusens auf. Anfang März saßen in der Ålandsee ca. 50 Schiffe fest, darunter auch große Passagierschiffe, was ein großes Presseecho hervorrief. In diesem Gebiet waren Eispressungen aufgetreten, vor denen aber alle Eisdienste rechtzeitig gewarnt hatten.

Ende März setzte vom Süden her der jahreszeitliche Eisrückgang ein und verlief langsam, aber unspektakulär. Das letzte Treibeis im zentralen Seegebiet der Bottenvik hat sich Ende Mai zum durchschnittlichen Termin aufgelöst. Ausgehend von der maximalen Eisausdehnung (ca. 240 000 km²) und der finnischen Klassifizierung der Eiswinter (Seinä und Palosuo, 1996) gehört die Eissaison 2009/10 im nördlichen Ostseeraum zur Kategorie der mäßigen Eiswinter.

small bays farther south. In the eastern part of the Gulf of Finland, ice began to form in the second decade of December. Although the beginning of ice formation was 2–3 weeks later than normal, the ice increase from mid-January was normal in all areas. Ice cover and ice thicknesses increased continuously until mid-March, showing the development typical of a moderate ice winter at any time in the course of ice growth. The maximum ice extent in the northern Baltic Sea area was reached around 8 March: the Gulfs of Bothnia, Finland and Riga were covered completely with ice; the southern ice limit was located approximately at latitude $58^{\circ} 30' N$, and a 40 nm wide belts of thin ice extended along the Swedish and Latvian (Baltic) coasts; cf. ice map in figure 1.13. At this time, fast ice in the skerries in the Bay of Bothnia was 40–80 cm thick, 20–50 cm in the Sea of Bothnia, 40–60 cm in the eastern Gulf of Finland, 20–45 cm in the western Gulf of Finland and in the Archipelago Sea, 20–50 cm in the Gulf of Riga, and 20–40 cm in the skerries in the central Baltic Sea. In the open sea, level ice reached thicknesses of 30–60 cm in the Bay of Bothnia, 10–40 cm in the Sea of Bothnia, 10–25 cm, in the Åland Sea, 15–45 cm in the Gulf of Finland, and 15–35 cm in the Gulf of Riga.

Around this time, 30 icebreakers were operating in the Baltic Sea. Navigation in all sea areas was obstructed by ice hummocks, ridging, and rafting on windward coasts and at the ice edges. Obstructions were particularly widespread in the northern part of the Bay of Bothnia, and on Finland's coast of the Gulf of Bothnia. In early March 2010, about 50 ships which were ice-locked in the Åland Sea, among them big passenger vessels, received wide publicity. The cause was ice pressure, of which all Ice Services had warned in time.

At the end of March, the seasonal ice retreat began in the south and continued slowly but unspectacularly. The last drift ice in the central part of the Bay of Bothnia melted in late May, which is the average time for the ice melt. Taking into account the maximum ice extent (about 240 000 km²) and the Finnish classification of ice winters (Seinä and Palosuo, 1996), the 2009/10 ice season in the northern part of the Baltic Sea has been classified as a moderate ice winter.

Zusammenfassung

Insgesamt kann man den Eiswinter 2009/10 als einen mäßigen Eiswinter bezeichnen. Zwar war dies der erste Winter seit 13 Jahren (seit dem Winter 1995/96) mit Eisbildung im Seebereich der westlichen Ostsee, aber die produzierte Eismenge und Dauer des Eisauftretens auf See entsprachen nicht den Eisverhältnissen in einem starken oder sehr starken Eiswinter, siehe Tabelle 1.3. Zum Vergleich sind in den Abbildungen 1.14 und 1.15 Eisverhältnisse zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung im Winter 1995/96 und im Winter 1986/87 (sehr starke Eiswinter) dargestellt.

Summary

On the whole, the ice winter of 2009/10 meets the criteria for a moderate ice winter. Although this was the first winter in 13 years (since 1995/96) in which ice also formed in the offshore waters of the western Baltic Sea, the ice volume produced and the duration of offshore ice occurrence did not meet the criteria for classification as a strong or very strong ice winter, see Table 1.3. For comparison, figures 14 and 15 show the ice conditions at the time of maximum ice development in the winters of 1995/96 and 1986/87 (very strong ice winters), respectively.

Eiswintertyp Anzahl (%)	Gebiet	Vereisungsdauer	Eisdicke vorwiegend	Bedeckungsgrad vorwiegend
sehr schwach bis schwach 18 (45 %)	innere Küstengewässer Außenküste	1–4 Wochen bis 3 Tage	5–10 cm bis 5 cm	6/10–8/10 1/10–3/10
mäßig 14 (35 %)	innere Küstengewässer Außenküste	3–10 Wochen bis 3 Wochen	10–30 cm bis 10 cm	10/10 6/10–8/10
stark 2 (5 %)	innere Küstengewässer Außenküste, offene See	6–12 Wochen 2–10 Wochen	20–30 cm 15–25 cm	10/10 6/10–10/10
sehr stark 5 (12 %)	innere Küstengewässer Außenküste, offene See	2–3,5 Monate 1,5–3 Monate	30–50 cm 30–40 cm	10/10 9/10–10/10
extrem stark 1 (2 %)	innere Küstengewässer Außenküste, offene See	3–5 Monate 2–3,5 Monate	50–70 cm 50–70 cm	10/10 9/10–10/10

Tabelle 1.3. Charakteristische Merkmale der Eiswintertypen im deutschen Ostseebereich (Anzahl und % sind im Zeitraum 1961–2000 angegeben)

Type of ice winter Occurrence (%)	Area	Duration of ice	Ice thickness predominantly	Ice concentration predominantly
very weak to weak 18 (45 %)	Inner coastal waters, Outer Baltic coast	1–4 weeks up to 3 days	5–10 cm bis 5 cm	6/10–8/10 1/10–3/10
moderate 14 (35 %)	Inner coastal waters, Outer Baltic coast	3–10 weeks up to 3 weeks	10–30 cm bis 10 cm	10/10 6/10–8/10
strong 2 (5 %)	Inner coastal waters, Outer Baltic coast, open sea	6–12 weeks 2–10 weeks	20–30 cm 15–25 cm	10/10 6/10–10/10
very strong 5 (12 %)	Inner coastal waters Open sea	2–3.5 months 1.5–3 months	30–50 cm 30–40 cm	10/10 9/10–10/10
extremely strong 1 (2 %)	Inner coastal waters Open sea	3–5 months 2–3.5 months	50–70 cm 50–70 cm	10/10 9/10–10/10

Table 1.3. Characteristic features of ice winter types in the German Baltic Sea region (Occurrence and percentage of winter types are given for the period 1961–2000)

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 69

Nr. 9
Rostock, den 14.02.1996

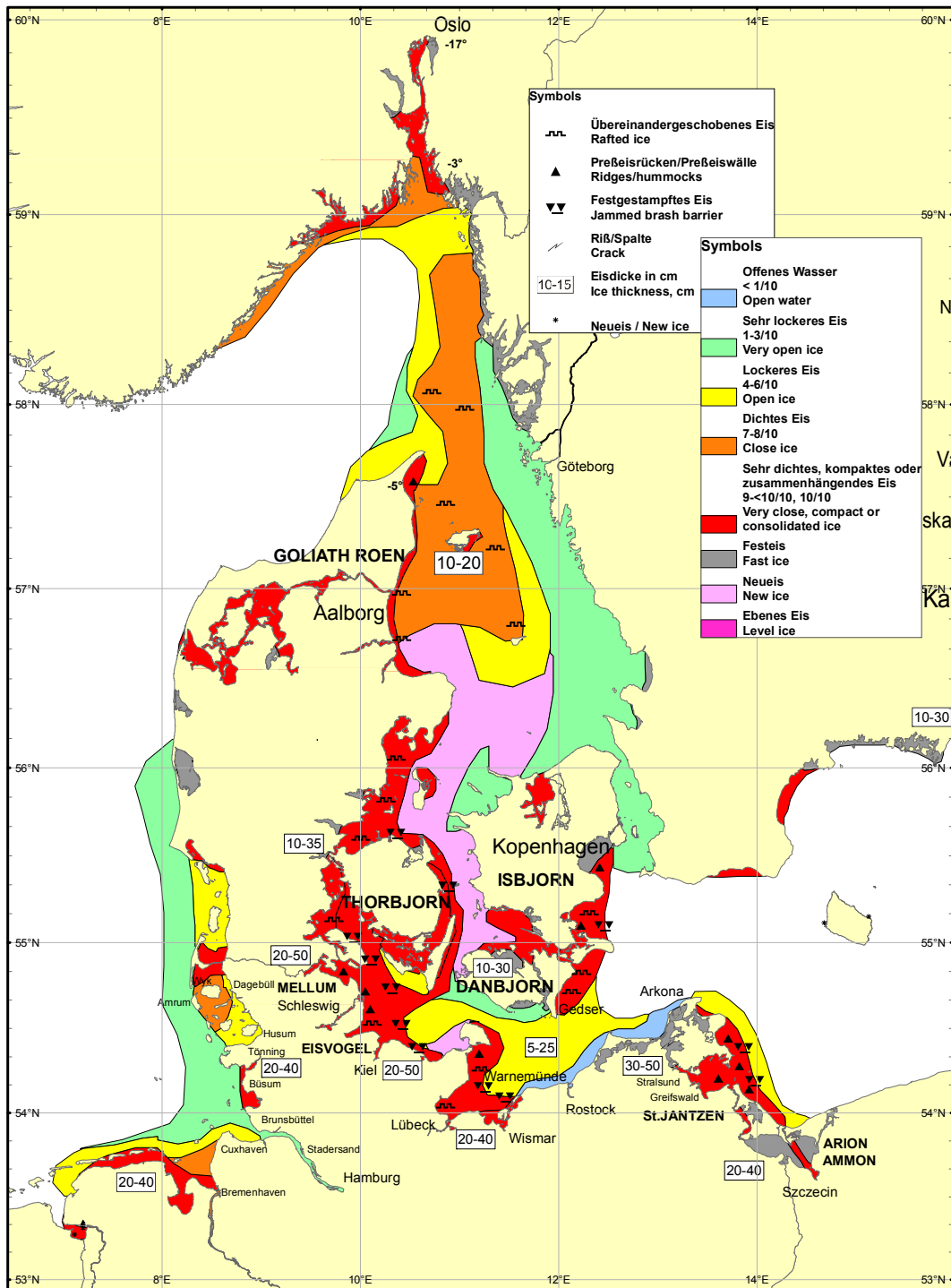


Abbildung 1.14: Eisverhältnisse in der westlichen Ostsee, im Kattegat und Skagerrak im sehr starken Eiswinter 1995/96 am 14. Februar

Figure 1.14: Ice conditions in the western Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak in the very strong ice winter of 1995/96, on 14 February

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISÜBERSICHTSKARTE

vom 13.03.1987

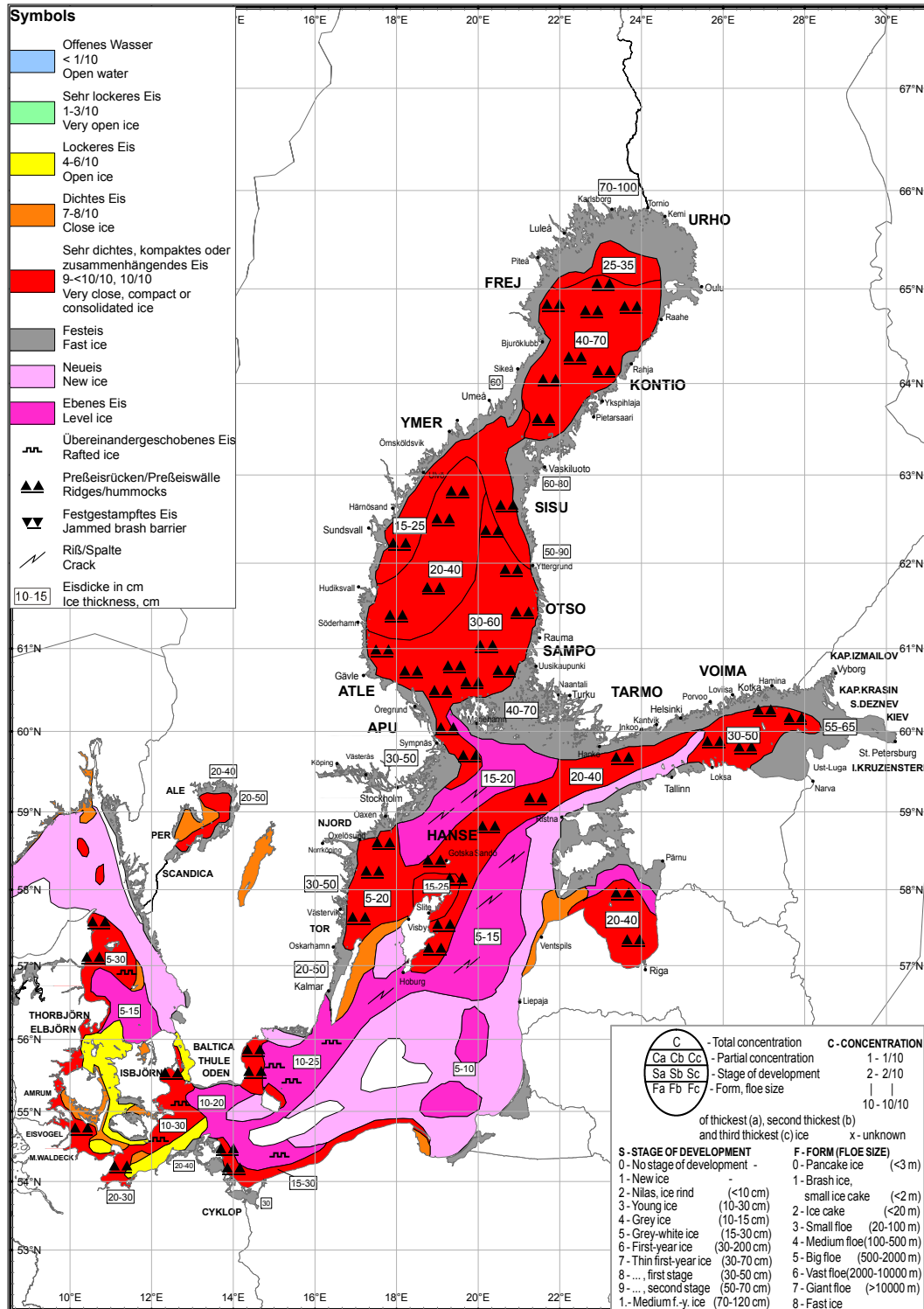


Abbildung 1.15: Eisverhältnisse in der Ostsee im sehr starken Eiswinter 1986/87 am 13. März
Figure 1.15: Ice conditions in the Baltic Sea in the very strong ice winter of 1986/87, on 13 March

Über die Eislage und voraussichtliche Eisentwicklung in der gesamten Ostsee und in den deutschen Küstengewässern im Eiswinter **2009/10** hat das BSH informiert mit:

- 111 Eisberichten (täglich herausgegebenes, kostenpflichtiges Amtsblatt),
- 47 Eisübersichtskarten (zweimal wöchentlich als Anlage zu den Eisberichten),
- 90 German Ice Reports (internationaler Austausch bei Vereisung deutscher Fahrwasser),
- ca. 350 NAVTEX-Meldungen (in deutscher und englischer Sprache für die deutsche Nordsee- und Ostseeküste),
- 68 Eisberichten „Deutsche Ostseeküste“ (detaillierte Eislagebeschreibung für dt. Nutzer),
- 32 Eiskarten für die westliche Ostsee, Kattegat und Skagerrak,
- 35 Ice Charts (Radiofax-Karten für die westliche Ostsee, Kattegat und Skagerrak),
- 21 speziellen Eiskarten (verschiedene Ausschnitte für die deutsche Ostseeküste),
- 24 Wochenberichten (zur Information des BMVBW und für MURSYS),

sowie mit zahlreichen individuellen Auskünften und Beratungen.

*In the ice winter of **2009/10**, the BSH issued the following publications showing the ice situation and expected ice development in the entire Baltic Sea and German coastal waters:*

- 111 ice reports (official daily journal, available at a fee),*
 - 47 general ice charts (twice weekly, as an attachment to the ice reports),*
 - 90 German Ice Reports (international exchange, published when ice has formed on the German navigation channels),*
 - about 350 NAVTEX reports (in German and English for the German North and Baltic Sea coasts),*
 - 68 ice reports "German Baltic Sea coast" (detailed description of the ice situation for German users),*
 - 32 Ice Charts for the western Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak,*
 - 35 Ice Charts (Radiofax-Charts for the western Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak),*
 - 21 special ice charts (sections of the German Baltic Sea coast),*
 - 24 weekly reports (information to Ministry of Transport, Building and Urban Affairs, and to MURSYS),*
- information provided to individual users.*

Anhang/Appendix

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Beginn des Eisauftritts <i>Beginning of ice occurrence</i>	Ende des Eisauftritts <i>End of ice occurrence</i>	Anzahl der Tage mit Eis <i>Number of days with ice</i>	Max. Dicke des ebenen Eises, cm <i>Max. ice thickness, cm</i>
Holtenau, Kanalzufahrt	26.01.10	20.02.10	17	5–10
Kanal, Holtenau – Rendsburg	25.01.10	02.03.10	37	15
Kanal, Rendsburg – Fischerhütte	22.01.10	01.03.10	39	15
Kanal, Fischerhütte – Brunsbüttel	22.01.10	25.02.10	34	5–10
Brunsbüttel, Kanalzufahrt	15.01.10	28.02.10	43	15–20
Dagebüll, Hafen	16.12.09	08.03.10	44	10–20
Dagebüller Fahrwasser	16.12.09	22.02.10	37	10–20
Wyk auf Föhr, Hafen	09.01.10	26.02.10	45	30–50
Wyk auf Föhr, Norderaue	09.01.10	22.02.10	41	30–50
Amrum, Hafen Wittdün	22.12.09	28.02.10	63	30–50
Amrum, Vortrapptief	09.01.10	28.02.10	49	30–50
Amrum, Schmaltief	09.01.10	28.02.10	49	30–50
Husum, Hafen	20.12.09	26.02.10	58	30
Husum, Au	20.12.09	26.02.10	56	15–30
Nordstrand, Hever	09.01.10	23.02.10	40	30
Tönning, Hafen	18.12.09	06.03.10	74	30
Eiderdamm, Seegebiet	21.12.09	07.03.10	68	15–20
Büsum, Hafen	20.12.09	26.02.10	62	10–15
Büsum, Norderpiep	21.12.09	25.02.10	57	10–30
Büsum, Süderpiep	23.12.09	25.02.10	54	10–30
Harburg, Elbe	22.12.09	22.02.10	52	15–30
Hamburg, Elbbrücken-Kehrwieder	22.12.09	23.02.10	56	5–30
Hamburg-Landungsbrücken, Elbe	23.12.09	23.02.10	55	5–30
Altona, Elbe	23.12.09	23.02.10	55	5–30
Stadersand, Elbe	07.01.10	25.02.10	48	30–50
Glückstadt, Hafen u. Einfahrt	05.01.10	24.02.10	48	15–30
Glückstadt, Elbe	11.01.10	24.02.10	43	10–30
Brunsbüttel, Elbe	13.01.10	28.02.10	46	30
Cuxhaven, Hafen u. Einfahrten	20.12.09	26.02.10	57	15–30
Cuxhaven, Elbe	21.12.09	26.02.10	30	20
Cuxhaven – Neuwerk	16.01.10	25.02.10	26	15
Neuwerk, Elbe	15.01.10	18.01.10	4	5–10
Bremen, Weser	09.01.10	29.01.10	5	5
Brake, Weser	12.01.10	12.01.10	1	< 5
Bremerhaven, Weser	14.01.10	20.02.10	28	15
Wilhelmshaven, Tankerlöschbrücke	14.01.10	20.02.10	22	10–15
Schillig, Jadegebiet	16.01.10	20.02.10	15	10–15
Wangerooge, Watten	14.01.10	21.02.10	20	10–15
Wangerooge, Harle	14.01.10	21.02.10	20	5–10
Norderney, Watten	14.01.10	18.02.10	21	15–20
Norderney, Seegat	26.01.10	16.02.10	4	< 5
Papenburg – Emden	05.01.10	21.02.10	34	5–10
Emden, Neuer Binnenhafen	03.01.10	06.02.10	28	7
Emden, Ems und Außenhafen	05.01.10	22.02.10	39	10–15
Ems, Emden – Randzelgat	04.01.10	22.02.10	37	15–30
Borkum, Randzelgat	13.01.10	22.02.10	20	10
Borkum, Westerems	26.01.10	21.02.10	13	10

Tabelle A1.1: Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2009/10
Table A1.1: Ice conditions on the German North Sea Coast in the winter of 2009/10

Beobachtungsstationen Observations stations	Beginn des Eisauftretens Beginning of ice occurrence	Ende des Eisauftretens End of ice occurrence	Anzahl der Tage mit Eis Number of days with ice	Max. Dicke des ebenen Eises, cm Max. ice thickness, cm
Kamminke, Hafen und Umgebung	19.12.09	25.03.10	95	34
Ueckermünde, Hafen	19.12.09	01.03.10	67	15–30
Ueckermünde, Hf.-Ueckermündung	07.01.10	28.02.10	53	15–30
Ueckermünde, Stettiner Haff	19.12.09	26.03.10	92	15–30
Karnin, Stettiner Haff	19.12.09	18.03.10	90	15–20
Karnin, Peenestrom	19.12.09	18.03.10	90	15–20
Anklam, Hafen	20.12.09	18.03.10	89	17
Anklam, Hafen – Peenestrom	20.12.09	18.03.10	89	19
Brücke Zecherin, Peenestrom	19.12.09	20.03.10	92	20–25
Rankwitz, Peenestrom	17.12.09	14.03.10	88	19
Warthe, Peenestrom	19.12.09	23.03.10	95	22
Wolgast – Peenemünde	21.12.09	15.03.10	58	15–30
Peenemünde – Ruden	21.12.09	17.03.10	61	15–30
Koserow, Seegebiet	21.01.10	26.02.10	32	10–15
Stralsund, Hafen	21.12.09	13.03.10	77	30
Stralsund – Palmer Ort	21.12.09	25.03.10	90	30
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	21.12.09	23.03.10	78	30
Greifswald-Wieck, Hafen	17.12.09	16.03.10	89	28
Dänische Wiek	16.12.09	23.03.10	98	34
Greifswald-Ladebow, Hafen	21.12.09	21.03.10	88	15–35
Osttief	21.12.09	15.03.10	48	15–30
Landtiefrinne	21.12.09	22.03.10	66	15–30
Thiessow, Boddengebiet	21.12.09	24.03.10	81	15–35
Thiessow, Seegebiet	21.12.09	24.03.10	75	34
Lauterbach, Hafen und Umgebung	20.12.09	23.03.10	94	35
Greifswalder Oie, Seegebiet östlich	15.01.10	28.02.10	43	10–25
Fährhafen Sassnitz und Umgebung	22.01.10	07.03.10	37	10–20
Fährhafen Sassnitz, Seegebiet	24.01.10	07.03.10	33	10–20
Sassnitz, Hafen und Umgebung	22.01.10	26.02.10	33	10–20
Sassnitz, Seegebiet	23.01.10	27.02.10	25	10–20
Arkona, Seegebiet	24.01.10	09.03.10	16	5–15
Stralsund – Bessiner Haken	21.12.09	22.03.10	87	30–35
Vierendehrinne	21.12.09	22.03.10	87	30–35
Barhöft – Gellenfahrwasser	21.12.09	22.03.10	66	30–35
Neuendorf, Hafen und Umgebung	18.12.09	23.03.10	96	30–35
Neuendorf, Seegebiet	20.12.09	26.02.10	38	15
Kloster, Seegebiet	19.12.09	12.02.10	18	15
Kloster, Boddengebiet	18.12.09	22.03.10	95	27
Dranske, Libbenfahrwasser	14.01.10	19.02.10	23	5–10
Dranske, Boddengebiet	20.12.09	23.03.10	94	20
Althagen, Hafen und Umgebung	19.12.09	22.03.10	94	19
Zingst, Zingster Strom	19.12.09	11.03.10	67	28–30
Zingst, Seegebiet	25.01.10	16.02.10	18	5–10
Barth, Hafen und Umgebung	20.12.09	21.03.10	92	35
Rostock, Stadthafen	21.12.09	08.03.10	67	15–30
Rostock – Warnemünde	21.12.09	08.03.10	65	15–30
Rostock, Seehäfen	21.12.09	21.02.10	50	10–15
Warnemünde, Seekanal	08.01.10	21.02.10	22	5–10
Warnemünde, Seegebiet	28.01.10	22.02.10	22	5–10
Wismar, Hafen	16.12.09	15.03.10	75	20–30
Wismar – Walfisch	21.12.09	13.03.10	71	22
Walfisch – Timmendorf	21.12.09	11.03.10	59	15–20

Tabelle A1.2: Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2009/10

Table A1.2: Ice conditions on the German Baltic Sea Coast in the winter of 2009/10

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Beginn des Eisauftritts <i>Beginning of ice occurrence</i>	Ende des Eisauftritts <i>End of ice occurrence</i>	Anzahl der Tage mit Eis <i>Number of days with ice</i>	Max. Dicke des ebenen Eises, cm <i>Max. ice thickness, cm</i>
Timmendorf – Anst. Tonne Wismar	25.01.10	20.02.10	19	10–15
Lübeck – Travemünde	06.01.10	27.02.10	52	30
Travemünde, Hafen	23.01.10	24.02.10	31	30
Travemünde, Seegebiet	23.01.10	20.02.10	29	20
Neustadt, Hafen	04.01.10	09.03.10	47	17
Neustadt, Seegebiet	24.01.10	09.03.10	22	30
Dahmeshöved, Seegebiet	24.01.10	23.02.10	24	5–10
Fehmarnsund	25.01.10	25.02.10	27	15–30
Kiel, Binnenhafen	22.01.10	10.03.10	20	5–10
Holtenau – Laboe	22.01.10	21.02.10	31	5–10
Heiligenhafen, Hafen	04.01.10	14.03.10	70	10–30
Westermarkelsdorf, Seegebiet	26.01.10	18.02.10	11	5–15
Marienleuchte, Seegebiet	26.01.10	17.02.10	10	5–10
Fehmarnbelt, Osteingang	23.01.10	22.02.10	16	5–10
Eckernförde, Hafen	08.01.10	08.03.10	43	15
Eckernförde, Bucht	26.01.10	28.02.10	34	15
Schlei, Schleswig – Kappeln	19.12.09	20.03.10	92	20–25
Schlei, Kappeln – Schleimünde	04.01.10	16.03.10	62	13
Flensburg – Holnis	04.01.10	20.03.10	68	10–15
Falshöft, Seegebiet	26.01.10	21.02.10	7	5

Tabelle A1.2: Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2009/10 (Fortsetzung)

Table A1.2: Ice conditions on the German Baltic Sea Coast in the winter of 2009/10 (continued)

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Tage mit $K_B=2^*$ <i>Days with $K_B=2^*$</i>	Tage mit $K_B=3,5,6^*$ <i>Days with $K_B=3,5,6^*$</i>	Tage mit $K_B=8,9^*$ <i>Days with $K_B=8,9^*$</i>
Kanal, Holtenau – Rendsburg	3		
Kanal, Rendsburg – Fischerhütte	23		
Kanal, Fischerhütte – Brunsbüttel	2		
Wyk auf Föhr, Hafen	14	2	
Wyk auf Föhr, Norderaue	2		
Amrum, Hafen Wittdün	11	18	
Amrum, Vortrapptief	18	2	
Amrum, Schmaltief	12	10	
Husum, Hafen	11	23	
Husum, Au	10	7	
Nordstrand, Hever	20		
Tönning, Hafen	9	2	54
Eiderdamm, Seegebiet	5		
Büsum, Hafen	6		
Büsum, Norderpiep	6		
Büsum, Süderpiep	6		
Harburg, Elbe	7	5	
Hamburg, Elbbrücken – Kehr wieder	35		
Hamburg-Landungsbrücken, Elbe	36		

Tabelle A1.3: Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2009/10

Table A1.3: Navigation conditions on the German North Sea Coast in the winter of 2009/10

* Schlüsselzahlen nach dem Ostsee-Eiskode/Code numbers according to the Baltic Sea Ice Code

 $K_B = 2$ Schifffahrt für nichteisverstärkte Schiffe oder für Stahlschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig, für Holzschiffe sogar mit Eisschutz nicht ratsam/*Navigation difficult for low-powered vessels, for wooden vessels not advisable* $K_B = 3,5,6$ Schifffahrt ist nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich (ohne oder mit Eisbrecherunterstützung)/*Navigation is possible only for high-powered vessels of strong construction and suitable for navigation in ice (without or with ice breaker assistance)* $K_B = 8,9$ Schifffahrt ist vorübergehend eingestellt oder hat aufgehört/*Navigation is temporarily closed or has ceased*

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Tage mit $K_B=2^*$ <i>Days with $K_B=2^*$</i>	Tage mit $K_B=3,5,6^*$ <i>Days with $K_B=3,5,6^*$</i>	Tage mit $K_B=8,9^*$ <i>Days with $K_B=8,9^*$</i>
Altona, Elbe	36		
Stadersand, Elbe	17	23	
Glückstadt, Hafen u. Einfahrt	8	4	
Glückstadt, Elbe	7	8	
Brunsbüttel, Elbe	12	1	
Cuxhaven, Elbe	2		
Wilhelmshaven, Tankerlöschbrücke	4		
Wangerooge, Watten	5	2	
Norderney, Watten	3		
Emden, Ems und Außenhafen	5		
Ems, Emden – Randzelgat	1		
Borkum, Randzelgat	1		

Tabelle A1.3: Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2009/10 (Fortsetzung)
Table A1.3: Navigation conditions on the German North Sea Coast in the winter of 2009/10 (continued)

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Tage mit $K_B=2^*$ <i>Days with $K_B=2^*$</i>	Tage mit $K_B=3,5,6^*$ <i>Days with $K_B=3,5,6^*$</i>	Tage mit $K_B=8,9^*$ <i>Days with $K_B=8,9^*$</i>
Kamminke, Hafen und Umgebung			93
Ueckermünde, Hafen	9		44
Ueckermünde, Hafen – Ueckermündung	6	30	
Ueckermünde, Stettiner Haff	12		78
Karnin, Stettiner Haff			69
Karnin, Peenestrom			69
Anklam, Hafen	9		62
Anklam, Hafen – Peenestrom	9		62
Brücke Zecherin, Peenestrom	4	4	70
Rankwitz, Peenestrom	14		63
Warthe, Peenestrom	6	1	73
Wolgast – Peenemünde	2	23	
Peenemünde – Ruden	8	25	
Koserow, Seegebiet	13	12	
Stralsund, Hafen	10	39	
Stralsund – Palmer Ort	12	44	
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	8	40	
Greifswald-Wieck, Hafen	16	32	
Dänische Wiek	24	63	
Greifswald-Ladebow, Hafen	5	24	
Osttief	4	24	
Landtiefrinne	1	26	
Thiessow, Boddengebiet	29	27	
Thiessow, Seegebiet	20	15	
Lauterbach, Hafen und Umgebung	5	68	
Greifswalder Oie, Seegebiet östlich	12	13	
Fährhafen Sassnitz und Umgebung	8		
Fährhafen Sassnitz, Seegebiet	4		
Sassnitz, Seegebiet	2		

Tabelle A1.4: Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2009/10
Table A1.4: Navigation conditions on the German Baltic Sea Coast in the winter of 2009/10

* Schlüsselzahlen nach dem Ostsee-Eiskode/*Code numbers according to the Baltic Sea Ice Code*

- $K_B = 2$ Schifffahrt für nichteisverstärkte Schiffe oder für Stahlschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig, für Holzschiffe sogar mit Eisschutz nicht ratsam/*Navigation difficult for low-powered vessels, for wooden vessels not advisable*
- $K_B = 3,5,6$ Schifffahrt ist nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich (ohne oder mit Eisbrecherunterstützung)/*Navigation is possible only for high-powered vessels of strong construction and suitable for navigation in ice (without or with ice breaker assistance)*
- $K_B = 8,9$ Schifffahrt ist vorübergehend eingestellt oder hat aufgehört/*Navigation is temporarily closed or has ceased*

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Tage mit $K_B=2^*$ <i>Days with $K_B=2^*$</i>	Tage mit $K_B=3,5,6^*$ <i>Days with $K_B=3,5,6^*$</i>	Tage mit $K_B=8,9^*$ <i>Days with $K_B=8,9^*$</i>
Stralsund – Bessiner Haken	16		59
Vierendehlrinne	3	13	59
Barhöft – Gellenfahrwasser	3		51
Neuendorf, Hafen und Umgebung	1	82	9
Neuendorf, Seegebiet		10	
Kloster, Seegebiet	1		
Kloster, Boddengebiet	2	47	43
Dranske, Boddengebiet	4	45	11
Althagen, Hafen und Umgebung			92
Zingst, Zingster Strom	11	24	
Barth, Hafen und Umgebung	12	13	61
Rostock, Stadthafen	25	32	
Rostock – Warnemünde	12	27	
Wismar, Hafen	18	16	
Wismar – Walfisch	45	2	
Walfisch – Timmendorf	26	4	
Timmendorf – Anst. Tonne Wismar	2		
Lübeck – Travemünde	10		
Neustadt, Hafen	30		
Neustadt, Seegebiet	11	3	
Heiligenhafen, Hafen	20	1	
Eckernförde, Hafen	1		
Schlei, Schleswig – Kappeln	12	2	61
Schlei, Kappeln – Schleimünde	14		
Flensburg – Holnis	21		

Tabelle A1.4: Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2009/10 (Fortsetzung)
Table A1.4: Navigation conditions on the German Baltic Sea Coast in the winter of 2009/10 (continued)

* Schlüsselzahlen nach dem Ostsee-Eiskode/*Code numbers according to the Baltic Sea Ice Code*

- $K_B = 2$ Schifffahrt für nichteisverstärkte Schiffe oder für Stahlschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig, für Holzschiffe sogar mit Eisschutz nicht ratsam/*Navigation difficult for low-powered vessels, for wooden vessels not advisable*
- $K_B = 3,5,6$ Schifffahrt ist nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich (ohne oder mit Eisbrecherunterstützung)/*Navigation is possible only for high-powered vessels of strong construction and suitable for navigation in ice (without or with ice breaker assistance)*
- $K_B = 8,9$ Schifffahrt ist vorübergehend eingestellt oder hat aufgehört/*Navigation is temporarily closed or has ceased*

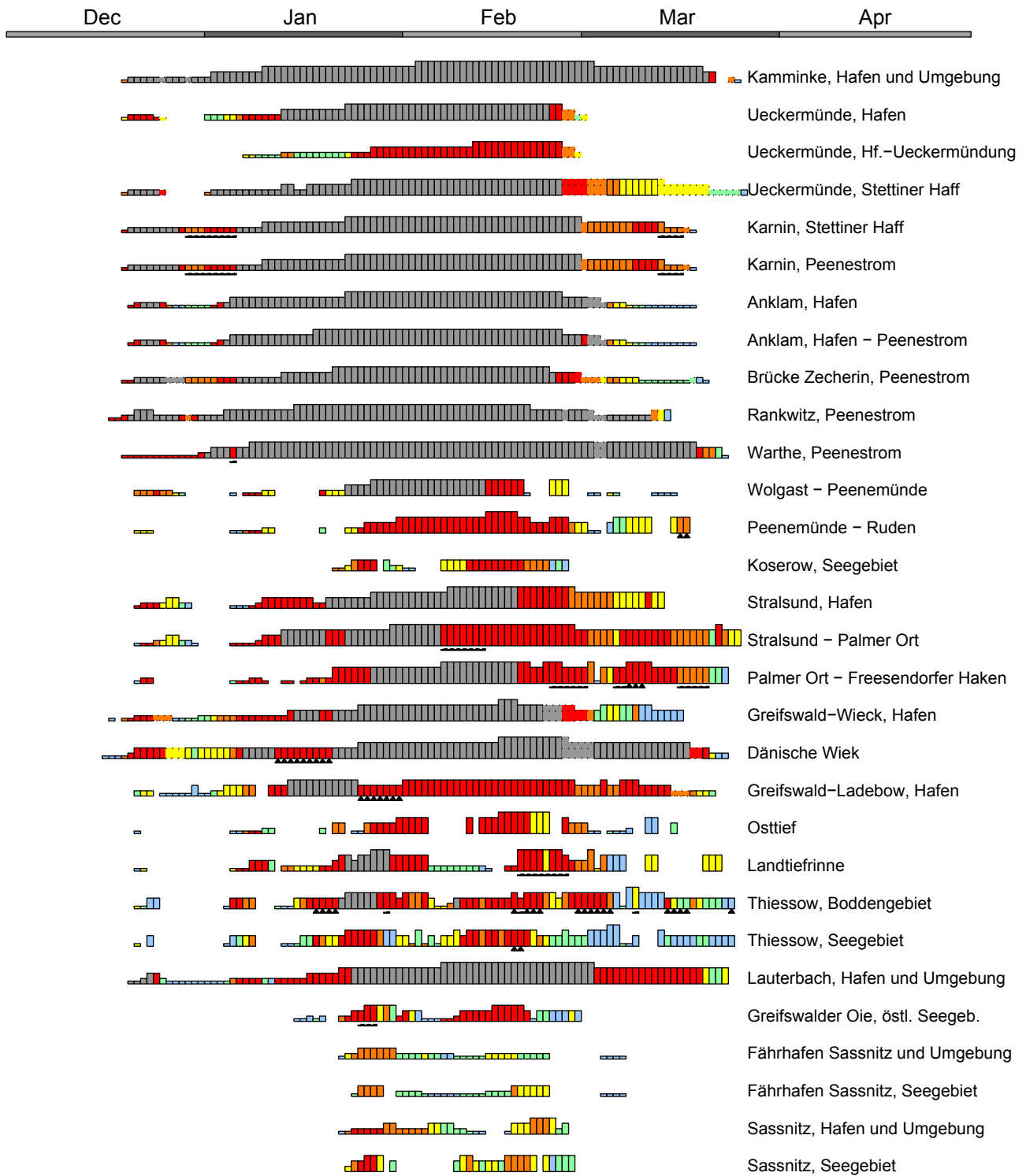


Abbildung A1.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2009/10
 Figure A1.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2009/10

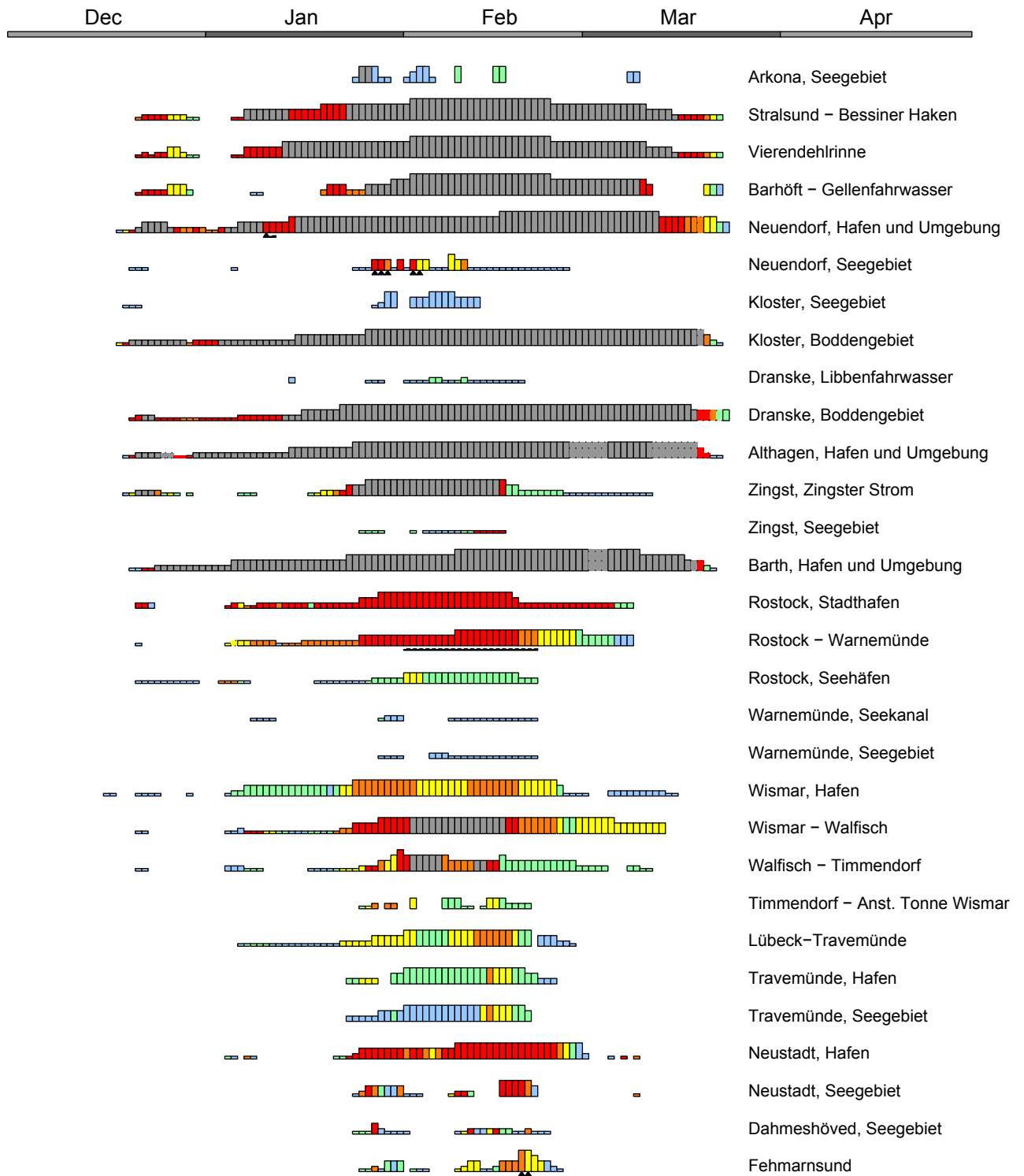


Abbildung A1.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2009/10 (Fortsetzung)
 Figure A1.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2009/10 (continued)

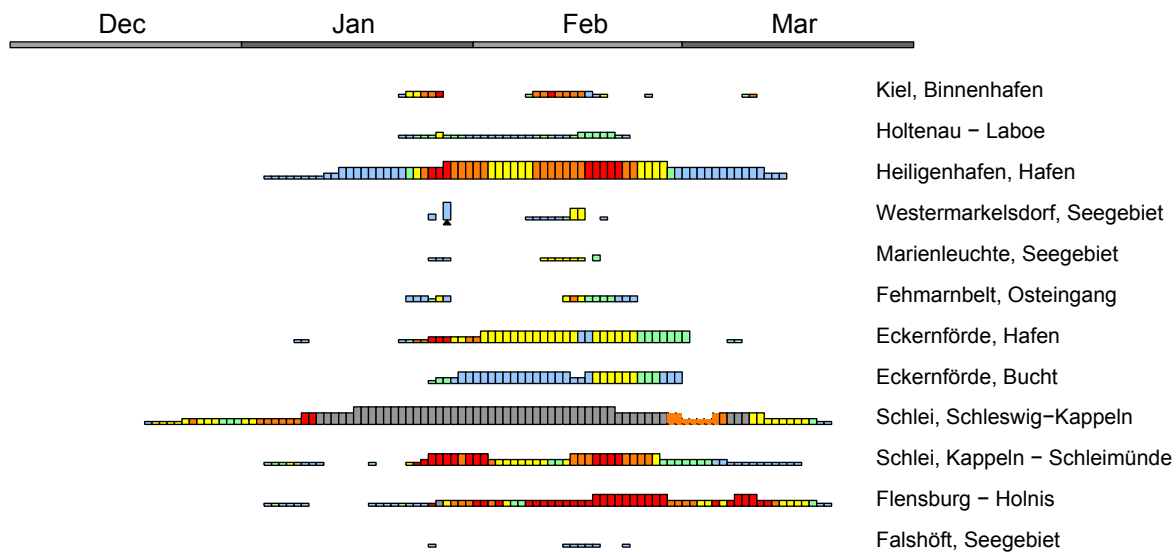


Abbildung A1.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2009/10 (Fortsetzung)
 Figure A1.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2009/10 (continued)

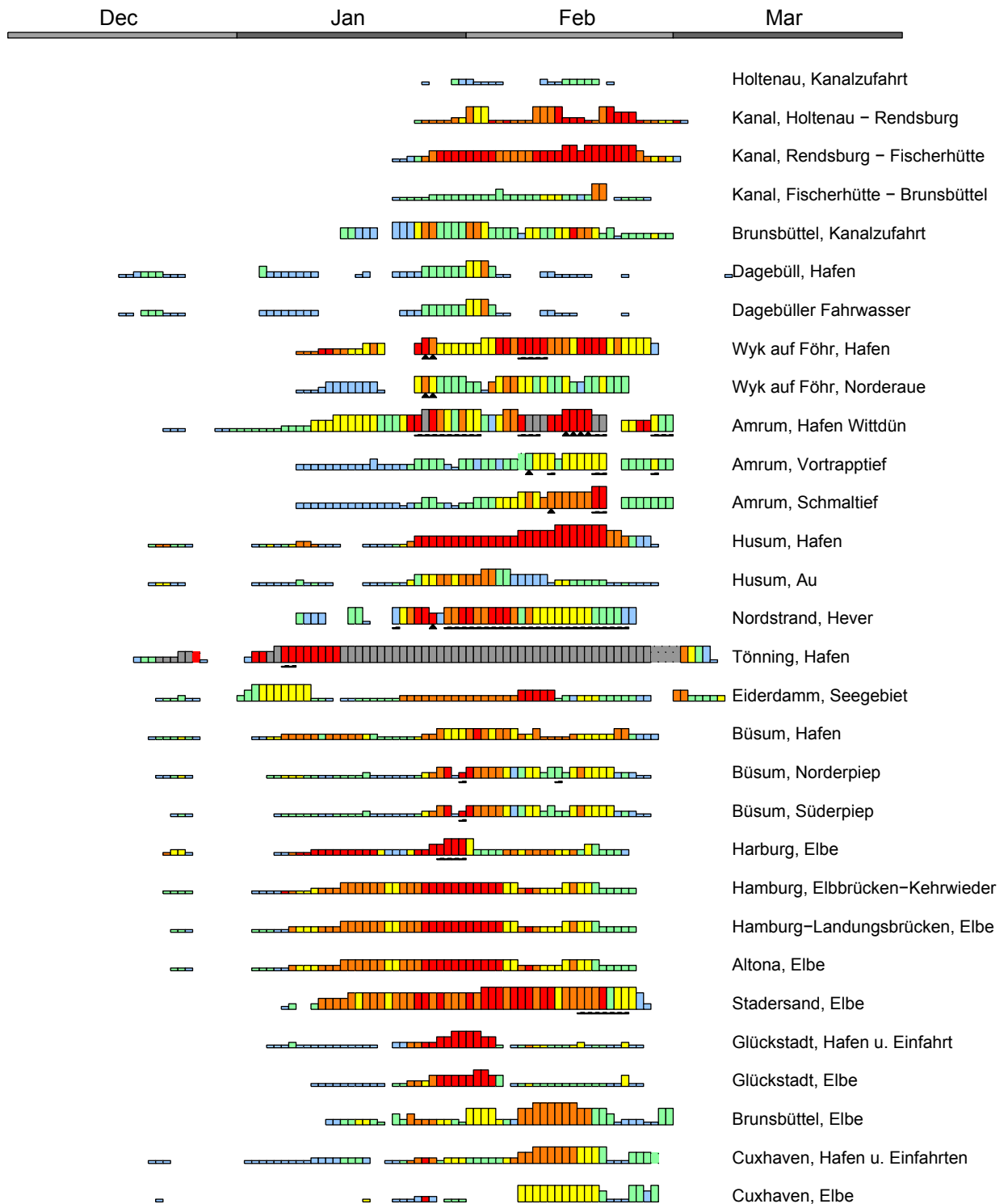
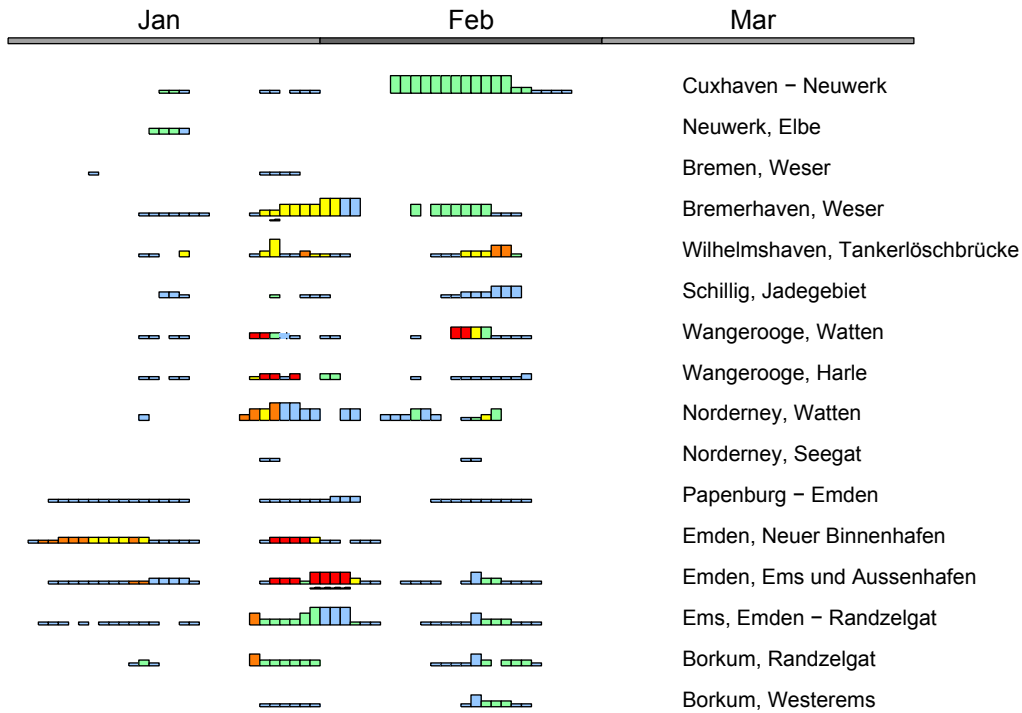
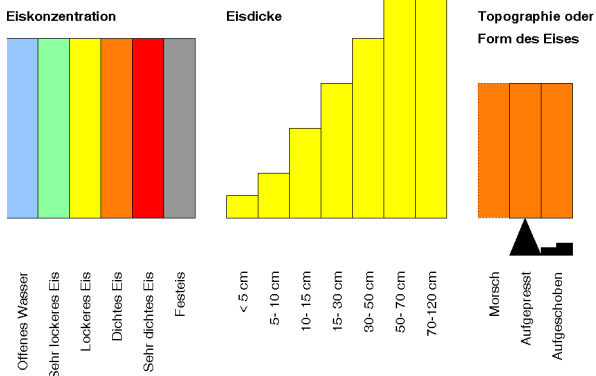


Abbildung A1.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2009/10 (Fortsetzung)
 Figure A1.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2009/10 (continued)



Legende



Legend

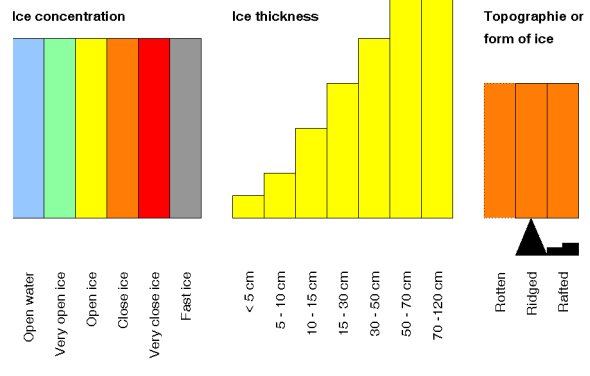


Abbildung A1.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2009/10 (Fortsetzung)
 Figure A1.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2009/10 (continued)

2 Der Eiswinter 2010/2011 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten sowie eine kurze Beschreibung der Eisverhältnisse im gesamten Ostseebereich/*The ice winter of 2010/2011 on the German North and Baltic Sea coasts and a brief description of the ice conditions in the entire Baltic Sea region*

Inhaltsverzeichnis/*Contents*

Allgemeines <i>General</i>	45
Wetterverhältnisse in den Wintermonaten in den deutschen Küstengebieten <i>Weather conditions in the German coastal areas during winter</i>	49
Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste <i>Ice conditions on the German North Sea coast</i>	52
Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste <i>Ice conditions on the German Baltic Sea coast</i>	56
Zusammenhang zwischen der flächenbezogenen Eisvolumensumme und der Winterzahl eines Winters <i>Relationship between accumulated areal ice volume and winter severity index</i>	63
Eisverhältnisse in den Küstenbereichen der Deutschen Bucht, im Kattegat, Skagerrak und in den dänischen Gewässern der westlichen Ostsee <i>Ice conditions in the coastal areas of the German Bight, Kattegat, Skagerrak, and in the Danish waters of the western Baltic Sea</i>	65
Eisverhältnisse in der südlichen Ostsee <i>Ice conditions in the southern Baltic Sea</i>	66
Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56° N) <i>Ice conditions in the northern region of the Baltic Sea (north of 56° N)</i>	69
Anhang <i>Appendix</i>	73

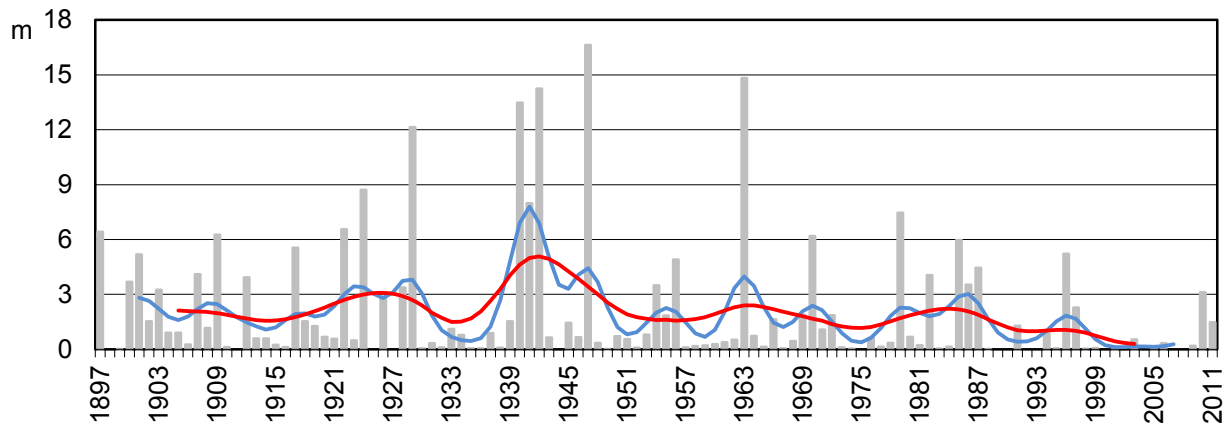


Eis auf der Unterwarnow; 22.12.2010
Ice on the Unterwarnow; 22.12.2010

Foto/Photo: Jürgen Holfort

Flächenbezogene Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste
Accumulated areal ice volume for the German North Sea Coast

■ $V(A\Sigma)$ — 10-Jahre Tiefpassfilter — 20-Jahre Tiefpassfilter



Flächenbezogene Eisvolumensumme für die deutsche Ostseeküste
Accumulated areal ice volume for the German Baltic Sea coast

■ $V(A\Sigma)$ — 10-Jahre Tiefpassfilter — 20-Jahre Tiefpassfilter

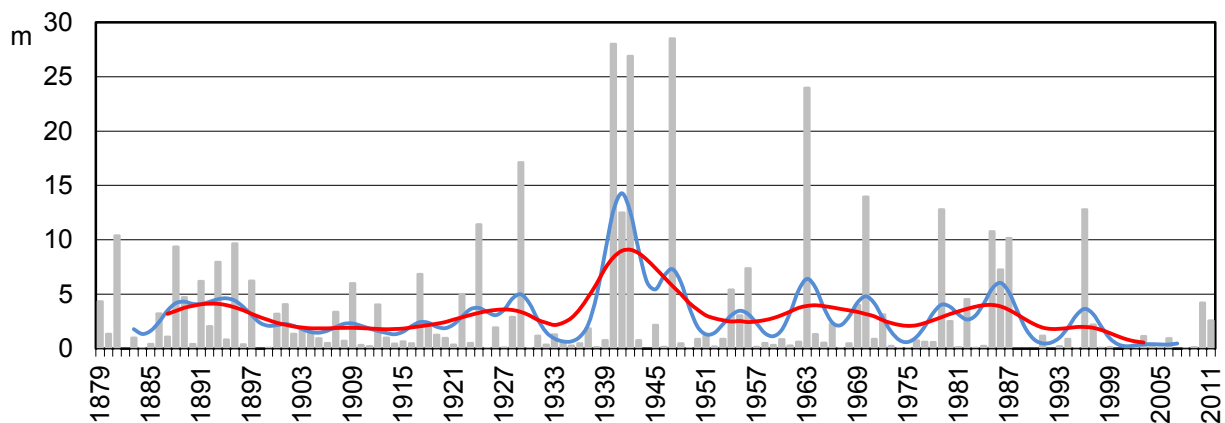


Abbildung 2.1: Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste im Zeitraum 1897–2011 und für die deutsche Ostseeküste im Zeitraum 1879–2011

Figure 2.1: Distribution of accumulated areal ice volume on the German North Sea coast in the period from 1897–2011 and on the German Baltic Sea coast in the period from 1879–2011

Allgemeines

In Hinblick auf die erzeugte Eismenge und die Dauer der Eisbedeckung ergab der Winter 2010/11 an den deutschen Küsten eine **mäßige** Eissaison.

General

*In terms of ice volume and duration of the ice cover in the German coastal waters, the winter of 2010/11 was a **moderate** ice season.*

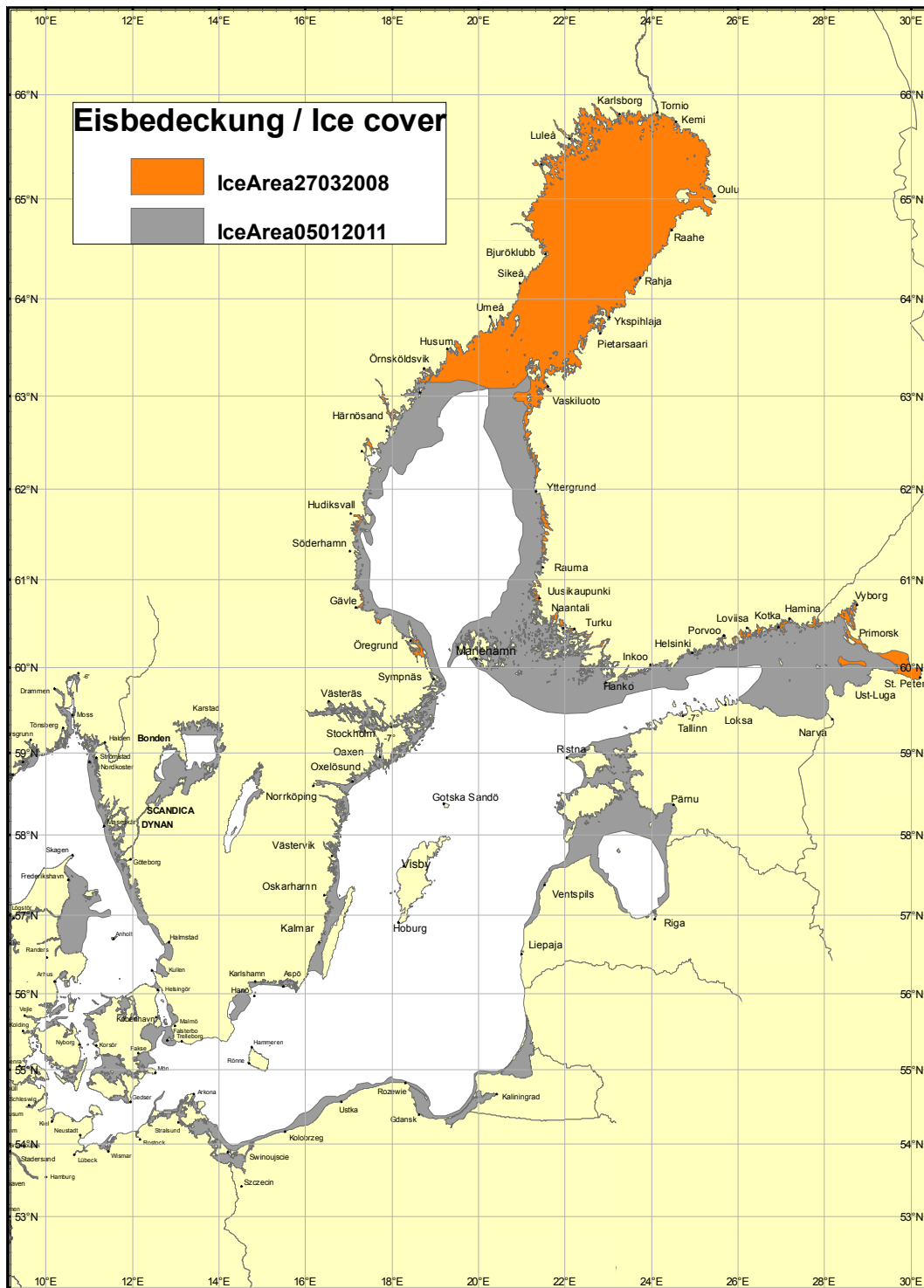


Abbildung 2.2: Vergleich der maximalen Eisausdehnung (26./27.03.) im sehr schwachen Eiswinter 2007/08 mit der Eislage am 05.01.2011

Figure 2.2: Comparison of maximum ice extent (26./27.03.) in the very weak ice winter of 2007/08 with the ice situation on 05.01.2011

Die Maßzahl für die Bewertung der Eiswinter an den deutschen Küsten, die flächenbezogene Eisvolumensumme <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/Kuesten.jsp>, beträgt im Eiswinter 2010/11 für die Nordsee **1,47 m** und für die Ostsee **2,45 m**, vgl. Abbildung 2.1. Die mäßigen Eiswinter traten in den letzten 50 Jahren (1961–2010) mit einer Häufigkeit von 34% an der Nordseeküste und von 32% an der Ostseeküste auf.

*In the ice winter of 2010/11, the accumulated areal ice volume expressing the severity of ice winters on the German coast, <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/Kuesten.jsp>, is **1.47 m** for the North Sea, and **2.45 m** for the Baltic Sea, cf. figure 2.1. The frequency of moderate ice winters in the past 50 years (1961–2010) is 34% on the North Sea coast, and 32% on the Baltic Sea coast.*

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 84

Nr. 27
Rostock, den 24.02.2011

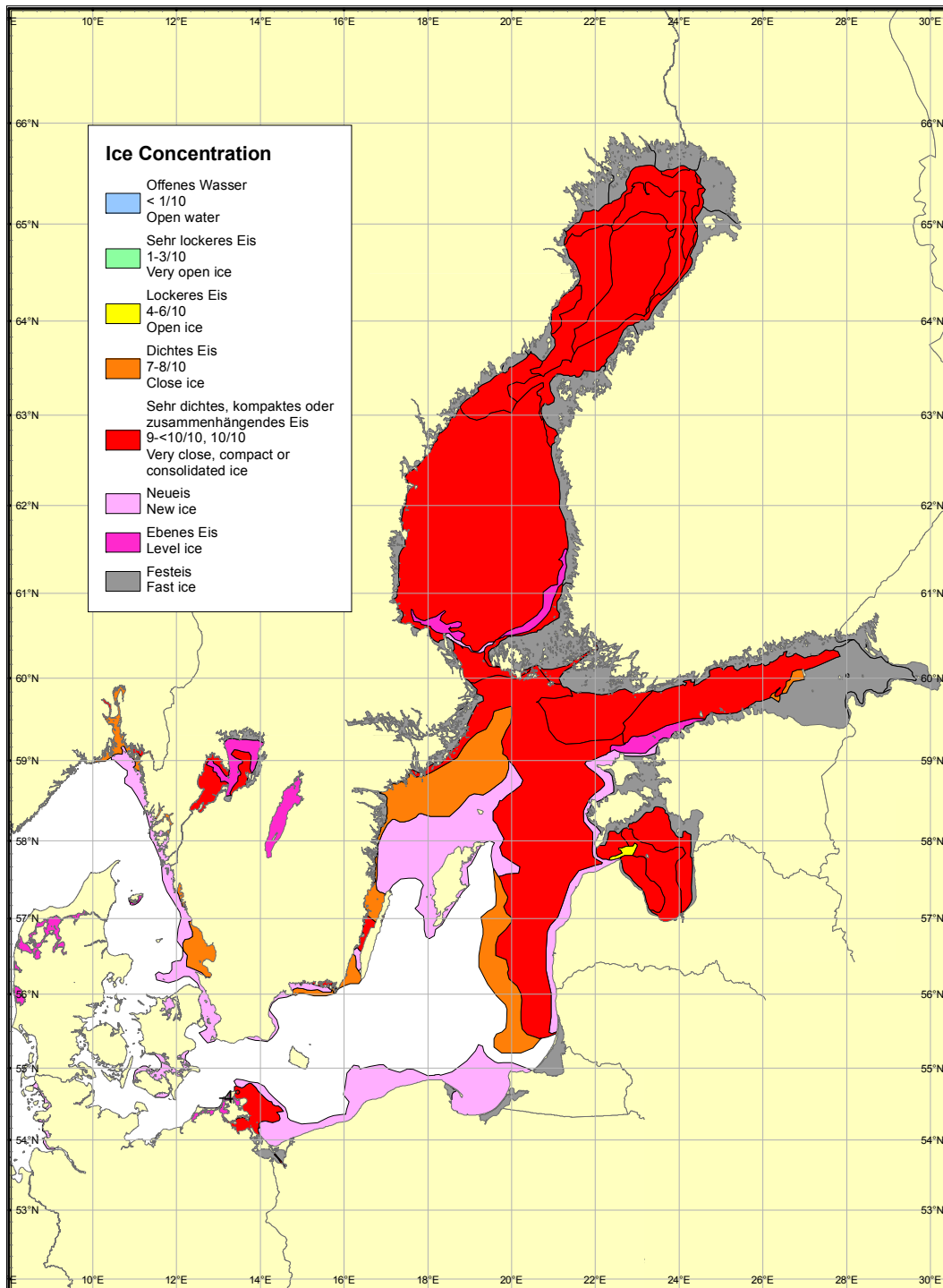


Abbildung 2.3: Maximale Eisausdehnung am 24. Februar 2011 in der gesamten Ostsee
Figure 2.3: Maximum ice extent in the entire Baltic Sea on 24 February 2011

Von Ende November bis Anfang Januar lag die ganze Ostsee im Einflussbereich der polaren Kaltluft aus Norden, Nordosten oder Osten. Diese Kaltperiode wurde hin und wieder durch wärmere Luftmassen aus Westen oder Süden für kurze Zeiträume unterbrochen, die meist Niederschläge im Form von Schnee mitbrachten. Die Eisausdehnung in der Ostsee entsprach Anfang Januar den normalen Eisverhältnissen etwa Ende Januar/Anfang Februar. In der Abbildung 2.2 wird die maximale Eisausdehnung im Eiswinter 2007/08, der bekanntlich der schwächste Eiswinter seit 300 Jahren war, und die Eisausdehnung am 5. Januar 2011 verglichen. Bereits zu diesem Zeitpunkt entsprach der Winter 2010/11 in der westlichen und südlichen Ostsee den Merkmalen eines mäßigen Eiswinters. Ausgehend von der maximalen Eisausdehnung in der gesamten Ostsee, die um den 25. Februar erreicht wurde und 309 000 km² betrug (Mitteilung des Finnischen Eisdienstes), siehe Abbildung 2.3 und 2.4, wird der Winter 2010/11 als ein **starker** Eiswinter klassifiziert.

*From late November to early January, the entire Baltic Sea region was under the influence of cold polar air from northerly, north-easterly or easterly directions. This cold spell was interrupted by several short periods during which warmer air masses flowed into the area from the west or south, mostly with precipitation in the form of snow. The ice cover of the Baltic Sea in early January corresponded to conditions which normally prevail at the end of January/early February. figure 2.2 shows the maximum ice extent in the ice winter of 2007/08, known as the weakest ice winter in 300 years, compared to the ice extent on 5 January 2011. At this early date, the winter of 2010/11 in the western and southern Baltic Sea already met the criteria for a moderate ice winter. Based on maximum ice coverage in the entire Baltic Sea, which was 309 000 km² around 25 February (information from the ice service of Finland), cf. figures. 2.3 and 2.4, the winter of 2010/11 has been classified as a **strong** ice winter.*

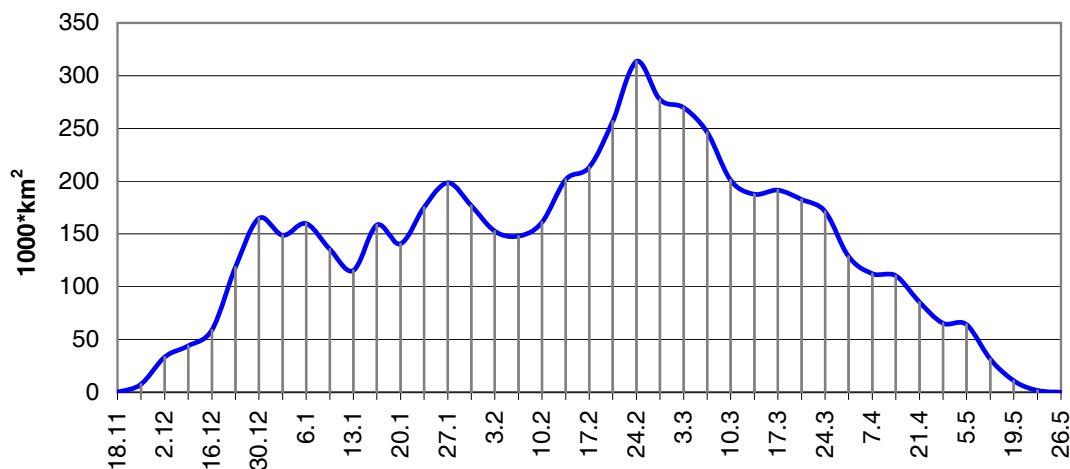


Abbildung 2.4: Tägliche Eisausdehnung im Winter 2010/11 für die gesamte Ostsee
 Figure 2.4: Daily ice extent in the entire Baltic Sea in the winter of 2010/11

Über die Eislage und voraussichtliche Eisentwicklung in der gesamten Ostsee und in den deutschen Küstengewässern im Eiswinter **2010/11** hat das BSH informiert mit:

- 127 Eisberichten (Mo–Fr herausgegebenes Amtsblatt),
- 52 Eisübersichtskarten (zweimal wöchentlich als Anlage zu den Eisberichten),
- 87 German Ice Reports (internationaler Austausch bei Vereisung deutscher Fahrwasser), ca. 300 NAVTEX-Meldungen (in deutscher und englischer Sprache für die deutsche Nordsee- und Ostseeküste),
- 70 Eisberichten „Deutsche Ostseeküste“ (detaillierte Eislagebeschreibung für deutsche Nutzer),
- 34 Eisberichten „Deutsche Nordseeküste“ (detaillierte Eislagebeschreibung für deutsche Nutzer),
- 60 Eiskarten für die westliche Ostsee, Kattegat und Skagerrak,
- 33 Ice Charts (Radiofax-Karten für die westliche Ostsee, Kattegat und Skagerrak),
- 109 speziellen Eiskarten (Deutsche Ostseeküste und Zentrale Ostsee),
- 26 Wochenberichten (zur Information des BMVBW und für MURSYS), sowie mit zahlreichen individuellen Auskünften und Beratungen.

Die Eisberichte und Eiskarten des BSH wurden an etwa 80 Nutzer via E-Mail verteilt. Einige wenige Bibliotheken und wissenschaftlichen Einrichtungen erhalten die Produkte des Eisdienstes per Post im Austausch mit anderen Drucksachen. Alle aktuellen Berichte und Karten werden außerdem kostenfrei unter <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/>, <ftp://ftp.bsh.de/outgoing/eisbericht> veröffentlicht.

Die unten stehende Tabelle gibt einen Überblick auf die Anzahl der Zugriffe auf das Internetangebot einiger Produkte des Eisdienstes des BSH:

	Aktueller Eisbericht	Aktuelle Eisübersichtskarte	Aktuelle Eiskarte Westliche Ostsee
Dezember 2010	2500	2558	29060
Januar 2011	1878	1867	23042
Februar 2011	2143	3043	13609
März 2011	2042	2142	6110
April 2011	889	926	0
Mai 2011	681	554	0

*During the ice winter of **2010/11**, the BSH issued the following information about the ice situation and expected ice development in the entire Baltic Sea and the German coastal waters:*

- 127 ice reports (official reports issued Mo–Fr),*
- 52 general ice charts (twice weekly, as annex to the ice reports),*
- 87 German Ice Reports (international exchange, issued when ice forms on German shipping lanes), about 300 NAVTEX reports (in German and English for the German North and Baltic Sea coasts),*
- 70 ice reports “German Baltic Sea coast” (detailed description of ice situation for German users),*
- 34 ice reports “German North Sea coast” (detailed description of ice situation for German users),*
- 60 Ice Charts for the western Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak,*
- 33 Ice Charts (Radiofax-Charts for the western Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak),*
- 108 special ice charts (German Baltic Sea coast and Baltic Proper),*
- 26 weekly reports (information for the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Affairs, and to MURSYS), information provided to individual users.*

About 80 users received the BSH’s ice reports and ice charts via E-mail. Several libraries and scientific institutions receive products of the Ice Service by post in exchange for other printed material. All current reports and charts are additionally published on the Internet, free of charge, at <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/>, <ftp://ftp.bsh.de/outgoing/eisbericht>.

The Table below shows the number of views of Ice Service products on the BSH’s homepage:

	Current Ice Report	Current General Ice Chart	Current Western Baltic Sea Ice Chart
December 2010	2500	2558	29060
January 2011	1878	1867	23042
February 2011	2143	3043	13609
March 2011	2042	2142	6110
April 2011	889	926	0
May 2011	681	554	0

Wetterverhältnisse in den Wintermonaten in den deutschen Küstengebieten

Der November 2010 fiel im Osten etwas zu warm, im Westen zu kalt aus, Tabelle 2.1.

In der ersten Monathälfte lagen die Küstengebiete im Zustrom milder Luft aus Südwesten und Westen, sodass die Tagestemperaturen an der Ostsee bis zu 15 °C anstiegen. Erst in der dritten Dekade kühlte es sich von Skandinavien her stetig ab. Am Monatsende erfasste sibirische Kaltluft den gesamten Nord- und Ostseeküstenbereich, es herrschte Dauerfrost (S. Haeseler, 2010), vgl. Abbildung 2.5. Dazu kamen zeitweise starke Schneeschauer, die die Abkühlung des Wassers in den inneren Gewässern beschleunigten, Abbildung 2.6.

Weather conditions in the German coastal areas during winter

November 2010 was slightly too warm on the eastern coasts, and too cold in the west, see Table 2.1.

In the first half of the month, the coasts were under the influence of mild air from the southwest and west, causing daily temperatures in the Baltic Sea area to rise up to 15 °C. Gradual cooling due to cold air flowing in from Scandinavia did not set in until the third decade of the month. At the end of November, an inflow of cold air from Siberia affected the entire North and Baltic Sea region, causing continuous frost (S. Haeseler, 2010), cf. figure 2.5. Occasional strong snow showers accelerated cooling of the inner coastal waters, figure 2.6.

Station	November		December		January		February		March	
	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K
Greifswald	5.0	0.4	-4.2	-5.3	1.0	1.6	-0.2	-0.2	3.6	0.9
Rostock-Warnemünde	5.4	0.1	-3.3	-5.2	1.4	1.2	0.4	-0.3	3.5	0.4
Schleswig	3.8	-1.1	-4.1	-5.8	0.6	0.3	0.6	0.0	3.6	0.8
Helgoland	6.4	-1.2	0.1	-4.3	2.6	0.1	1.9	-0.2	3.9	1.8

Tabelle 2.1: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2010/11 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961–1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Table 2.1: Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2010/11, and deviations from the 1961–1990 climate means (K) (data from Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

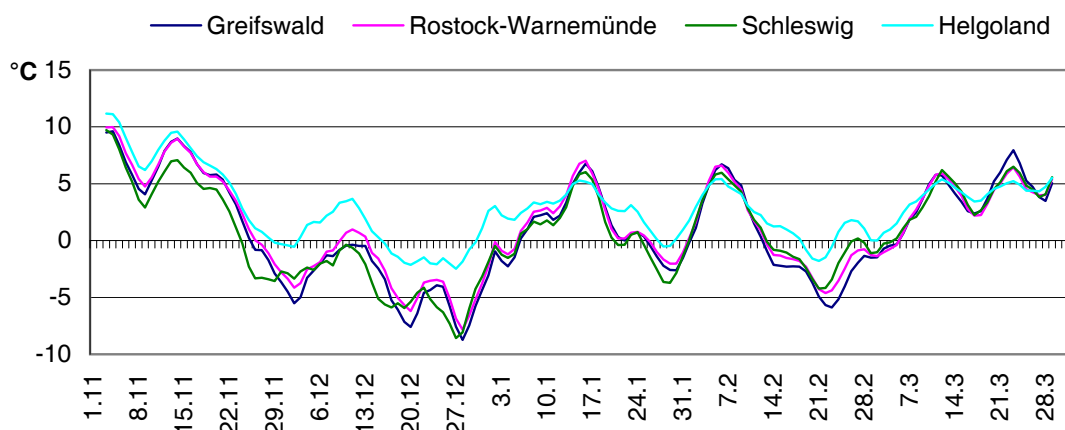


Abbildung 2.5: 5-Tage gleitendes Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2010/11 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Figure 2.5: 5-day daily running mean of air temperatures in the winter of 2010/11 (data from Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

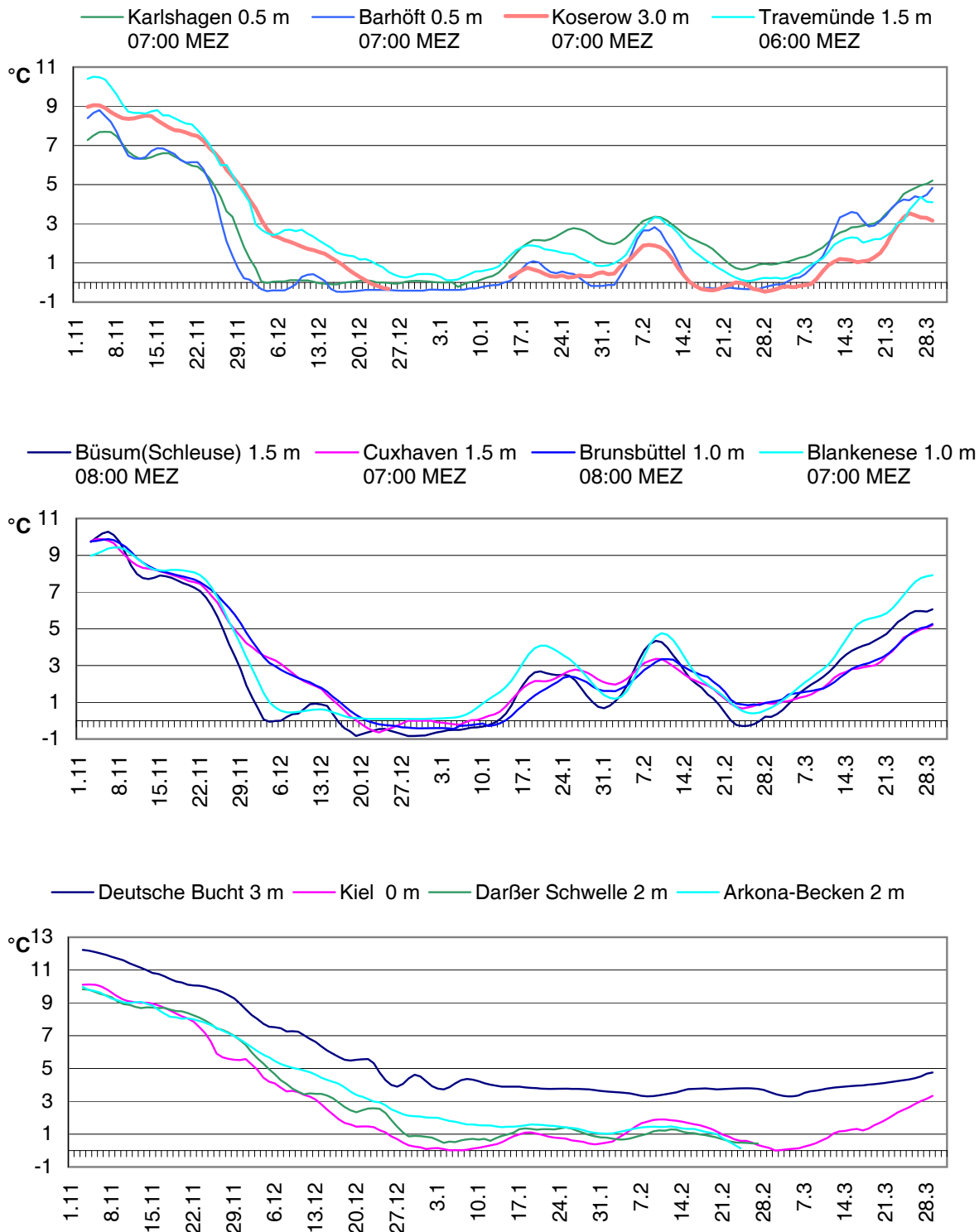


Abbildung 2.6: Wassertemperatur in der westlichen Ostsee und in der Deutschen Bucht

Figure 2.6: Water temperature in the western Baltic Sea and in the German Bight

Quellen der Messungen/Source of data: Karlshagen und Barhöft, WSA Stralsund; Koserow, StALU Mittleres Mecklenburg, Dienststelle Rostock; Travemünde, WSA Lübeck; Brunsbüttel, WSA Brunsbüttel; Büsum, Schleuse Büsum; Cuxhaven, DWD; Blankenese, Institut für Hygiene und Umwelt, Hamburg; MARNET-Messnetz, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

Der Dezember 2010 war der kälteste und schneereichste Monat des Winters 2010/11. Die Abweichung der Monatsmitteltemperatur vom langjährigen Mittelwert betrug in den Küstenbereichen zwischen -4 und -6 K. Die Schneedecke erreichte im Norden und Osten eine Höhe von 20–40 cm, in Ostseenehe bis zu 50 cm. Verantwortlich für den Dauerfrostzustand waren häufige Vorstöße sehr kalter Luft arktischen Ursprungs, die mit nördlichen bis nordöstlichen Winden südwärts bis zur westlichen Ostsee und westwärts bis zur Deutschen Bucht vordrang. Das Wasser in den inneren Gewässern an den deutschen Küsten war bereits zum Beginn des Monats in Gefrierbereitschaft, in der dritten Dezemberdekade sank die Wassertemperatur auch an den Außenküsten in den Bereich um den Gefrierpunkt.

Die eigentlichen „Wintermonate“ Januar und Februar sind im Vergleich zum Dezember mild gewesen. Gleich zu Beginn des Jahres floss auf der Vorderseite eines Tiefdruckgebietes über Norwegen mit südwestlichen Winden milde maritime Luft ein, die eine Warmwetterphase einleitete. Die Tauwetterperiode dauerte, mit einer kurzen Unterbrechung in den letzten Tagen Januars, bis Mitte Februar. In der zweiten Februardekade entwickelte sich ein Hoch über Skandinavien, das sich anschließend unter Verstärkung langsam ostwärts verlagerte und das Wetter in der Küstenregion bis Anfang März bestimmte. Meist herrschte kaltes und ruhiges Winterwetter vor. Dabei lag die Ostseeregion länger unter dem Einfluss der Kaltluftmassen als die Nordseeküste, die Kaltluftgrenze verlief von Nordwest nach Südost über Deutschland hinweg. Die Wasseroberfläche kühlte sich nicht nur in den inneren geschützt liegenden Bereichen, sondern auch im Seebereich, besonders in der Pommerschen Bucht rasch ab. Der Wind frischte nur an einigen wenigen Tagen auf und kam überwiegend aus östlichen Richtungen. Insgesamt lagen die Tagesmitteltemperaturen im Januar $1-2$ K höher als die langjährigen Mittelwerte, der Februar fiel in den Küstenbereichen durchschnittlich aus. Ruhige Hochdruckwetterlagen bestimmten häufig auch im März die Witterung in den Küstenbereichen. Die Lufttemperaturen lagen nachts in der ersten und teilweise in der letzten Monatsdekade unter dem Gefrierpunkt. Tagsüber stiegen sie durch längere Sonneneinstrahlung deutlich an. Der März war in der Küstenregion um $0.5-2$ K zu warm.

December 2010 was the coldest month of the winter of 2010/11 and had the most snow. Monthly mean temperatures in the coastal areas deviated -4 to -6 K from the long-term means. The thickness of the snow cover in the north and east reached 20–40 cm, and near the Baltic coast up to 50 cm. The continuous frost in this area was caused by repeated inflows of very cold Arctic air, which northerly to north-easterly winds transported south as far as the western Baltic, and westward to the German Bight. In the German inner coastal waters, the water was close to freezing at the beginning of the month, and also on the outer coasts water temperatures reached freezing point in the third decade of December.

January and February, the typical winter months, were mild in comparison with December. At the beginning of the year, south-westerly winds caused an inflow of mild maritime air on the front side of the low over Norway, marking the beginning of a warm spell. The thawing period lasted until mid-February, interrupted only briefly for a few days at the end of January. In the second decade of February, a high-pressure zone developed over Scandinavia which grew stronger as it slowly moved east. This anticyclone influenced weather in the coastal region until early March, with mostly calm, cold winter weather. The Baltic Sea region remained longer under the influence of the cold air masses than the North Sea coast, with the line of separation between cold and warm air running diagonally across Germany from northwest to southeast. The water surface cooled quickly, not only in the sheltered inner coastal waters but also offshore, especially in the Pomeranian Bight. The predominantly easterly winds freshened only on a few days. Daily mean temperatures in January generally were $1-2$ K above the long-term means, and February had average temperatures. Calm anti-cyclonic conditions also determined the coastal weather during most of March. During the first, and parts of the last, decade of the month, air temperatures at night were below freezing. By day, longer insolation caused a marked temperature rise. March temperatures in the coastal region were $0.5-2$ K too warm.

Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste

An der deutschen Nordseeküste wurde in diesem Winter um etwa die Hälfte weniger Eis produziert als im Eiswinter 2009/10, siehe Abbildung 2.7. Trotzdem gehören beide Winter in den Bereich der mäßigen Eiswinter, die an der Nordsee im 50-jährigen Zeitraum 1961–2010 mit einer Häufigkeit von 34% vorkamen.

Entsprechend den meteorologischen Bedingungen gab es an der deutschen Nordseeküste im Winter 2010/11 zwei Eisbildungsperioden. Die größten Eismengen wurden in der ersten Eisperiode, die von Ende November bis Anfang Januar dauerte, produziert. In der zweiten Februarhälfte, während der zweiten Kälteperiode war die Eisbildung an der Nordseeküste gering, die Nordseezuflüsse und die ostfriesische Küste blieben ganz und gar eisfrei, vgl. Abbildung 2.8 und die farbigen Plotdiagramme in der Abbildung A2.1 im Anhang.

Ice conditions on the German North Sea coast

Ice production on the German North Sea coast this winter was about half of that produced in the ice winter of 2009/10, cf. figure 2.7. In spite of that, both winters have been classified as moderate ice winters, whose frequency of occurrence in the North Sea region has been 34% in the 50-year period from 1961–2010.

Meteorological conditions on the German North Sea coast in the winter of 2010/11 led to two periods of ice formation. The largest volume of ice was produced during the first cold spell from late November to early January. During the second half of February, the second period of ice formation, the volume of ice produced on the North Sea coast was so small that the North Sea tributaries and the East Frisian coasts remained completely free of ice, cf. figure 2.8 and the coloured plot diagrams in figure A2.1 in the Annex.

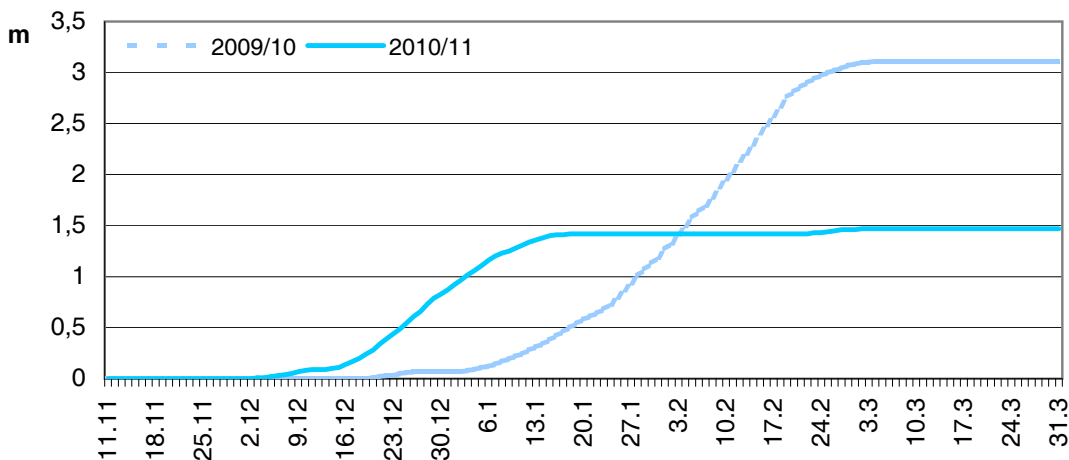
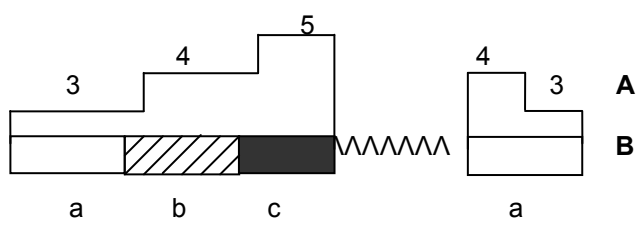
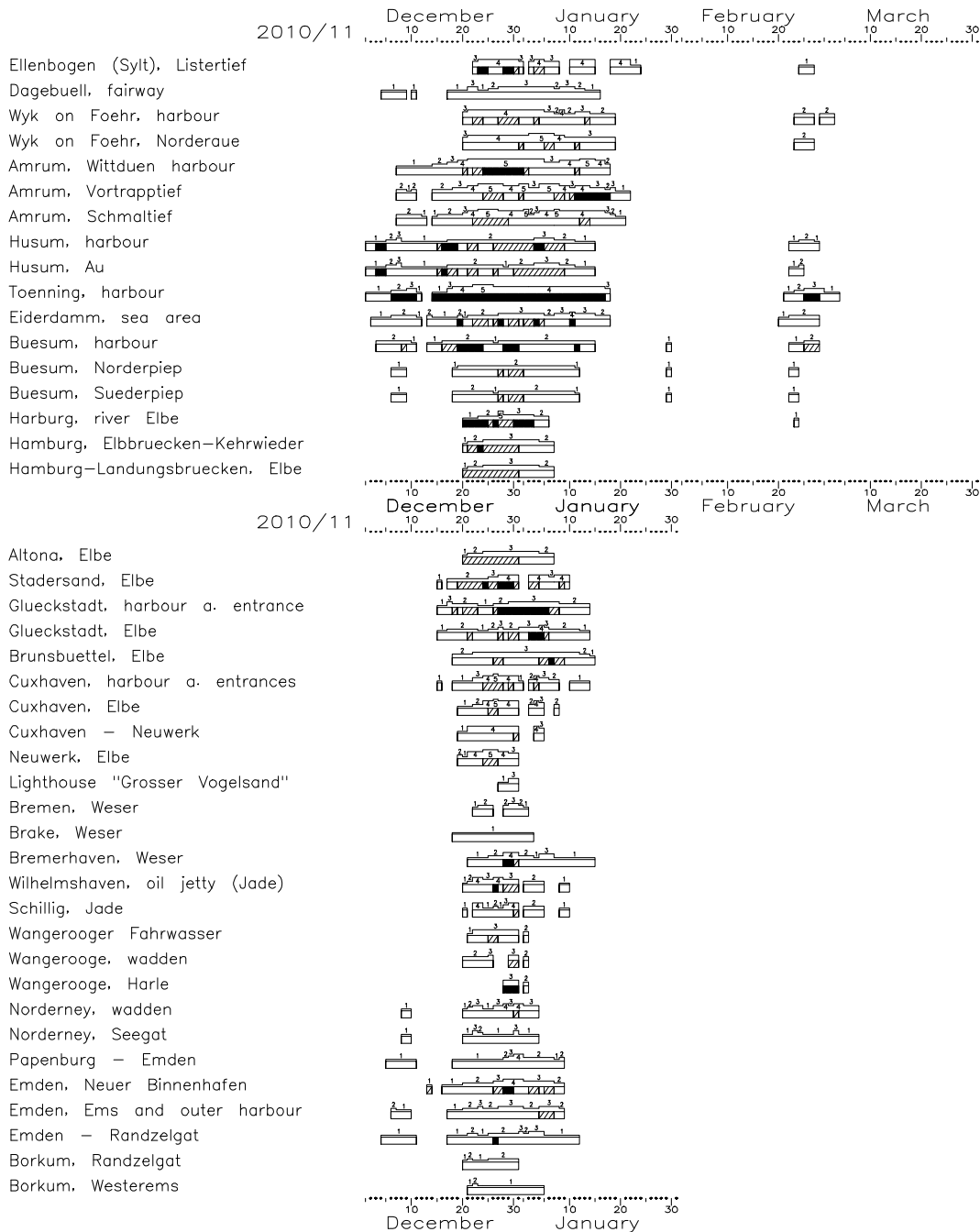


Abbildung 2.7: Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der deutschen Nordseeküste in den Wintern 2009/10 und 2010/11

Figure 2.7: Accumulated areal ice volume on the German North Sea coast in the winters of 2009/10 and 2010/11

Das erste Eis bildete sich in mehreren Häfen und inneren Bereichen der ostfriesischen und nordfriesischen Küsten Anfang Dezember 2010 (Tabelle A 2.1 im Anhang). Die Eisbildung schritt kontinuierlich voran und erreichte in den letzten Dezembertagen ihren höchsten Stand, siehe die Eiskarte in der Abbildung 2.9. Zu diesem Zeitpunkt waren die Wattengebiete sowie die inneren Bereiche der Ems, Weser und Elbe mit sehr lockerem bis sehr dichtem Eis bedeckt. Das Eis erreichte Dicken von 5–15 cm in südlichen Abschnitten und von 10–30 cm an der nordfriesischen Küste. Durch Tideeinfluss und zeitweise auffrischende auflandige Winde wurde das Eis an einigen Küstenabschnitten bis zu einer Höhe von 50–80 cm zusammengeschoben. Insgesamt dauerte die Vereisung in den Bereichen der ostfriesischen Küste und der Nordseezuflüsse bis zu 4 Wochen, 30–60 Tage lang wurde das Eis in den Bereichen der nordfriesischen Küste beobachtet. Die Behinderungen durch Eis traten für kleinere Schiffe mit niedriger Maschinenleistung an einigen Tagen auf, der Hafen Tönning war 26 Tage für die Schifffahrt geschlossen, siehe Tab. A2.3 im Anhang.

First ice formed in several harbours and inner waters of the East and North Frisian coasts in early December 2010 (Table A2.1 in the Annex). Ice formation continued steadily and reached its maximum on the last days of December, cf. ice chart in figure 9. At this point, the tidal flats and inner areas of the rivers Ems, Weser, and Elbe were covered with very open to very close ice. The ice reached thicknesses of 5–15 cm in some southern parts of the coast, and 10–30 cm on the North Frisian coast. Tidal forcing and temporarily freshening onshore winds caused ice ridging of 50–80 cm height in some coastal sections. On the whole, ice on the East Frisian coast and in the North Sea tributaries lasted up to 4 weeks, and along the North Frisian coast 30–60 days. Low-powered vessels were obstructed by ice on a few days, and the harbour of Tönning was closed to shipping for 26 days, cf. Table A2.3 in the Annex.



A – Eisdicke / Ice thickness

- 1: < 5 cm 2: 5-10 cm
- 3: 11-15 cm 4: 16-30 cm
- 5: 31-50 cm

B – Bedeckungsgrad / Ice concentration

- a: < 7/10 b: 7/10-8/10
- c: 9/10-10/10

ΛΛΛΛ- aufgedruesstes Eis / ridged ice

Abbildung 2.8: Tägliches Eisvorkommen an der deutschen Nordseeküste im Eiswinter 2010/11
Figure 2.8: Daily ice occurrence on the German North Sea coast in the ice winter of 2010/11

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 84

Nr. 12
Rostock, den 29.12.2010

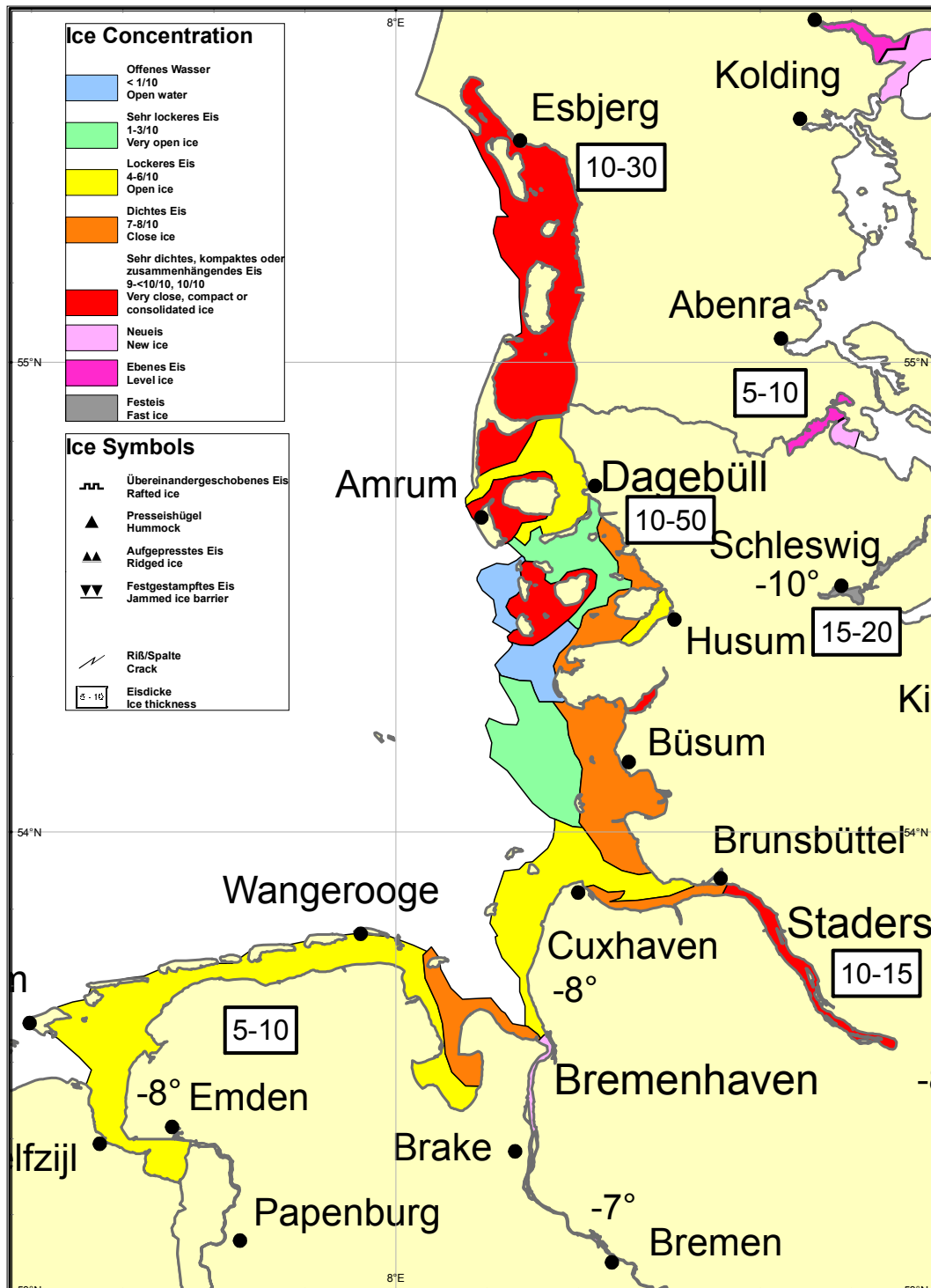


Abbildung 2.9: Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2010/11 zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung

Figure 2.9: Ice conditions on the German North Sea coast in the winter of 2010/11 at the time of maximum ice development

Am 16. Dezember bildete sich das erste Eis bei Brunsbüttel in der Zufahrt zu dem Nord-Ostsee-Kanal, das letzte Eis verschwand hier am 14. Januar. Im Kanal trat das Eis zwischen Holtenau und Brunsbüttel an etwa 20 Tagen auf, die Eisdicken erreichten hier die Werte von 10–15 cm, die Kleinschiffahrt wurde nur an wenigen Tagen behindert, Abbildung 2.10.

On 16 December, first ice formed near Brunsbüttel in the approaches to Kiel Canal, and last ice in this area melted on 14 January. In Kiel Canal, ice occurred between Holtenau and Brunsbüttel on about 20 days, with ice thicknesses of 10–15 cm. Coastal navigation was impeded by ice on a few days only, cf. figure 2.10.

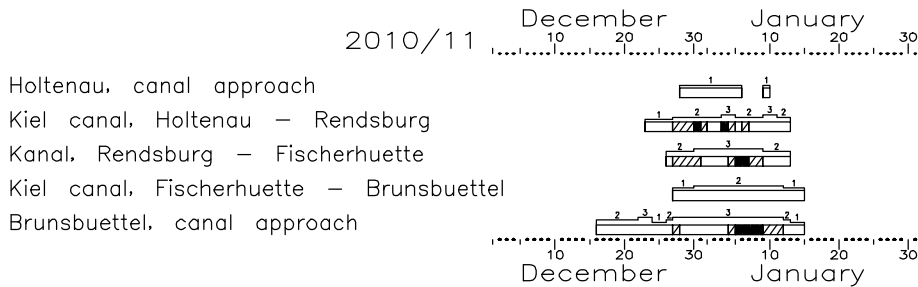


Abbildung 2.10: Tägliches Eisvorkommen auf dem Nord-Ostsee-Kanal im Eiswinter 2010/11
Figure 2.10: Daily ice occurrence on the Kiel Canal in the ice winter of 2010/11

Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste

Der Eiswinter 2010/11 dauerte an der deutschen Ostseeküste nicht so lange und war nicht so eisreich ($n = 35.5$ Tage, $V_{A\Sigma} = 2.45$ m, vgl. Abbildung 2.11) wie im vergangenen Jahr ($n = 45.8$ Tage, $V_{A\Sigma} = 4.22$ m). Er gehört zu den mit einer relativen Häufigkeit von 32% in der westlichen Ostsee auftretenden mäßigen Eiswintern.

Ice conditions on the German Baltic Sea coast

The ice winter of 2010/11 on the German Baltic Sea coast was of shorter duration and produced less ice ($n = 35.5$ days, $V_{A\Sigma} = 2.45$ m) than the year before ($n = 45.8$ days, $V_{A\Sigma} = 4.22$ m), cf. figure 2.11). It was classified as a moderate ice winter, whose relative frequency in the western Baltic Sea is 32%.

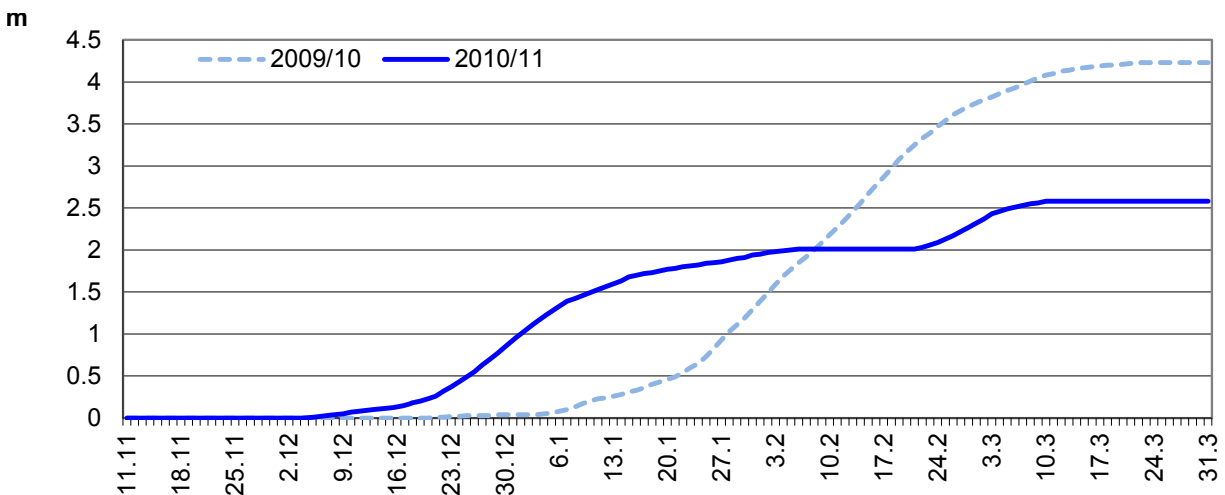


Abbildung 2.11: Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der deutschen Ostseeküste in den Wintern 2009/10 und 2010/11

Figure 2.11: Accumulated areal ice volume on the German Baltic Sea coast in the ice winters of 2009/10 and 2010/11

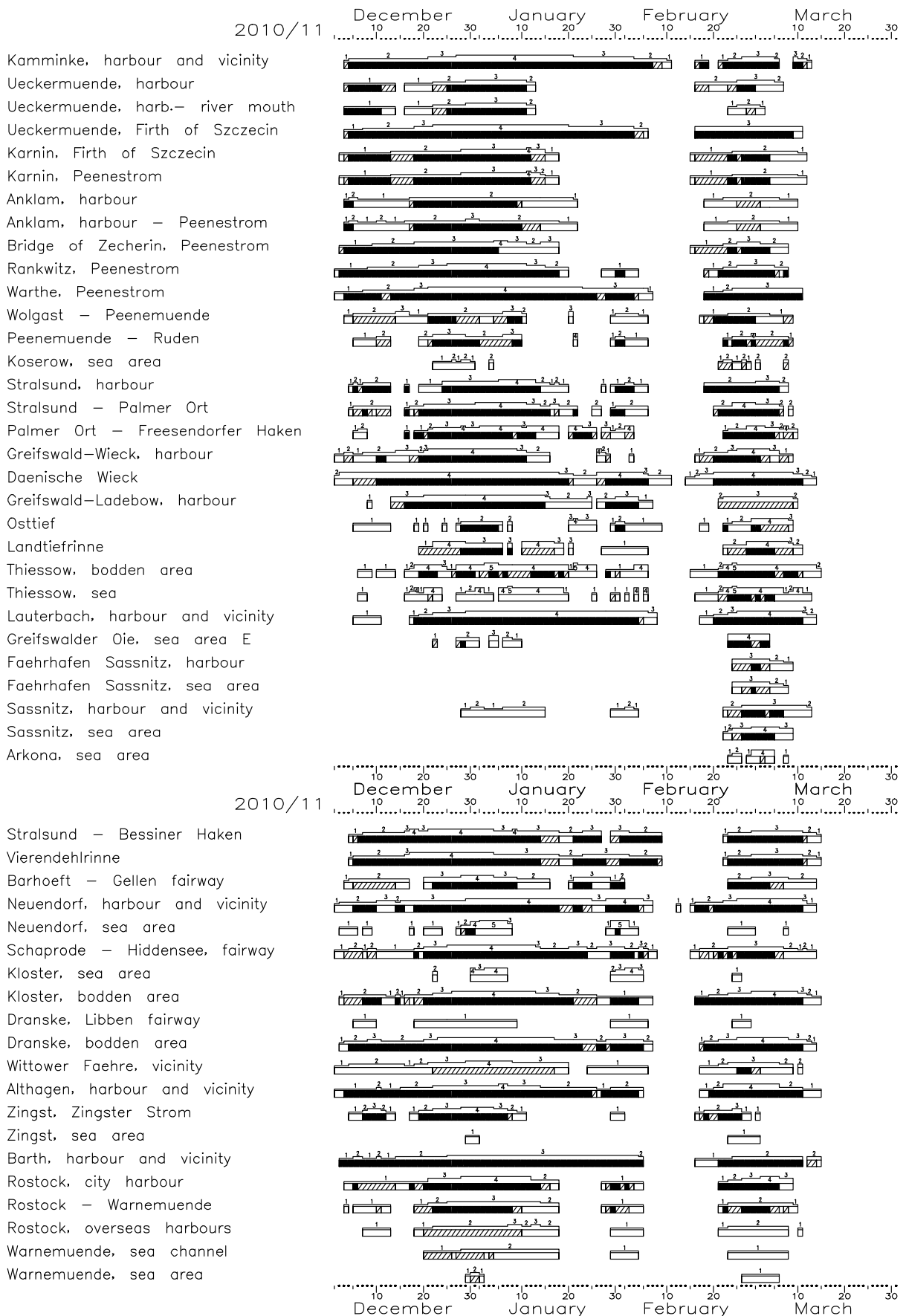
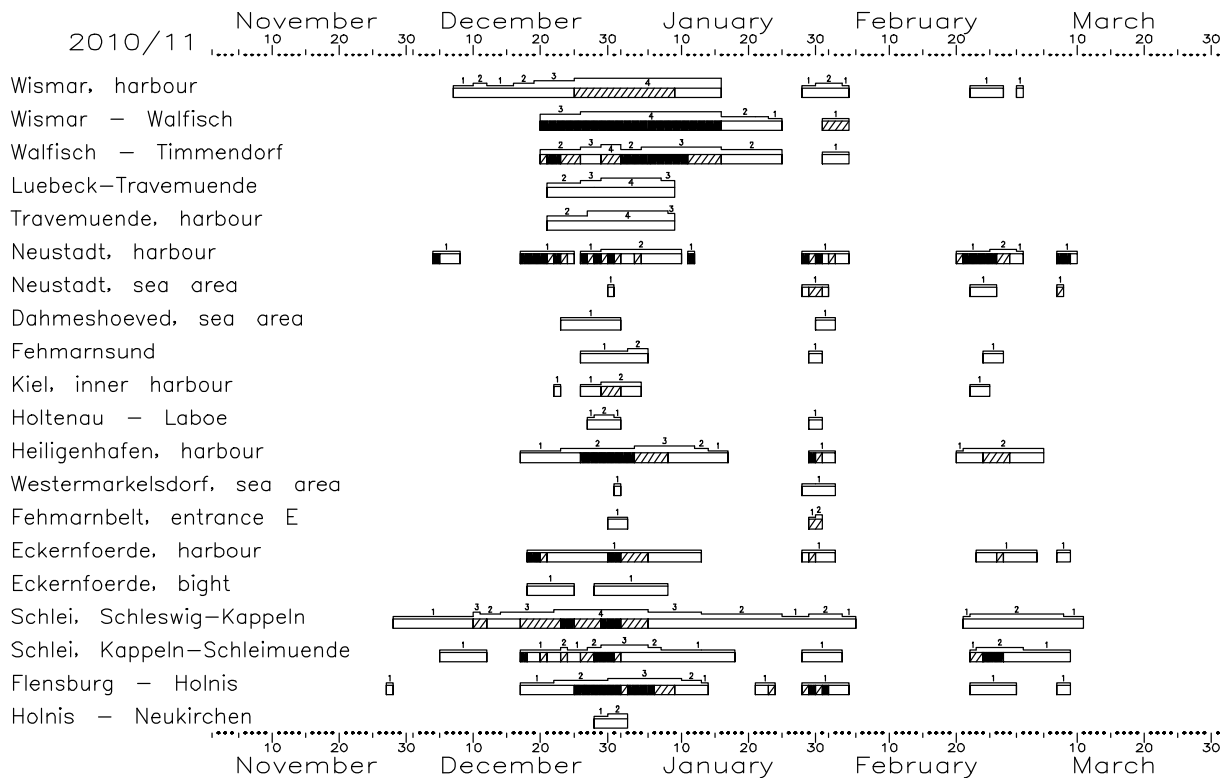


Abbildung 2.12: Tägliches Eisvorkommen an der deutschen Ostseeküste im Eiswinter 2010/11
Figure 2.12: Daily ice occurrence on the German Baltic Sea coast in the winter of 2010/11

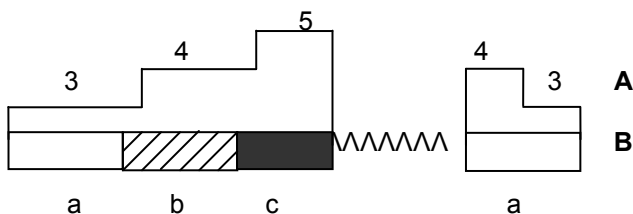


A – Eisdicke / Ice thickness

- 1: < 5 cm 2: 5-10 cm
3: 11-15 cm 4: 16-30 cm
5: 31-50 cm

B – Bedeckungsgrad / Ice concentration

- a: < 7/10 b: 7/10-8/10
c: 9/10-10/10



ΛΛΛΛΛ- aufgedrückt Eis / ridged ice

Abbildung 2.12: Tägliches Eisvorkommen an der deutschen Ostseeküste im Eiswinter 2010/11 (Fortsetzung)
Figure 2.12: Daily ice occurrence on the German Baltic Sea coast in the winter of 2010/11 (continued)

Die tägliche Entwicklung der Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste ist in der Abbildung 2.12 und in der Abbildung A2.1 im Anhang dargestellt.

The daily development of ice conditions on the German Baltic Sea coast is shown in figure 2.12 and figure A2.1 in the Annex.

Auch an der deutschen Ostseeküste gab es im Winter 2010/11 zwei getrennte Eisbildungsperioden. Die Eisbildung in den geschützten Bereichen (Boddengewässer, Schlei) begann in den letzten Novembertagen oder ersten Dezembertagen, 3–4 Wochen früher als durchschnittlich. Z. B. bildet sich das erste Eis in den Boddengewässern normalerweise um den 20. Dezember, in den Stralsunder Bereichen Ende Dezember. In der 52. Woche (27.12.2010–2.1.2011) hat sich

In the winter of 2010/11, two separate periods of ice formation occurred also on the German Baltic Sea coast. Ice formation in the sheltered areas (bodden waters, Schlei) began during the last days of November or first days of December, 3–4 weeks earlier than normal. Normally, first ice in the bodden waters forms around 20 December, and in the waters around Stralsund in late December. In the 52nd week (27.12.2010–2.1.2011), ice also formed on the

auch an den Außenküsten und teilweise kurzzeitig auch auf See in der Kieler und Mecklenburger Bucht Neueis gebildet. Nach einigen wenigen Tagen war es durch Wasserstandsschwankungen und Windeinwirkung, trotz der anhaltenden Kälte, zum größten Teil verschwunden. Das Höchststand der Eisentwicklung wurde innerhalb der ersten Eisperiode am 30./31. Dezember 2010 erreicht, siehe Abbildung 2.13. Zu diesem Zeitpunkt waren die Eisverhältnisse wie folgt beschrieben:

Seegebiet und Außenküste

In der südlichen Pommerschen Bucht kamen Felder aus 10–20 cm dickem Eis vor. Östlich von Greifswalder Oie trieben einzelne dünne Eisschollen. An der Westküste der Insel Hiddensee lag kompaktes, etwa 15 cm dickes Eis. Auf See kam außerhalb von Warnemünde, an der Außenküste vom Darß und an den Küsten der Lübecker Bucht Neueis vor. Im Fehmarnbelt trat dicht an den Küsten Pfannkucheneis und geringfügiges Neueis auf.

Hauptfahrwasser

Fahrwasser nach Flensburg: Der Hafen war mit sehr dichtem 10–15 cm, die Innenförde mit 5–10 cm dickem Eis bedeckt, in der Außenförde kam sehr lockeres dünnes Eis vor.

Fahrwasser nach Schleswig: Innere Schlei war vollständig mit etwa 20 cm dickem Eis bedeckt. Zwischen Kappeln und Schleimünde kam dichtes, etwa 10 cm dickes Eis vor.

Eckernförder Bucht: Im Hafen lag sehr dichtes Neueis, in der Bucht trieb sehr lockeres Neueis.

Kieler Bucht: Im Binnenhafen Kiel trat dichtes dünnes Eis, auf der inneren Förde offenes Wasser auf. Im Hafen Heiligenhafen lag eine 5–10 cm dicke Eisdecke mit einer gebrochenen Rinne; im Fahrwasser trieb Trümmereis. Im Fehmarnsund kam im Westeingang dünnes Randeis, Eisschlamm und Neueis vor.

Lübecker Bucht: Auf der Trave kam im Fahrwasser lockeres, 10–20 cm dickes Eis, im Hafen Travemünde sehr lockeres, 10–20 cm dickes Eis vor. Im Hafen Neustadt wurde dichtes dünnes Treibeis gemeldet. Außerhalb Dahmeshöved trieb ein schmaler Eisschlammgürtel seewärts.

Fahrwasser nach Wismar: Im Hafen wurde dichtes 15–20 cm dickes Eis, weiter bis zur Höhe der Tonnen 22 und 24 etwa 20 cm dickes Festeis mit einer gebrochenen Fahr Rinne, dann bis über Timmendorf hinaus Neueis beobachtet.

Fahrwasser nach Rostock: Im Stadthafen und auf der Unterwarnow lag eine 10–20 cm dicke

outer coasts and temporarily in the offshore waters of the Kiel and Mecklenburg Bights. After just a few days, the ice had largely disappeared due to water level fluctuations and wind forcing. The maximum of ice development was reached during the first cold spell, on 30/31 December 2010, cf. figure 2.13. Ice conditions at that time were as follows:

Offshore waters and outer coast

Ice fields of 10–20 cm thickness occurred in the southern Pomeranian Bight. Thin drifting ice floes occurred sporadically east of Greifswalder Oie. Compact ice of about 15 cm thickness occurred on the west coast of the island Hiddensee. Offshore, new ice was observed off Warnemünde, on the outer coasts of the Darß peninsula and along the coasts of the Bay of Lübeck. In the Fehmarn Belt, pancake ice and some new ice occurred close to the shores.

Main fairways

Fairway to Flensburg: *The harbour was covered with very close, 10–15 cm thick ice, the inner fjord with 5–10 cm thick ice. Very open thin ice occurred in the outer fjord.*

Fairway to Schleswig: *The inner Schlei was covered completely with 20 cm thick ice. Between Kappeln and Schleimünde, the ice was 10 cm thick.*

Fairway to Eckernförde: *Very close new ice covered the harbour waters, very open new ice floated in the Bight.*

Kiel Bight: *Close thin ice occurred in the inner harbour of Kiel, open water in the inner fjord. The harbour of Heiligenhafen was covered with 5–10 cm thick ice through which a fairway had been cut; brash ice floated in the fairway. Thin ice on the margins, slush, and new ice occurred in the western approaches to Fehmarn Sound.*

Bay of Lübeck: *On the river Trave, open ice of 10–20 cm thickness was observed in the navigation fairway. The ice in the harbour of Travemünde was very open and 10–20 cm thick. Open, thin drift ice was observed in the harbour of Neustadt. Off Dahmeshöved, a narrow belt of ice sludge drifted seaward.*

Fairway to Wismar: *Ice in the harbour was 15–20 cm thick; fast ice of about 20 cm thickness occurred as far as buoys 22 and 24, with a navigation fairway cut through it, and new ice was observed beyond Timmendorf.*

Fairway to Rostock: *An ice cover of 10–20 cm thickness had formed in the city harbour and on*

Eisdecke, in den Seehäfen dichtes bis kompaktes 10–15 cm dickes Eis, im Seekanal und im Seegebiet davor kam dichtes dünnes Eis vor.

Fahrwasser nach Stralsund: Im Hafen Stralsund und weiter bis Freesendorfer Haken lag eine 10–20 cm dicke Eisdecke, die Fahrrinne wurde gebrochen. In der Landtiefrinne und im Osttief trat zusammenhängendes 5–15 cm dickes Eis mit einer gebrochenen Fahrrinne auf.

Fahrwasser nach Sassnitz: Im Hafen Sassnitz trieb lockeres dünnes Eis und Neueis.

Fahrwasser nach Wolgast: Von Wolgast bis Ruden lag dichtes bis kompaktes 5–10 cm dickes Eis, die Fahrrinne wurde gebrochen.

Boddengewässer:

Bodden südlich vom Darß und Zingst: Mit 15–20 cm dickem Eis bedeckt. Im Zingster Strom lag zusammenhängendes 20–25 cm dickes Eis.

Bodden zwischen Rügen und Hiddensee: Mit 15–25 cm dickem Festeis bedeckt. Im Bereich Wittower Fähre trat dichtes 15–20 cm dickes Eis auf.

Greifswalder Bodden: Im Hafen Greifswald-Wieck und in der Dänischen Wiek lag eine geschlossene Eisdecke, die dicht am Ufer etwa 25 cm, überwiegend aber etwa 16 cm dick war. An der Nordküste lag 10–20 cm dickes Festeis, sonst kam meist zusammenhängendes 10–20 cm dickes Eis vor. In den Außenbereichen trieben einzelne dünne Eisschollen ostwärts.

Peeneffluss: Mit etwa 10 cm dickem Eis bedeckt.

Peenestrom: Von Wolgast südwärts mit 10–25 cm dickem Festeis bedeckt.

Stettiner Haff: Mit 10–25 cm dickem Festeis bedeckt.

Aufgrund der Eislage und der zunehmenden Vereisung wurden folgende Schifffahrtsbeschränkungen durch das Wasser- und Schifffahrtsamt Stralsund für alle Bereiche des WSA verhängt:

09.12.2010: Nachtfahrverbot für das Stralsunder und Wolgaster Revier, für die Zufahrten zu den Häfen am Greifswalder Bodden sowie dem Kleinen Haff und der Peene.

15.12.2010: Die Reviere Kleines Haff, der südliche Peenestrom, der Peeneffluss und ab Jahresende auch die Nordansteuerung Stralsund einschließlich der Boddengewässer West sind für die Schifffahrt geschlossen. Es erfolgt kein Eisaufruch mehr.

01.01.2011: Eisbrecherunterstützung beim Ansteuern des Nord- und Südhafens Stralsund

the Lower Warnow; thin to compact, 10–15 cm thick ice occurred in the sea ports, and close thin ice in the sea fairway and offshore waters.

Fairway to Stralsund: *In the harbour of Stralsund and as far as Freesendorfer Haken, a fairway had been cut through an ice cover of 10–20 cm thickness. In the Landtief and Osttief, a fairway had been cut through consolidated ice of 5–15 cm thickness.*

Fairway to Sassnitz: *Open thin ice and new ice floated in the harbour of Sassnitz.*

Fairway to Wolgast: *Close to compact 5–10 cm thick ice occurred from Wolgast to Ruden; a navigation fairway had been cut.*

Bodden waters:

Bodden south of Darß and Zingst peninsula: *Covered with 15–20 cm thick ice. Consolidated, 20–25 cm thick ice occurred in the Zingster Strom.*

Bodden between Rügen and Hiddensee: *Covered with 15–25 cm thick fast ice. Near the Wittower ferry, close ice was 15–20 cm thick.*

Bight of Greifswald: *In the harbour of Greifswald-Wieck and in Dänische Wiek, there was a closed ice cover of about 16 cm thickness, close to shore about 25 cm. On the north coast, fast ice reached 10–20 cm thickness. In the other areas, consolidated ice of 10–20 cm thickness prevailed. In the outer waters, single thin ice floes drifted eastward.*

River Peene: *Covered with about 10 cm thick ice.*

Peenestrom: *Covered with 10–25 cm thick fast ice from Wolgast southward.*

Szczecin Lagoon: *Covered with 10–25 cm thick fast ice.*

The general ice situation and growing ice cover caused the Stralsund Waterways and Shipping Board to impose the following navigation restrictions for all areas under its responsibility:

09.12.2010: *Navigation at night is prohibited in the pilotage areas of Stralsund and Wolgast, in the approaches to the harbours in the Bight of Greifswald and Kleines Haff, and on the river Peene.*

15.12.2010: *The pilotage areas of Kleines Haff and southern Peenestrom, the river Peene and, from the end of the year, the northern approach to Stralsund including the western bodden waters are closed to navigation. Use of icebreakers is discontinued.*

01.01.2011: *Icebreaker assistance in the approaches to the north and south harbours of*

sowie der Häfen am südlichen Greifswalder Bodden (Lubmin, Vierow, Ladebow) und des Hafens Wolgast kann nur noch solchen Fahrzeugen gegeben werden, die für die Eisfahrt geeignet sind und über eine Eisklasse (1 C und höher) verfügen. Die Maschinenleistung dieser Fahrzeuge muss mindestens 1000 KW oder mehr betragen.

Stralsund, in the harbours along the southern coast of the Bight of Greifswald (Lubmin, Vierow, Ladebow), and in the harbour of Wolgast is only provided to ice-strengthened vessels having an ice class (1C or higher). The engine output of such vessels must be at least 1000 KW.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 84

Nr. 16
Rostock, den 30.12.2010

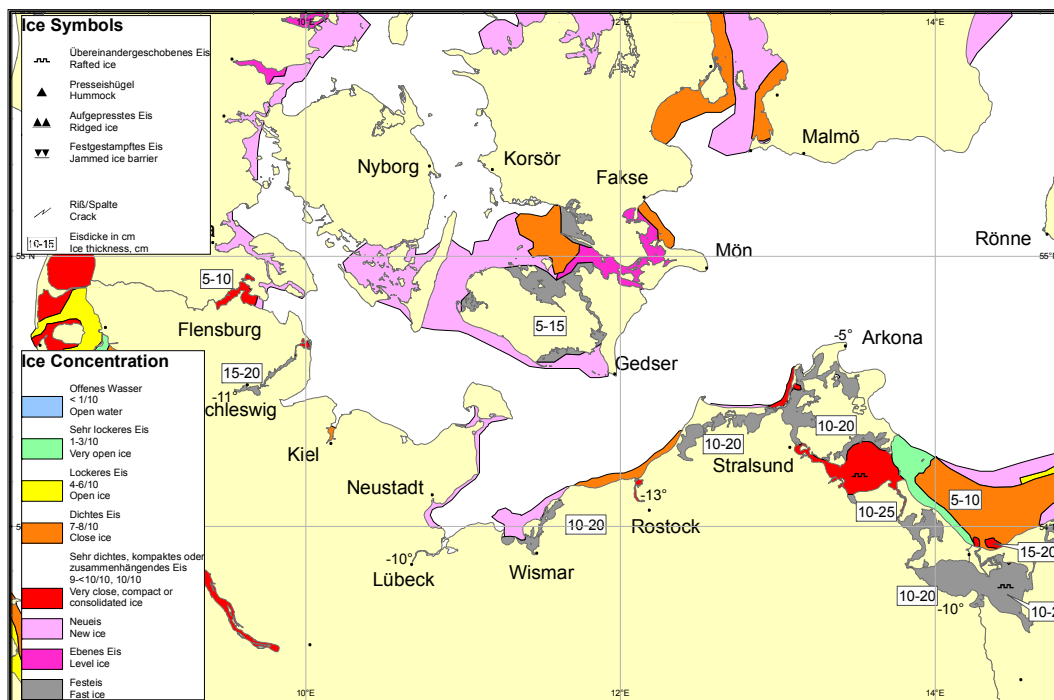


Abbildung 2.13: Eissituation in der westlichen Ostsee am 30. Dezember 2010
Figure 2.13: Ice situation in the western Baltic Sea on 30 December 2010

In den folgenden fünf Wochen verlief die Eisentwicklung schleppend, mit der Tendenz erst zu langsamer, dann zu rascher Eisabnahme. Zwischen dem 8. und dem 16. Februar wurden auch die inneren Küstengewässer in Vorpommern vollkommen eisfrei. Dafür sorgten zwei kurz nach einander folgenden Tauwetterabschnitte mit Tageslufttemperaturen bis zu 9 °C, zeitweiligem Regen und frischen westlichen bis südwestlichen Winden. Mitte Februar stellte sich die Wetterlage erneut um: Auf der Südseite eines Hochdruckgebietes über Nordskandinavien gelangte mit südöstlichen bis östlichen Winden mäßig kalte Luft in die deutschen Küstenbereiche. In den östlichen inneren Gewässern begann sich wieder Neueis zu bilden. Die Eisbildung setzte sich in den nächsten Tagen bei nachlassenden Winden und weiter sinkenden Temperaturen verstärkt fort und griff auf die westlichen inneren Abschnitte über.

During the next five weeks, the development of ice was slow, with an initially weak decreasing trend followed by a faster melt-down of ice. Between 8 and 16 February, also the inner coastal waters of Vorpommern were completely free of ice. This was due to two successive warm spells with temperatures of up to 9 °C, temporary rain, and fresh westerly to southwesterly winds. In mid-February, the weather situation changed once more: on the south side of a high-pressure zone over northern Scandinavia, southeasterly to easterly winds brought moderately cold air into the German coastal areas. New ice began to form in the inner coastal waters along the eastern Baltic coast. Decreasing wind and falling temperatures during the next few days led to increasing ice formation, also in the inner coastal waters of the western part of the coast. However, the strongest ice formation was recorded on the

Das meiste Eis hat sich jedoch in den östlichen Bereichen gebildet, sehr schnell waren die inneren Gewässer vollständig mit Eis bedeckt, in der Pommerschen Bucht froh das neu gebildete Pfannkucheneis zu einer Eisdecke zusammen. Das zweite Maximum der Eisentwicklung wurde am 27./28. Februar erreicht, siehe Abbildung 2.14. Die gemessene Eisdicke war zwischen 5 und 20 cm, dabei beziehen sich die größeren Werte auf zusammen- oder übereinandergeschobenes Eis.

So schnell wie das Eis sich während der zweiten Kälteperiode gebildet hat, so schnell verschwand es – Mitte März waren alle Gewässer an der deutschen Ostseeküste eisfrei.

Schlussfolgerung

Wenn die Eisbildung früh beginnt, bedeutet das nicht, dass der Eiswinter stark oder sehr stark sein wird. In Stralsunder Bereichen beginnt die Eisbildung normalerweise Ende Dezember, frühester Beginn war um den 20. November (Winter 1965/66). In den Boddengewässern bildet sich das Eis durchschnittlich um den 20.12., frühester Beginn war Mitte November (z. B. 15.11.1965 oder 16.11.1984 im Kleinen Haff). Dabei war der Winter 1965/66 ein mäßiger, der Winter 1984/85 ein sehr starker Eiswinter. Auch die Eissaison 2010/11 wird trotz sehr frühen Beginns als ein mäßiger Eiswinter klassifiziert.

eastern coast, where the inner waters soon were covered completely with ice. Pancake ice which had newly formed in the Pomeranian Bight quickly formed a closed ice cover. The second maximum of ice development was reached on 27/28 February, cf. figure 2.14. Ice thicknesses between 5 and 20 cm were measured, with the larger values recorded in areas where ice rafting occurred.

The ice forming during the second cold spell disappeared as quickly as it had developed: by mid-March, all German Baltic Sea waters were free of ice.

Conclusions

Early ice formation does not necessarily imply that a strong or very strong ice winter is imminent. In the waters around Stralsund, ice normally begins to form at the end of December, the earliest date on record being 20 November (winter of 1965/66). The average date of beginning ice formation in the bodden waters is 20 December, and the earliest date is mid-November (e. g. 15 Nov. 1965, and 16 Nov. 1984 in Kleines Haff). The winter of 1965/66 was a moderate ice winter, that of 1984/85 a very strong ice winter. Also the ice season of 2010/11 has been classified as a moderate ice winter despite its early beginning.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 84

Nr. 47
Rostock, den 27.02.2011

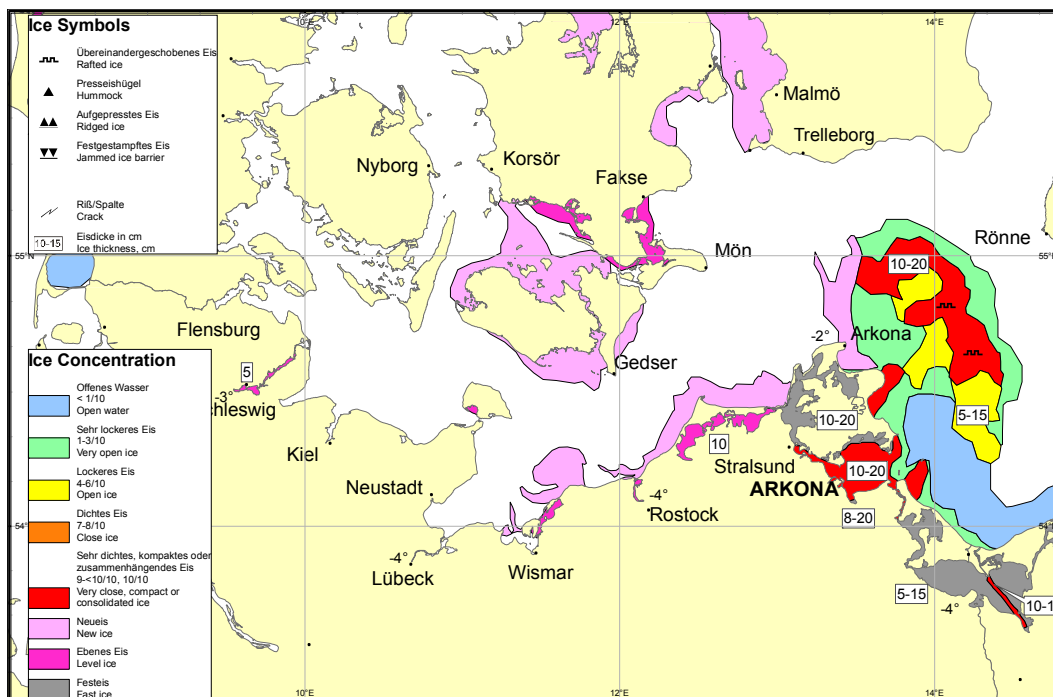


Abbildung 2.14: Eissituation in der westlichen Ostsee am 27. Februar 2011
Figure 2.14: Ice situation in the western Baltic Sea on 27 February 2011

Zusammenhang zwischen der flächenbezogenen Eisvolumensumme und der Winterzahl eines Winters

In den Eiswintern 2009/10 und 2010/11 wurde genügend Eis produziert, um den Zusammenhang zwischen der flächenbezogenen Eisvolumensumme ($V_{A\Sigma}$) und der modifizierten Winterzahl (Wz^*) zu überprüfen. Die flächenbezogene Eisvolumensumme repräsentiert die Stärke eines Eiswinters, und die Winterzahl gibt den meteorologischen Charakter eines Winters wieder. Der Zusammenhang zwischen beiden Größen wurde empirisch gefunden und ist in der Arbeit von G. Koslowski „Die flächenbezogene Eisvolumensumme, eine neue Maßzahl für die Bewertung des Eiswinters an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins und ihr Zusammenhang mit dem Charakter des meteorologischen Winters“ in Dt. Hydrogr. Z, 42, S. 61–80 beschrieben.

In der Abbildung 2.15 ist der Zusammenhang zwischen $V_{A\Sigma}$ und Wz^* sowie die Werte der flächenbezogenen Eisvolumensumme der letzten 6 Eiswinter, die an der Küste Schleswig-Holsteins stark oder mäßig ausfielen, dargestellt. Die Regressionsgleichung für die Küste Schleswig-Holsteins wurde von den Angaben des Zeitraumes 1929–1987 abgeleitet (Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0.9853$). Die großen Abweichungen der gemessenen $V_{A\Sigma}$ -Werten für die Küste Schleswig-Holsteins von der Regressionsgleichung im $V_{A\Sigma}$ -Bereich um 2 m werden deutlich minimiert, wenn man den Einfluss der relativen Luftfeuchtigkeit berücksichtigt, siehe Abbildung 2.16. Die „trockenen Eiswinter“ 1995/96 und 1996/97 werden durch die Gleichung für die Winter mit einer „niedrigen“ relativen Luftfeuchtigkeit, die „nassen“ Winter 2002/03, 2005/06, 2009/10 und 2010/11 durch die Gleichung für Winter mit einer „hohen“ relativen Luftfeuchtigkeit (um 90 % im Mittel) besser beschrieben. Die Zusammenhang zwischen $V_{A\Sigma}$ und Wz^* für die Küste von Mecklenburg-Vorpommern wird separat behandelt. Die Unterschiede in meteorologischen Bedingungen und in der Küstenmorphologie führen oft zu unterschiedlicher Eisproduktion, meist zu „Eisüberproduktion“ im Osten. Gute Beispiele liefern uns die letzten zwei Winter: $V_{A\Sigma}$ (SH, 2010) = 2.93 m, $V_{A\Sigma}$ (MV, 2010) = 5.33 m, $V_{A\Sigma}$ (SH, 2011) = 1.39 m, $V_{A\Sigma}$ (MV, 2011) = 3.35 m. Mit den gemittelten Werten ist keine gute Übereinstimmung mit dem meteorologischen Charakter des Winters zu erwarten.

Relationship between accumulated areal ice volume and winter severity index

In the ice winters of 2009/10 and 2010/11, sufficient ice was produced to allow a verification of the relationship between the accumulated areal ice volume ($V_{A\Sigma}$) and the modified winter severity index (Wz^*). The accumulated areal ice volume indicates the severity of an ice winter, and the winter severity index stands for the meteorological characteristics of a winter. The relationship between the two quantities was found empirically and has been described in the paper by G. Koslowski „Die flächenbezogene Eisvolumensumme, eine neue Maßzahl für die Bewertung des Eiswinters an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins und ihr Zusammenhang mit dem Charakter des meteorologischen Winters“ published in the „Deutsche Hydrographische Zeitschrift“, vol. 42, p. 61–80.

Figure 2.15 shows the relationship between $V_{A\Sigma}$ and Wz^* and the accumulated areal ice volume figures of the last 6 ice winters which were strong or moderate on the coast of Schleswig-Holstein (coefficient of determination $R^2 = 0.9853$). The large deviations of the $V_{A\Sigma}$ values measured on the coasts of Schleswig-Holstein from the $V_{A\Sigma}$ part of the regression equation, by 2 m, are clearly minimised by taking into account the influence of relative humidity, cf. figure 2.16. The „dry“ ice winters of 1995/96 and 1996/97 are better described by the equation for winters with a „low“ relative humidity, and the „wet“ ice winters of 2002/03, 2005/06, 2009/10, and 2010/11 by the equation for winters with a „high“ relative humidity (around 90% on average). The relationship between $V_{A\Sigma}$ and Wz^* on the coast of Mecklenburg-Vorpommern is dealt with separately. Differences in the prevailing meteorological conditions and coastal morphology often lead to differences in ice production, mostly with more ice produced in the east. Good examples are the past two winter seasons: $V_{A\Sigma}$ (SH, 2010) = 2.93 m, $V_{A\Sigma}$ (MV, 2010) = 5.33 m, $V_{A\Sigma}$ (SH, 2011) = 1.39 m, $V_{A\Sigma}$ (MV, 2011) = 3.35 m. Averaged values in this case are not likely to produce a good match with meteorological characteristics.

Für die Küste Mecklenburg-Vorpommerns wurde die Regressionsgleichung von den Angaben des Zeitraumes 1940–2011 abgeleitet (Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0.9803$). Der Zusammenhang zwischen $V_{A\Sigma}$ und Wz^* ist in der Abbildung 2.17 ersichtlich.

The regression equation for the coast of Mecklenburg-Vorpommern was derived from data covering the period from 1940 to 2011 (coefficient of determination $R^2 = 0.9803$). Figure 2.17 shows the relationship between $V_{A\Sigma}$ and Wz^ .*

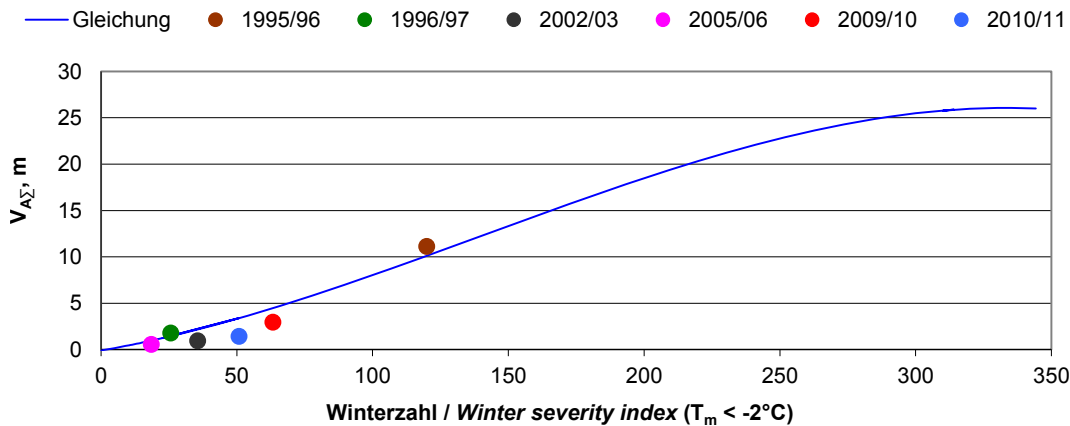


Abbildung 2.15: Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme an der Küste Schleswig-Holsteins und die Winterzahl Wz^* ($T_m < -2.0$ °C) von Schleswig

Figure 2.15: Regression curve for the accumulated areal ice volume on the coast of Schleswig-Holstein and winter severity index Wz^* ($T_m < -2.0$ °C) for Schleswig

Gleichung/Equation: $V_{A\Sigma} = -0,1017 + 0,0506 W_z^* + 0,4033 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,9588 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$

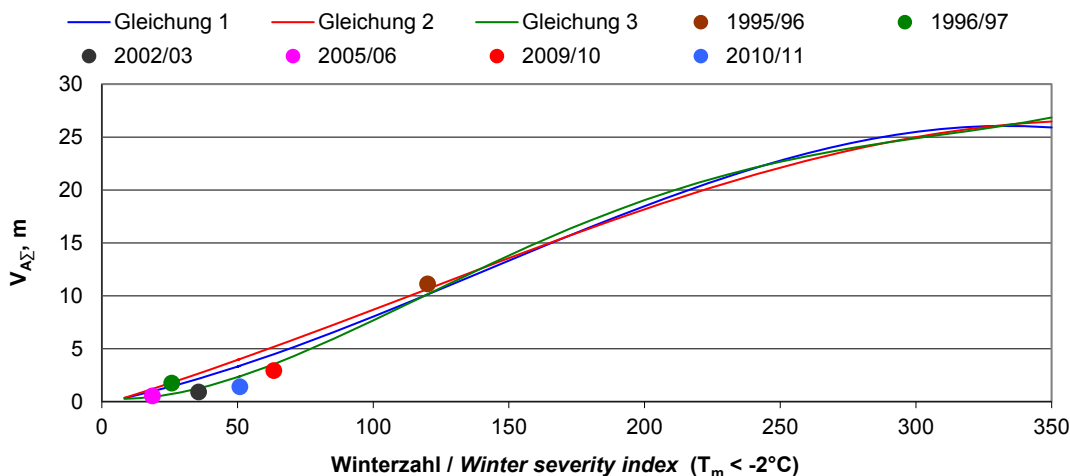


Abbildung 2.16: Regressionskurven für die flächenbezogene Eisvolumensumme an der Küste Schleswig-Holsteins und die Winterzahl Wz^* ($T_m < -2.0$ °C) von Schleswig

Figure 2.16: Regression curves for the accumulated areal ice volume on the coast of Schleswig-Holstein and winter severity index Wz^* ($T_m < -2.0$ °C) for Schleswig

Gleichung/Equation 1: Für alle Winter

$V_{A\Sigma} = -0,1017 + 0,0506 W_z^* + 0,4033 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,9588 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$

Gleichung/Equation 2: Für die Winter mit einer „niedrigen“ relativen Luftfeuchtigkeit

$V_{A\Sigma} = -0,2958 + 0,07705 W_z^* + 0,1802 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,5196 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$

Gleichung/Equation 3: Für die Winter mit einer „hohen“ relativen Luftfeuchtigkeit

$V_{A\Sigma} = -0,3061 + 0,01539 W_z^* + 0,1361 \cdot 10^{-2} W_z^{*2} - 0,5324 \cdot 10^{-5} W_z^{*3} + 0,6229 \cdot 10^{-8} W_z^{*4}$

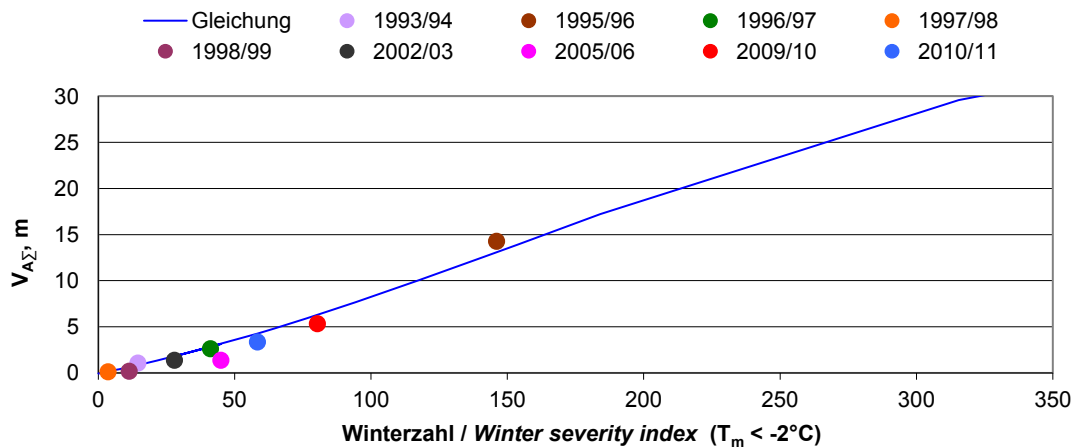


Abbildung 2.17: Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns und die Winterzahl Wz^* ($T_m < -2.0\text{ °C}$) von Greifswald

Figure 2.17: Regression curve for the accumulated areal ice volume on the coast of Mecklenburg-Vorpommern and winter severity index Wz^* ($T_m < -2.0\text{ °C}$) for Greifswald

Gleichung/Equation: $V_{A\Sigma} = -0,0655 + 0,059 W_z^* + 0,3 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,6 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$

Ob die relative Luftfeuchtigkeit auch für die Küste Mecklenburg-Vorpommerns, wo der Einfluss der trockenen Festlandluft von Osten stärker ist als in den westlichen Bereichen, eine große Rolle spielt, ist noch zu prüfen. Die statistische Relevanz dieser Beziehung und die Möglichkeit ihrer Anwendung für die Berechnung der unbekanntenen Größen in historischen Datenreihen werden später untersucht.

Whether relative humidity also plays an important role on the coast of Mecklenburg-Vorpommern, where the influence of dry continental air from easterly directions is stronger than in the western coastal region, will have to be examined. The statistical relevance of this relationship and its possible use in the computation of unknown quantities in historical data series remains to be investigated.

Eisverhältnisse in den Küstenbereichen der Deutschen Bucht, im Kattegat, Skagerrak und in den dänischen Gewässern der westlichen Ostsee

An der niederländischen **Nordseeküste** kam südlich der westfriesischen Inseln sehr lockeres bis lockeres dünnes Eis in der dritten Dezemberdekade und an wenigen Tagen Anfang Januar vor. Insgesamt wurde Eis an 6–18 Tagen beobachtet. Im Limfjord an der dänischen Küste bildete sich bereits Anfang Dezember in geschützten Bereichen Eis, das Anfang Januar zu einer Decke aus kompaktem bis zu 50 cm dicken Eis zusammenfrohr und erst Mitte Februar verschwand, kleine Schiffe mit niedriger Maschinenleistung wurden vom Befahren dieser Gewässer gewarnt, vgl. Abbildung 2.18. Im Zeitraum zwischen Ende Februar und Mitte März war der Limfjord mit dünnem Eis oder Neueis bedeckt.

Ice conditions in the coastal areas of the German Bight, Kattegat, Skagerrak, and in the Danish waters of the western Baltic Sea

On the Dutch **North Sea coast**, very open to open thin ice occurred south of West Frisian Islands in the third decade of December and on a few days in early January. Ice was observed on a total of 6–18 days. In the Limfjord waters on the Danish coast, ice began to form in sheltered areas in early December. At the beginning of January, the ice formed a consolidated layer of up to 50 cm thickness, cf. figure 2.18, which lasted until mid-February. Small, low-powered vessels were warned of navigation in these waters. In the period between late February and mid-March, the waters of Limfjord were covered with thin ice or new ice.

Im **Skagerrak** waren im Winter 2010/11 einige kleinere Fjorde an der norwegischen Küste von Ende November bis Ende März vollständig mit Eis bedeckt. Die Eisdecke konnte ungestört bis 50 cm wachsen. Im Fahrwasser nach Oslo trat dichtes bis sehr dichtes dünnes Eis von Mitte Februar bis Mitte März auf, vgl. Abbildung 2.19.

Im **Kattegat** trat in kleineren Häfen und Fjorden an der dänischen Küste das Eis nur in der ersten Kälteperiode im Dezember und Januar auf. Die Schären und die geschützten Buchten an der schwedischen Küste waren von Ende Dezember bis Mitte März durchgehend mit Eis unterschiedlicher Konzentration bedeckt. Die Eisdicken erreichten Werte von 10–30 cm. Auf See sowie in den **Belten** und im **Sund** kamen bedeutende Eismengen nur Ende Dezember vor, siehe Abbildung 2.18.

Der **Vänernsee** war von Ende Dezember bis Anfang April vollständig mit Eis bedeckt: Die maximale Dicke des Schärenfesteises erreichte im März Werte um 50 cm, auf See kam kompaktes 30–50 cm dickes Eis vor.

Eisverhältnisse in der südlichen Ostsee

Der Höchststand der Eisentwicklung wurde in der dritten Februardekade erreicht. Zu diesem Zeitpunkt lag im Stettiner Haff an der polnischen Küste 10–15 cm dickes Festeis, in den Häfen entlang der Küste kam dichtes bis sehr dichtes bis zu 20 cm dickes Eis oder Neueis vor. In der Pommerschen Bucht und an der Außenküste erstreckte sich ostwärts ein Gürtel mit stellenweise dichtem 5–12 cm dicken Eis. In der Gdansker Bucht kam außerhalb der Küste kompaktes 10–20 cm dickes Eis vor.

Das Frische und das Kurische Haff waren mit 20–54 cm dickem Festeis bedeckt. Auf See lag östlich von 19° O dichtes bis sehr dichtes 5–15 cm dickes Treibeis, vgl. Abbildung 2.20.

*In the **Skagerrak**, some smaller fjords on the Norwegian coast were covered completely with ice from late November to late March. The ice cover increased steadily to a thickness of 50 cm. In the fairway to Oslo close to very close thin ice occurred from mid-February to mid-March, cf. figure 2.19.*

*In the **Kattegat**, ice occurred only during the first cold spell in December and January in some smaller harbours and fjords on the coast of Denmark. The skerries and sheltered bays along the Swedish coast were covered continuously with ice of different concentrations from late December to mid-March. Ice thicknesses reached 10–30 cm. In offshore waters and in the **Belts** and **Sounds**, major quantities of ice occurred only at the end of December, cf. figure 2.18.*

***Lake Vänern** was covered completely with ice from late December to early April: the maximum thickness of fast ice in the skerries reached 50 cm in March, and compact 30–50 cm thick ice occurred in offshore waters.*

Ice conditions in the southern Baltic Sea

The maximum of ice development was reached in the third decade of February. At that time, fast ice of 10–15 cm thickness covered Szczecin Lagoon on the coast of Poland, and close to very close, up to 20 cm thick ice or new ice was observed in the harbours along the coast. In the Pomeranian Bight and on the outer Baltic coasts, a belt of locally close 5–12 cm thick ice extended eastward. Ice of 10–20 cm thickness occurred off the coasts of the Gulf of Gdansk.

Vistula Lagoon and Curonian Lagoon were covered with 20–54 cm thick fast ice. The offshore waters east of 19° E were covered with close to very close 5–15 cm thick drift ice, cf. figure 2.20.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 84

Rostock, den 24.02.2011

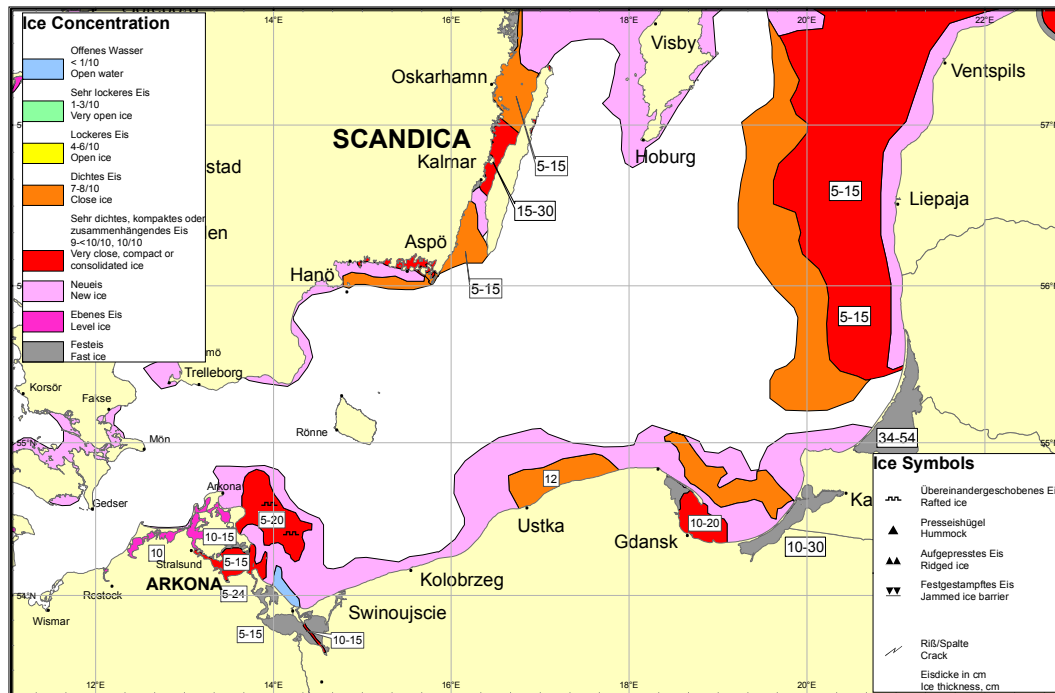


Abbildung 2.20: Eislage in der südlichen Ostsee am 24. Februar 2011
Figure 2.20: Ice situation in the southern Baltic Sea on 24 February 2011

Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56° N)

Das erste Eis bildete sich in den nördlichsten inneren Schären der Bottenvik Anfang November, im östlichen Finnischen Meerbusen begann die Eisbildung am 25. November, etwa zum normalen Termin. Bis Mitte Dezember verlief die Eisbildung zögernd. Die kurzen Phasen intensiver Eisbildung wurden durch Schübe milderer Luft aus südlichen Richtungen unterbrochen. In der Zeit um den 20. Dezember kam der nördliche Ostseeraum unter Einfluss eines Hochdruckgebietes über Grönland. Das Wetter im Ostseeraum wurde durch hochreichende Kaltluft, die von Osten und Norden einfluss, bestimmt. Bei mäßigem bis sehr strengem Frost nahm die Eisdicke und Eisausdehnung im nördlichen Ostseeraum weiter zu. Anfang Januar war der Bottnische Meerbusen nördlich von 63° N und der Finnische Meerbusen östlich von 27° E sowie das Schärenmeer vollständig mit Eis bedeckt. Anfang Februar floss auf der Rückseite von zwei Tiefdruckgebieten, die über Nordskandinavien hinweg ost- bis südostwärts zogen, von Norden her sehr kalte Luft in den nördlichen Ostseeraum ein, die dann unter Hochdruckeinfluss gelangte. Das stabile Hochdruckgebiet über Nordskandinavien hat von Mitte

Ice conditions in the northern region of the Baltic Sea (north of 56° N)

First ice formed in the northernmost inner skerries of the Bay of Bothnia in early November. In the eastern part of the Gulf of Finland, ice formation began on 25 November, which is about the normal time. Until mid-December, ice development was slow. Short phases of intensive ice formation were interrupted by warm spells bringing mild southerly air into the region. Around 20 December, the northern Baltic Sea region came under the influence of a high-pressure zone over Greenland. Weather in the Baltic was determined by high reaching cold air flowing in from the east and north. Moderate to severe frost caused both ice thickness and extent in the northern Baltic region to increase further. In early January, the Gulf of Bothnia north of 63° N, the Gulf of Finland east of 27° E, and the Archipelago Sea were covered completely with ice. At the beginning of February, very cold northerly air at the back of two low-pressure zones tracking east to southeastward across northern Scandinavia flowed into the northern Baltic Sea region and came under the influence of an anti-cyclonic zone. The stable high-pressure zone over northern Scandinavia determined weather conditions

Februar bis Ende Februar das Wetter im nördlichen Ostseeraum bestimmt. Intensive Eisbildung setzte sich fort, das Eis nahm in allen Bereichen bei Lufttemperaturen zwischen -15 °C und -30 °C an Dicke und Ausdehnung zu. Die südliche Eisgrenze verlief von der Nordspitze Ölands nach Gotland, dann von der Nordspitze Gotlands nach Osten bis etwa $19^{\circ} 30' \text{O}$ und entlang dieser Länge bis südlich von Klaipėda. Der Höhepunkt des Eisvorkommens im nördlichen Ostseeraum wurde um den 25. Februar erreicht, vgl. Eiskarte in der Abbildung 2.21. Das Festeis in den Schären der Bottenvik war zu dieser Zeit 35–75 cm dick, in der Bottensee 30–70 cm, im östlichen Finnischen Meerbusen 40–65 cm, im westlichen Finnischen Meerbusen und im Schärenmeer 20–55 cm, im Rigaischen Meerbusen 20–70 cm und in den Schären der nördlichen Ostsee 15–30 cm dick. Auf See erreichten die Dicken des ebenen Eises Werte von 20–65 cm in der Bottenvik, von 10–40 cm in der Bottensee, von 10–30 cm im Ålandsee, von 10–50 cm im Finnischen und Rigaischen Meerbusen und 5–15 cm im Seebereich der nördlichen Ostsee. Die Schifffahrt wurde in allen Seebereichen durch Bildung von Presseisrücken, Pressungen im Eis sowie Eiszusammenschiebungen an den Luvküsten und an den Eisrändern oft erschwert. Besonders schwierige Eisverhältnisse, hervorgerufen durch zeitweilig auffrischende Winde aus überwiegend westlichen Richtungen, herrschten außerhalb der finnischen Küste des Bottnischen Meerbusens und im Ostteil des Finnischen Meerbusens im März und April vor. Bereits Anfang März dominierten im nördlichen Ostseeraum windbedingte Änderungen der Eislage: Das Eis im Bottnischen Meerbusen trieb nordostwärts bis ostwärts, und entlang der schwedischen Küste öffnete sich eine breite Rinne. Das dünne Eis im Bereich der mittleren Ostsee trieb ebenfalls ostwärts und nahm ab, die südliche Eisgrenze verschob sich innerhalb einer Woche deutlich nach Norden. Ende März setzte vom Süden her der jahreszeitliche Eisrückgang ein. Das letzte Treibeis im zentralen Seegebiet der Bottenvik löste sich Ende Mai zum durchschnittlichen Termin auf.

in the northern Baltic from mid-February to the end of February. Intensive ice formation continued, and both thickness and extent of ice increased in all areas, with air temperatures ranging from -15 °C to -30 °C . The southern ice limit extended from the northern spit of Öland to Gotland, then from the northern spit of Gotland eastward to about $19^{\circ} 30' \text{E}$, and along this line to the waters south of Klaipėda. The maximum of ice formation in the northern Baltic region was reached around 25 February, cf. ice chart in figure 2.21. Fast ice in the skerries of the Bay of Bothnia at this time was 35–75 cm thick, in the Sea of Bothnia 30–70 cm, in the eastern part of the Gulf of Finland 40–65 cm, in the western Gulf of Finland and Archipelago Sea 20–55 cm, in the Gulf of Riga 20–70 cm, and in the skerries of the northern Baltic Sea 15–30 cm thick. In the offshore waters, level ice reached thicknesses of 20–65 cm in the Bay of Bothnia, 10–30 cm in the Åland Sea, 10–50 cm in the Gulfs of Finland and Riga, and 5–15 cm in the offshore waters of the northern Baltic Sea. Navigation in all offshore waters was obstructed by ice ridges and ice rafting on the windward coasts and on the ice edges. Conditions were particularly difficult in the waters of the Gulf of Bothnia off the coast of Finland, and in the eastern part of the Gulf of Finland during March and April, caused by temporarily freshening winds mainly from westerly directions. At the beginning of March, wind-induced changes in the ice situation prevailed in the northern Baltic: ice in the Gulf of Bothnia drifted in northeasterly to easterly directions, and a wide channel opened along the coast of Sweden. The thin ice in the central part of the Baltic Sea also drifted eastward and decreased, with the southern ice limit moving a considerable distance north. The seasonal ice melt set in at the end of March, beginning in the south. Last drift ice in the central offshore area of the Bay of Bothnia melted at the end of May, which is the normal time.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 84

Nr. 27
Rostock, den 24.02.2011

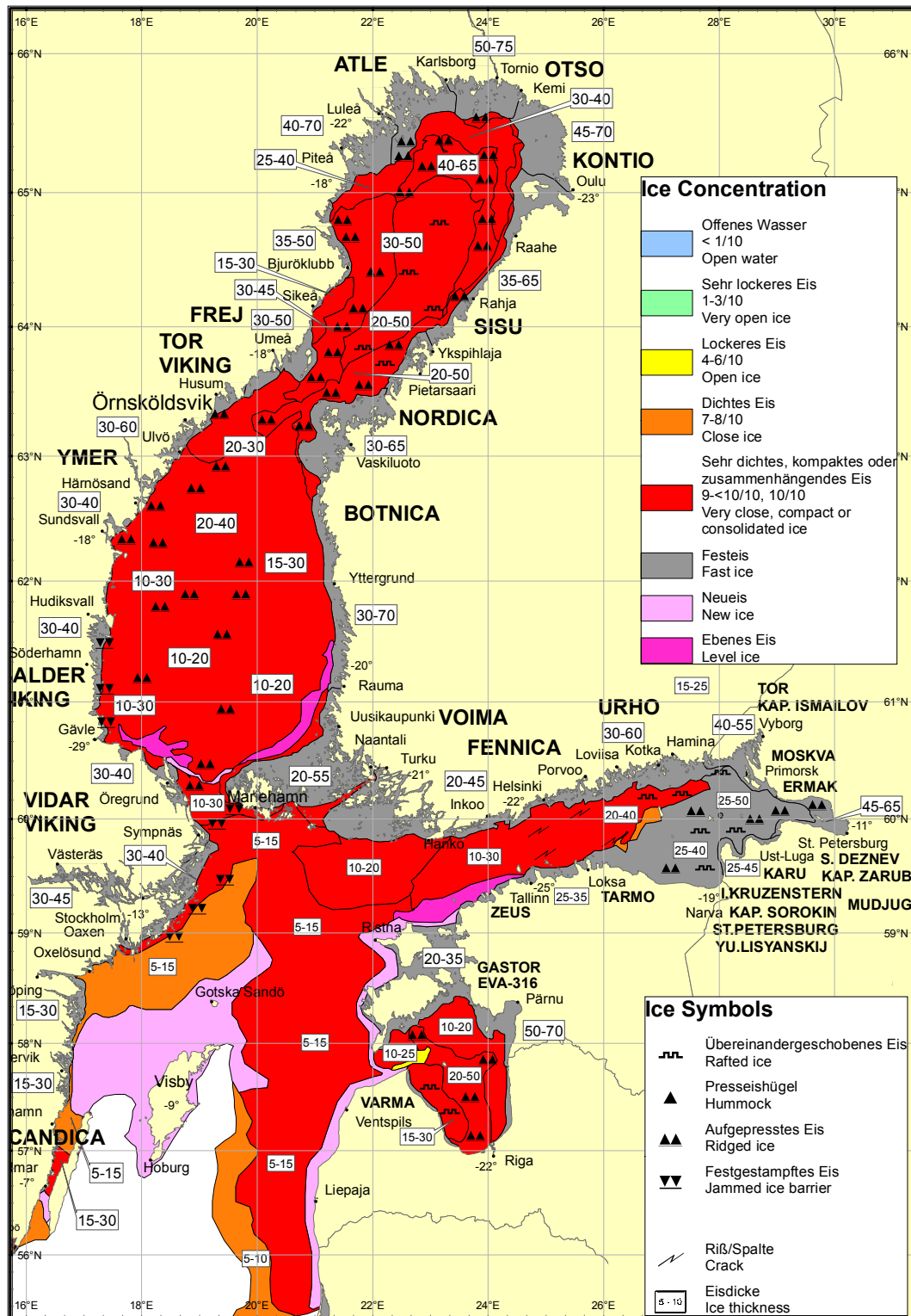


Abbildung 2.21: Eisübersichtskarte vom 24. Februar 2011 mit der maximalen Eisausdehnung
Figure 2.21: General ice chart of 24 February 2011 with maximum ice extent

Anhang/Appendix

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Beginn des Eisauftritts <i>Beginning of ice occurrence</i>	Ende des Eisauftritts <i>End of ice occurrence</i>	Anzahl der Tage mit Eis <i>Number of days with ice</i>	Max. Dicke des ebenen Eises, cm <i>Max. ice thickness, cm</i>
Holtenau, Kanalzufahrt	28.12.10	09.01.11	10	<5
Kanal, Holtenau – Rendsburg	23.12.10	12.01.11	21	10–15
Kanal, Rendsburg – Fischerhütte	26.12.10	12.01.11	18	10–15
Kanal, Fischerhütte – Brunsbüttel	27.12.10	14.01.11	19	10–15
Brunsbüttel, Kanalzufahrt	16.12.10	14.01.11	30	10–15
Ellenbogen (Sylt), Listertief	22.12.10	26.02.11	30	17
Dagebüll, Hafen	02.12.10	13.01.11	39	10–15
Dagebüller Fahrwasser	04.12.10	15.01.11	36	10–15
Wyk auf Föhr, Hafen	20.12.10	02.03.11	37	15–30
Wyk auf Föhr, Norderaue	20.12.10	26.02.11	34	15–30
Amrum, Hafen Wittdün	07.12.10	17.01.11	42	30
Amrum, Vortrapptief	07.12.10	21.01.11	43	30
Amrum, Schmaltief	07.12.10	20.01.11	44	30
Husum, Hafen	01.12.10	27.02.11	51	10–15
Husum, Au	01.12.10	24.02.11	48	10–15
Nordstrand, Hever	18.12.10	26.02.11	31	18
Tönning, Hafen	01.12.10	03.03.11	57	15–30
Eiderdamm, Seegebiet	02.12.10	27.02.11	54	15
Büsum, Hafen	03.12.10	27.02.11	48	5–10
Büsum, Norderpiep	06.12.10	23.02.11	31	5–10
Büsum, Süderpiep	06.12.10	23.02.11	31	5–10
Harburg, Elbe	20.12.10	23.02.11	18	10–15
Hamburg, Elbbrücken – Kehr wieder	20.12.10	06.01.11	18	10–15
Hamburg-Landungsbrücken, Elbe	20.12.10	06.01.11	18	10
Altona, Elbe	20.12.10	06.01.11	18	10
Stadersand, Elbe	15.12.10	09.01.11	23	15–30
Glückstadt, Hafen und Einfahrt	15.12.10	13.01.11	30	10–15
Glückstadt, Elbe	15.12.10	13.01.11	30	10–15
Brunsbüttel, Elbe	18.12.10	14.01.11	28	10–15
Cuxhaven, Hafen und Einfahrten	15.12.10	13.01.11	25	30
Cuxhaven, Elbe	19.12.10	07.01.11	16	30
Cuxhaven – Neuwerk	19.12.10	04.01.11	14	15
Neuwerk, Elbe	19.12.10	30.12.10	12	15
Leuchtturm Großer Vogelsand	27.12.10	30.12.10	4	10
Bremen, Weser	22.12.10	01.01.11	9	10
Brake, Weser	18.12.10	02.01.11	16	<5
Bremerhaven, Weser	21.12.10	14.01.11	25	10–15
Wilhelmshaven, Hafeneinfahrten		Nicht beob.	Not observed	
Wilhelmshaven, Tankerlöschbrücke	20.12.10	09.01.11	17	10–15
Schillig, Jadegebiet	20.12.10	09.01.11	16	10–15
Wangerooge, Fahrwasser	21.12.10	01.01.11	11	10–15
Wangerooge, Watten	20.12.10	01.01.11	9	10–15
Wangerooge, Harle	28.12.10	01.01.11	4	10–15
Norderney, Watten	08.12.10	03.01.11	17	15
Norderney, Seegat	08.12.10	03.01.11	17	10–15
Papenburg – Emden	05.12.10	08.01.11	28	10–15
Emden, Neuer Binnenhafen	13.12.10	08.01.11	25	15–20
Emden, Ems und Außenhafen	06.12.10	08.01.11	27	10–15
Ems, Emden – Randzelgat	04.12.10	11.01.11	33	10–15
Borkum, Randzelgat	20.12.10	30.12.10	11	5–10
Borkum, Westerems	21.12.10	04.01.11	15	5–10

Tabelle A2.1: Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2010/11

Table A2.1: Ice conditions in the waters of the German North Sea coast in the winter of 2010/11

Beobachtungsstationen Observations stations	Beginn des Eisauftretens Beginning of ice occurrence	Ende des Eisauftretens End of ice occurrence	Anzahl der Tage mit Eis Number of days with ice	Max. Dicke des ebenen Eises, cm Max. ice thickness, cm
Kamminke, Hafen und Umgebung	03.12.10	12.03.11	90	15–30
Ueckermünde, Hafen	03.12.10	06.03.11	58	10–15
Ueckermünde, Hf. – Ueckermündung	03.12.10	02.03.11	47	10–15
Ueckermünde, Stettiner Haff	03.12.10	10.03.11	88	15–30
Karnin, Stettiner Haff	02.12.10	11.03.11	72	10–15
Karnin, Peenestrom	02.12.10	11.03.11	72	10–15
Anklam, Hafen	03.12.10	09.03.11	70	5–10
Anklam, Hafen – Peenestrom	03.12.10	09.03.11	70	10–15
Brücke Zecherin, Peenestrom	02.12.10	07.03.11	68	15–20
Rankwitz, Peenestrom	01.12.10	07.03.11	76	27
Warthe, Peenestrom	01.12.10	10.03.11	89	26
Wolgast – Peenemünde	03.12.10	08.03.11	68	10–15
Peenemünde – Ruden	05.12.10	08.03.11	54	15–30
Koserow, Seegebiet	22.12.10	07.03.11	19	5–10
Stralsund, Hafen	04.12.10	08.03.11	69	10–20
Stralsund – Palmer Ort	04.12.10	08.03.11	72	15–30
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	05.12.10	09.03.11	64	15–30
Greifswald-Wieck, Hafen	01.12.10	08.03.11	71	20
Dänische Wiek	01.12.10	13.03.11	100	26
Greifswald-Ladebow, Hafen	08.12.10	14.03.11	74	15–30
Osttief	05.12.10	11.03.11	56	10–20
Landtiefrinne	19.12.10	10.03.11	56	10–20
Thiessow, Boddengebiet	06.12.10	14.03.11	85	40
Thiessow, Seegebiet	06.12.10	12.03.11	64	40
Lauterbach, Hafen und Umgebung	05.12.10	13.03.11	84	30
Greifswalder Oie, Seegebiet östlich	22.12.10	03.03.11	21	15–20
Fährhafen Sassnitz und Umgebung	24.02.11	08.03.11	13	10–15
Fährhafen Sassnitz, Seegebiet	24.02.11	07.03.11	12	10–15
Sassnitz, Hafen und Umgebung	28.12.10	12.03.11	43	10–15
Sassnitz, Seegebiet	22.02.11	08.03.11	15	10–30
Arkona, Seegebiet	23.02.11	07.03.11	10	10–30
Stralsund – Bessiner Haken	04.12.10	14.03.11	88	25
Vierendehrinne	04.12.10	14.03.11	88	27
Barhöft – Gellenfahrwasser	03.12.10	13.03.11	72	25
Neuendorf, Hafen und Umgebung	01.12.10	13.03.11	96	15–30
Neuendorf, Seegebiet	04.12.10	07.03.11	37	20
Schaprode – Hiddensee, Fahrwasser	01.12.10	13.03.11	96	20
Kloster, Seegebiet	22.12.10	25.02.11	18	20
Kloster, Boddengebiet	02.12.10	14.03.11	94	20
Dranske, Libbenfahrwasser	05.12.10	28.02.11	39	5
Dranske, Boddengebiet	02.12.10	13.03.11	92	30
Wittower Fähre, Gewässer bei	09.12.10	10.03.11	84	15
Althagen, Hafen und Umgebung	01.12.10	14.03.11	92	15
Zingst, Zingster Strom	04.12.10	01.03.11	51	20–25
Zingst, Seegebiet	29.12.10	01.03.11	10	5
Barth, Hafen und Umgebung	02.12.10	14.03.11	91	15
Rostock, Stadthafen	03.12.10	08.03.11	71	15–30
Rostock – Warnemünde	03.12.10	09.03.11	66	12–15
Rostock, Seehäfen	07.12.10	10.03.11	60	10–15
Warnemünde, Seekanal	20.12.10	07.03.11	48	5
Warnemünde, Seegebiet	29.12.10	05.03.11	12	5
Wismar, Hafen	07.12.10	01.03.11	53	20

Tabelle A2.2: Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2010/11
Table A2.2: Ice conditions on the German Baltic Sea Coast in the winter of 2010/11

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Beginn des Eisauftretens <i>Beginning of ice occurrence</i>	Ende des Eisauftretens <i>End of ice occurrence</i>	Anzahl der Tage mit Eis <i>Number of days with ice</i>	Max. Dicke des ebenen Eises, cm <i>Max. ice thickness, cm</i>
Wismar – Walfisch	20.12.10	03.02.11	40	25
Walfisch – Timmendorf	20.12.10	03.02.11	40	12
Lübeck – Travemünde	21.12.10	08.01.11	19	30
Travemünde, Hafen	21.12.10	08.01.11	19	30
Neustadt, Hafen	04.12.10	09.03.11	48	6
Neustadt, Seegebiet	30.12.10	07.03.11	10	<5
Dahmeshöved, Seegebiet	23.12.10	01.02.11	12	<5
Fehmarnsund	26.12.10	26.02.11	15	5–10
Kiel, Binnenhafen	22.12.10	24.02.11	13	5–10
Holtenau – Laboe	27.12.10	30.01.11	7	5–10
Heiligenhafen, Hafen	17.12.10	04.03.11	48	12
Westermarkelsdorf, Seegebiet	31.12.10	01.02.11	6	<5
Fehmarnbelt, Osteingang	30.12.10	30.01.11	5	5–10
Eckernförde, Hafen	18.12.10	08.03.11	42	<5
Eckernförde, Bucht	18.12.10	07.01.11	18	<5
Schlei, Schleswig – Kappeln	28.11.10	10.03.11	87	20
Schlei, Kappeln – Schleimünde	05.12.10	08.03.11	60	10
Flensburg – Holnis	27.11.10	08.03.11	48	10
Holnis – Neukirchen	28.12.10	01.01.11	5	5–10

Tabelle A2.2: Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2010/11 (Fortsetzung)

Table A2.2: Ice conditions on the German Baltic Sea Coast in the winter of 2010/11 (continued)

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Tage mit $K_B=2^*$ <i>Days with $K_B=2^*$</i>	Tage mit $K_B=3,5,6^*$ <i>Days with $K_B=3,5,6^*$</i>	Tage mit $K_B=8,9^*$ <i>Days with $K_B=8,9^*$</i>
Kanal, Rendsburg – Fischerhütte	3		
Brunsbüttel, Kanalzufahrt	7		
Ellenbogen (Sylt), Listertief	11		
Wyk auf Föhr, Norderaue	13		
Amrum, Hafen Wittdün	9	9	
Amrum, Vortrapptief	19	5	
Amrum, Schmaltief	18	4	
Husum, Hafen	4		
Husum, Au	2		
Nordstrand, Hever	9	8	
Tönning, Hafen	10	2	26
Eiderdamm, Seegebiet	9		
Büsum, Hafen	7		
Harburg, Elbe	14		
Hamburg, Elbbrücken – Kehrwieder	10		
Hamburg-Landungsbrücken, Elbe	10		
Altona, Elbe	10		
Stadersand, Elbe	10		
Glückstadt, Hafen und Einfahrt	7	13	
Glückstadt, Elbe	14	4	
Brunsbüttel, Elbe	4		
Cuxhaven, Hafen und Einfahrten	3		
Cuxhaven, Elbe	1		
Cuxhaven – Neuwerk	1		
Bremerhaven, Weser	1		
Wilhelmshaven, Tankerlöschbrücke	6	1	
Schillig, Jadegebiet	5		
Wangerooge, Watten	2		
Wangerooge, Harle	3		
Norderney, Watten	3		
Norderney, Seegat	1		
Papenburg – Emden	3		
Emden, Neuer Binnenhafen	12		
Emden, Ems und Außenhafen	7		
Ems, Emden – Randzelgat	1		

Tabelle A2.3: Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2010/11
Table A2.3: Navigation conditions in the waters of the German North Sea coast in the winter of 2010/11

* Schlüsselzahlen nach dem Ostsee-Eiskode/*Code numbers according to the Baltic Sea Ice Code*

- $K_B = 2$ Schifffahrt für nichteisverstärkte Schiffe oder für Stahlschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig, für Holzschiffe sogar mit Eisschutz nicht ratsam/*Navigation difficult for low-powered vessels, for wooden vessels not advisable*
- $K_B = 3,5,6$ Schifffahrt ist nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich (ohne oder mit Eisbrecherunterstützung)/*Navigation is possible only for high-powered vessels of strong construction and suitable for navigation in ice (without or with ice breaker assistance)*
- $K_B = 8,9$ Schifffahrt ist vorübergehend eingestellt oder hat aufgehört/*Navigation is temporarily closed or has ceased*

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Tage mit $K_B=2^*$ <i>Days with $K_B=2^*$</i>	Tage mit $K_B=3,5,6^*$ <i>Days with $K_B=3,5,6^*$</i>	Tage mit $K_B=8,9^*$ <i>Days with $K_B=8,9^*$</i>
Kamminke, Hafen und Umgebung	14	10	57
Ueckermünde, Hafen	20		5
Ueckermünde, Hf. – Ueckermündung	13		5
Ueckermünde, Stettiner Haff	27		51
Karnin, Stettiner Haff	9	2	27
Karnin, Peenestrom	9	2	27
Anklam, Hafen	15		25
Anklam, Hafen – Peenestrom	13		24
Brücke Zecherin, Peenestrom	10		33
Rankwitz, Peenestrom	13		41
Warthe, Peenestrom	4	23	49
Wolgast – Peenemünde	13	12	
Peenemünde – Ruden	12	13	
Koserow, Seegebiet	1		
Stralsund, Hafen	9	32	
Stralsund – Palmer Ort	21	25	
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	10	35	
Greifswald-Wieck, Hafen	28	5	
Dänische Wiek	38	30	
Greifswald-Ladebow, Hafen	19	46	
Osttief	15	10	
Landtiefrinne	17	17	
Thiessow, Boddengebiet	14	41	
Thiessow, Seegebiet	11	16	
Lauterbach, Hafen und Umgebung	4	63	
Greifswalder Oie, Seegebiet im E	4	7	
Fährhafen Sassnitz und Umgebung	7	1	
Fährhafen Sassnitz, Seegebiet	8		
Sassnitz, Hafen und Umgebung	7	2	
Sassnitz, Seegebiet	4	3	
Stralsund – Bessiner Haken	11	37	24
Vierendehlrinne	9	43	22
Barhöft – Gellenfahrwasser	14	29	12
Neuendorf, Hafen und Umgebung	19	5	62
Neuendorf, Seegebiet	9	5	
Schaprode – Hiddensee, Fahrwasser	42	16	
Kloster, Boddengebiet	14	8	68
Dranske, Boddengebiet	52	30	1
Wittower Fähr, Gewässer bei	30	21	
Althagen, Hafen und Umgebung	15	22	33
Zingst, Zingster Strom	14	15	
Barth, Hafen und Umgebung	37	12	24
Rostock, Stadthafen	11	22	
Rostock – Warnemünde	16		
Wismar – Walfisch	21	6	
Walfisch – Timmendorf	19	3	
Heiligenhafen, Hafen	8		
Schlei, Schleswig – Kappeln	20	41	
Schlei, Kappeln – Schleimünde	14	2	
Flensburg – Holnis	13		

Tabelle A2.4: Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste, 2010/11

Table A2.4: Navigation conditions in the waters of the German Baltic Sea coast, 2010/11

* Schlüsselzahlen nach dem Ostsee-Eiskode/*Code numbers according to the Baltic Sea Ice Code*

- $K_B = 2$ Schifffahrt für nichteisverstärkte Schiffe oder für Stahlschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig, für Holzschiffe sogar mit Eisschutz nicht ratsam/*Navigation difficult for low-powered vessels, for wooden vessels not advisable*
- $K_B = 3,5,6$ Schifffahrt ist nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich (ohne oder mit Eisbrecherunterstützung)/*Navigation is possible only for high-powered vessels of strong construction and suitable for navigation in ice (without or with ice breaker assistance)*
- $K_B = 8,9$ Schifffahrt ist vorübergehend eingestellt oder hat aufgehört/*Navigation is temporarily closed or has ceased*

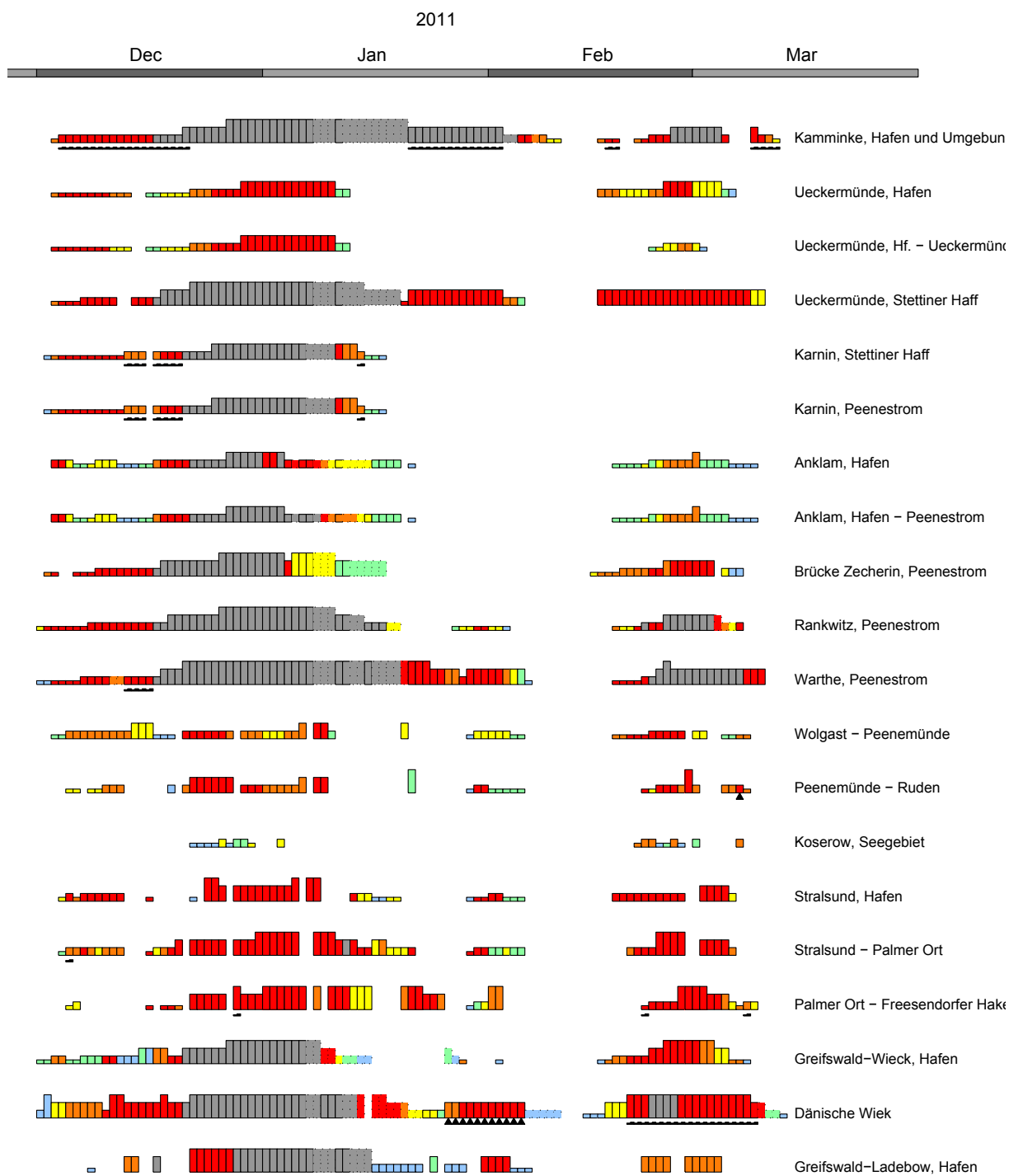


Abbildung A2.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2010/11
 Figure A2.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2010/11

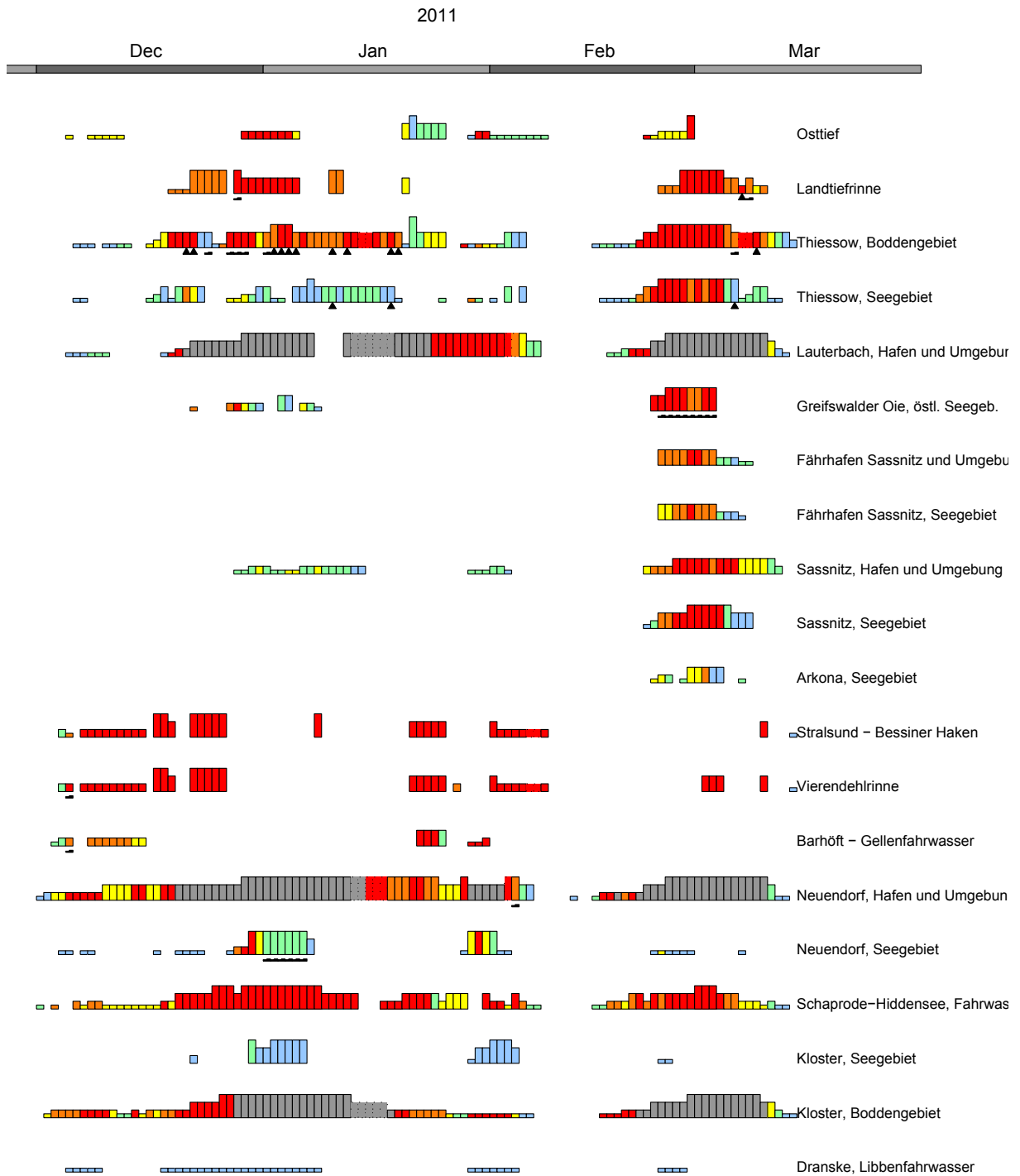


Abbildung A2.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2010/11 (Fortsetzung)
Figure A2.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2010/11 (continued)

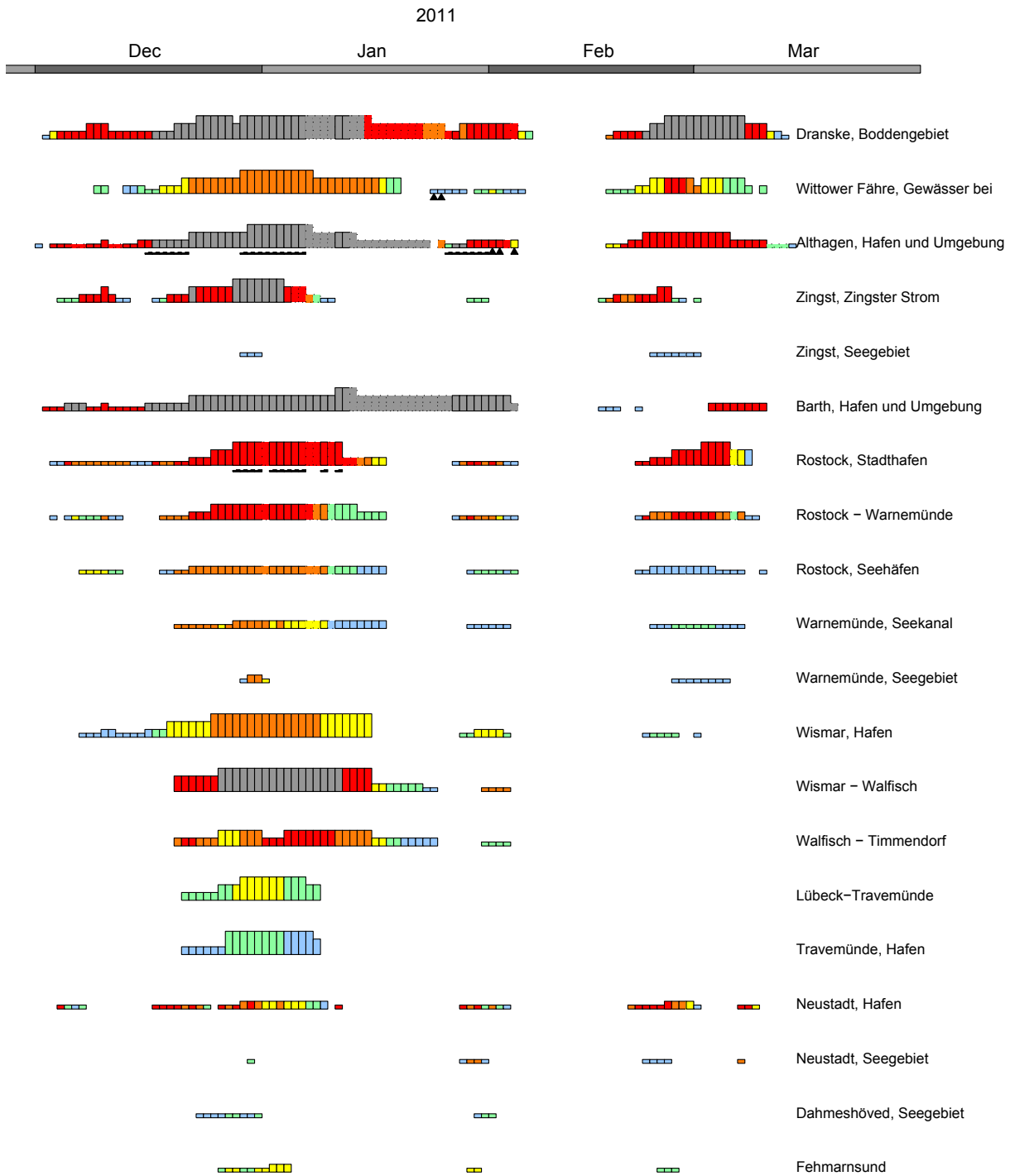


Abbildung A2.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2010/11 (Fortsetzung)
 Figure A2.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2010/11 (continued)

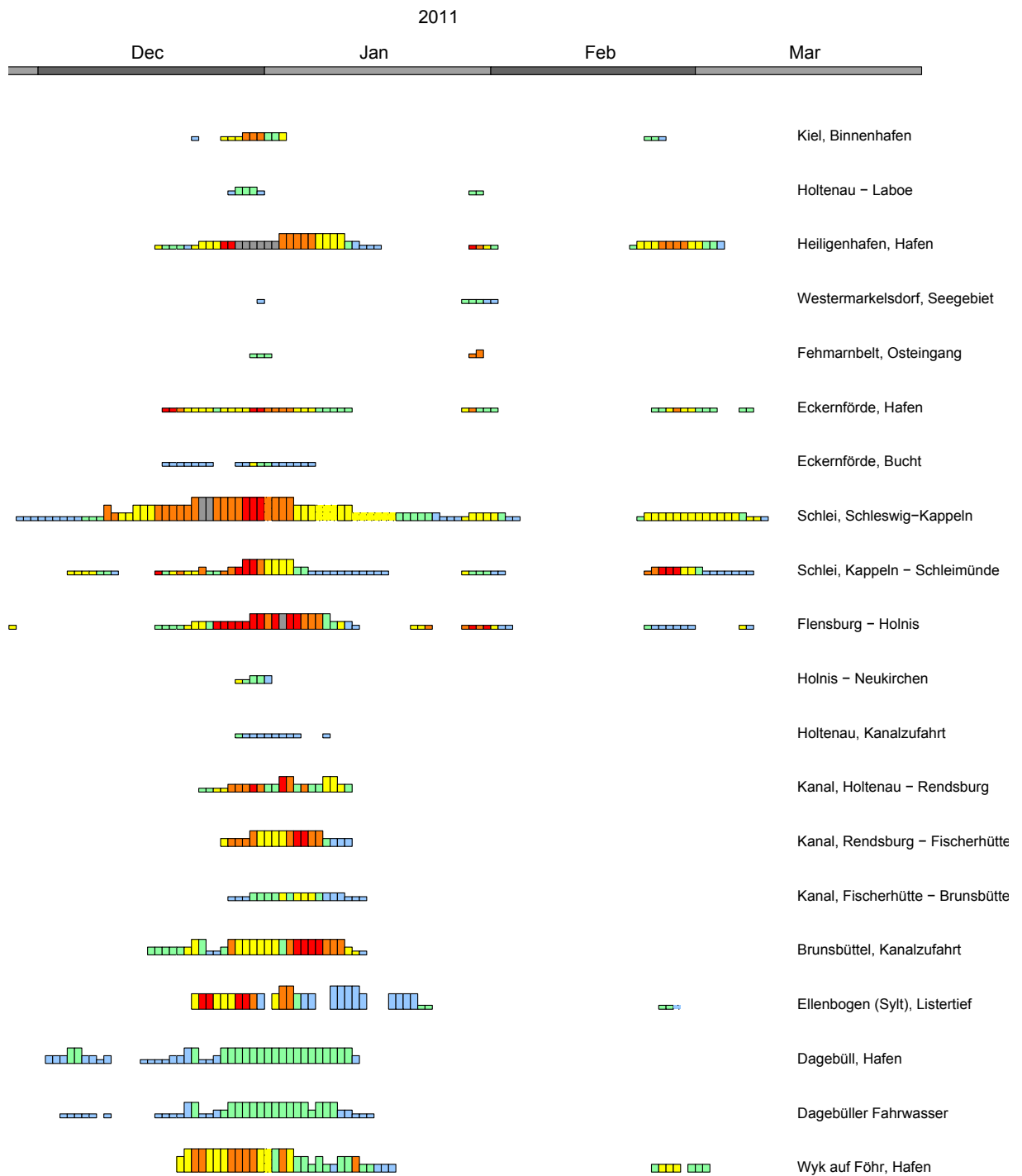


Abbildung A2.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2010/11 (Fortsetzung)
Figure A2.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2010/11 (continued)

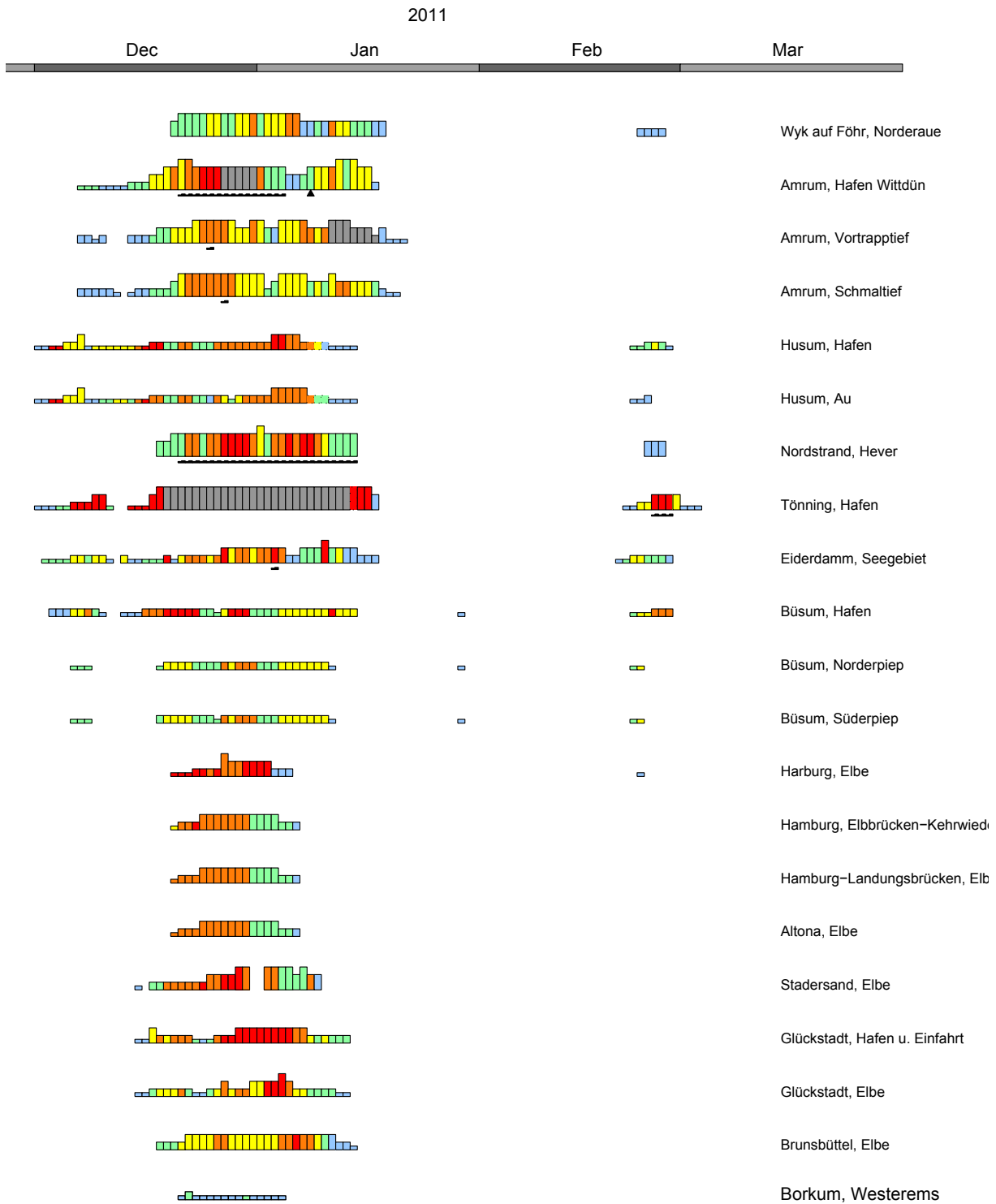


Abbildung A2.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2010/11 (Fortsetzung)
 Figure A2.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2010/11 (continued)

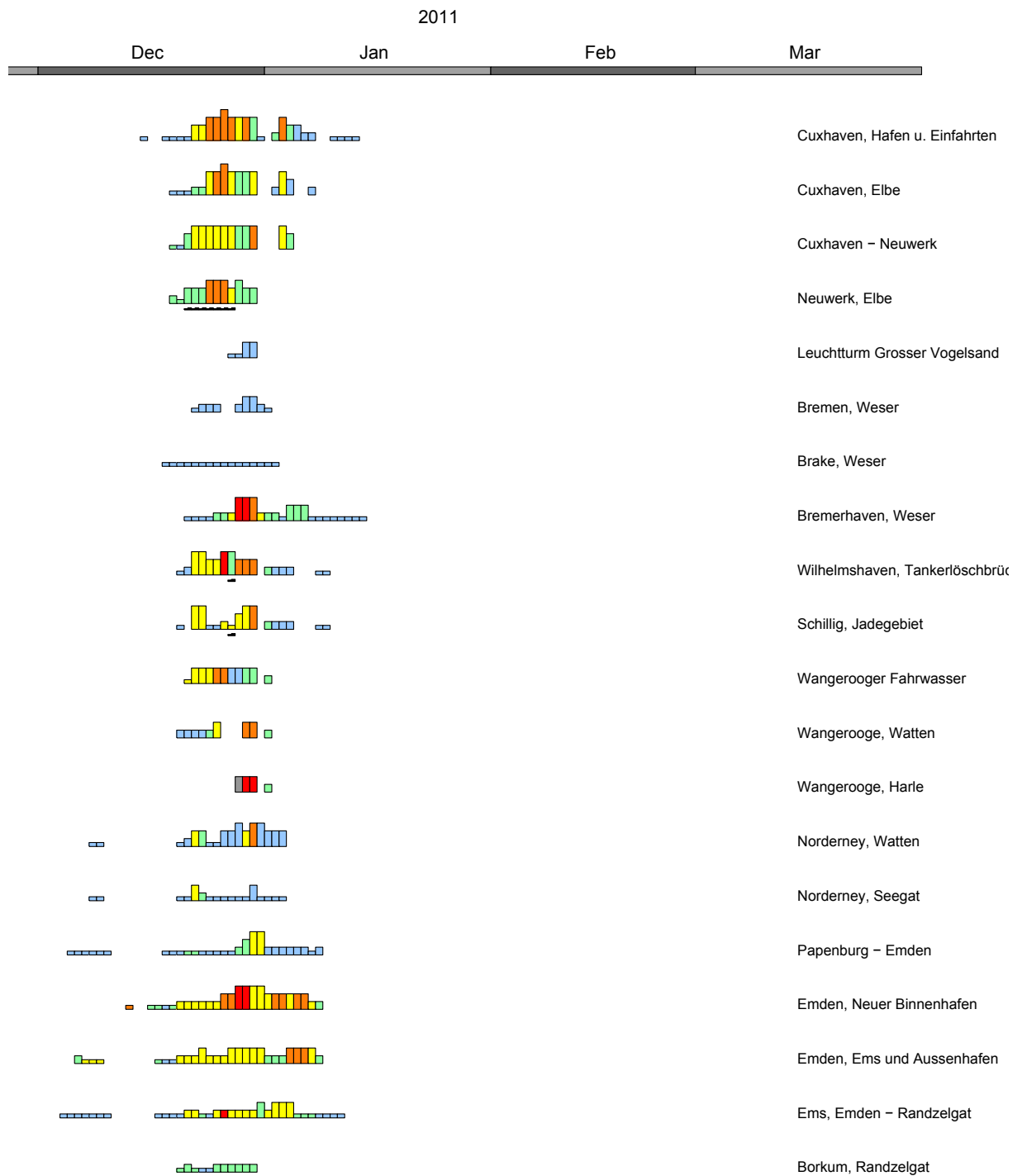
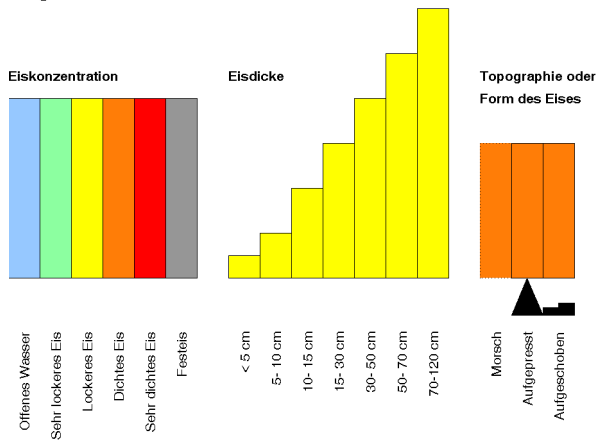


Abbildung A2.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2010/11 (Fortsetzung)
Figure A2.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2010/11 (continued)

Legende



Legend

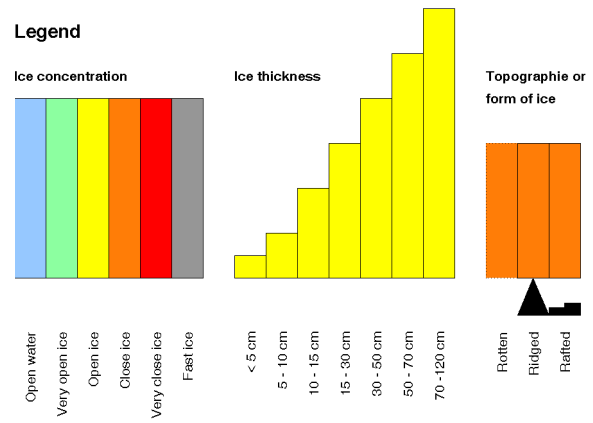


Abbildung A2.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2010/11 (Fortsetzung)
Figure A2.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2010/11 (continued)

3 **Der Eiswinter 2011/2012 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten sowie eine kurze Beschreibung der Eisverhältnisse im gesamten Ostseebereich/*The ice winter of 2011/2012 on the German North and Baltic Sea coasts and a brief description of ice conditions in the entire Baltic Sea region***

Inhaltsverzeichnis/Contents

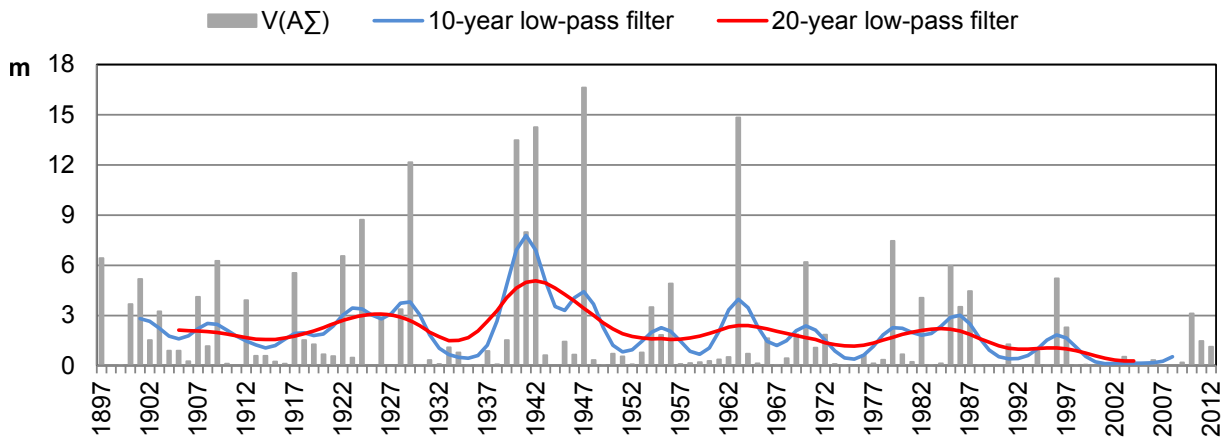
Allgemeines <i>General</i>	86
Eisübersichtskarte – Referenzkarte Ostseeraum <i>General ice chart – reference chart for the Baltic Sea region</i>	90
Wetterverhältnisse in den Wintermonaten in den deutschen Küstengebieten <i>Weather conditions in the German coastal regions during the winter months</i>	92
Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste <i>Ice conditions and navigation on the German North Sea coast</i>	95
Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste <i>Ice conditions and navigation on the German Baltic Sea coast</i>	97
Eisverhältnisse in der Deutschen Bucht, im Kattegat, Skagerrak sowie in den dänischen und schwedischen Gewässern der westlichen Ostsee <i>Ice conditions in the German Bight, Kattegat, Skagerrak, and in the Danish and Swedish waters of the western Baltic Sea</i>	99
Eisverhältnisse an der polnischen Küste der südlichen Ostsee <i>Ice conditions in the Polish coastal waters in the southern Baltic Sea</i>	101
Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56° N) <i>Ice conditions in the northern Baltic Sea region (north of 56° N)</i>	102
Anhang <i>Appendix</i>	105



**Eisbrecher ARKONA arbeitet im Greifswalder Bodden, Februar 2012.
*Icebreaker ARKONA operating in the Bight of Greifswald, February 2012.***

Foto/Photo: Frank Sakuth

Flächenbezogene Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste
Accumulated areal ice volume on the German North Sea coast



Flächenbezogene Eisvolumensumme für die deutsche Ostseeküste
Accumulated areal ice volume for the German Baltic Sea coast

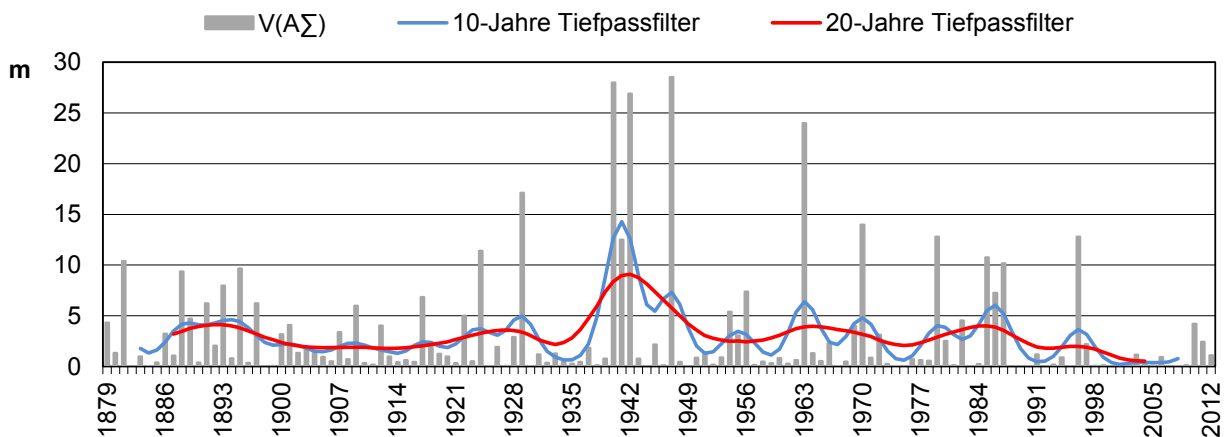


Abbildung 3.1: Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste im Zeitraum 1897–2012 und für die deutsche Ostseeküste im Zeitraum 1879–2012

Figure 3.1: Distribution of accumulated areal ice volume on the German North Sea coast between 1897–2012, and on the German Baltic Sea coast between 1879–2012

Allgemeines

Die Eissaison 2011/12 war die dritte Eissaison in Folge mit nennenswertem Eisvorkommen an den deutschen Küsten. Zwar trat das Eis nur kurze Zeit (etwa 3 Wochen) auf, aber die Eisproduktion war so intensiv, dass der Winter 2011/12 als ein **mäßiger** Eiswinter klassifiziert werden konnte.

Die Maßzahl für die Bewertung der Eiswinter an den deutschen Küsten, die flächenbezogene Eisvolumensumme, beträgt im Eiswinter 2011/12 für die Nordsee **1.13 m** und für die Ostsee **1.12 m**, vgl. Abbildung 3.1 und 3.2.

General

The ice season of 2011/12 was the third consecutive ice season characterised by major ice formation in the German coastal waters. Although ice occurred only for a short period of time (about 3 weeks), the intensity of ice production justified a classification of the winter of 2011/12 as a **moderate** ice winter.

In the ice winter of 2011/12, the accumulated areal ice volume expressing the severity of ice winters on the German coast is **1.13 m** for the North Sea, and **1.12 m** for the Baltic Sea, cf. figures 3.1 and 3.2.

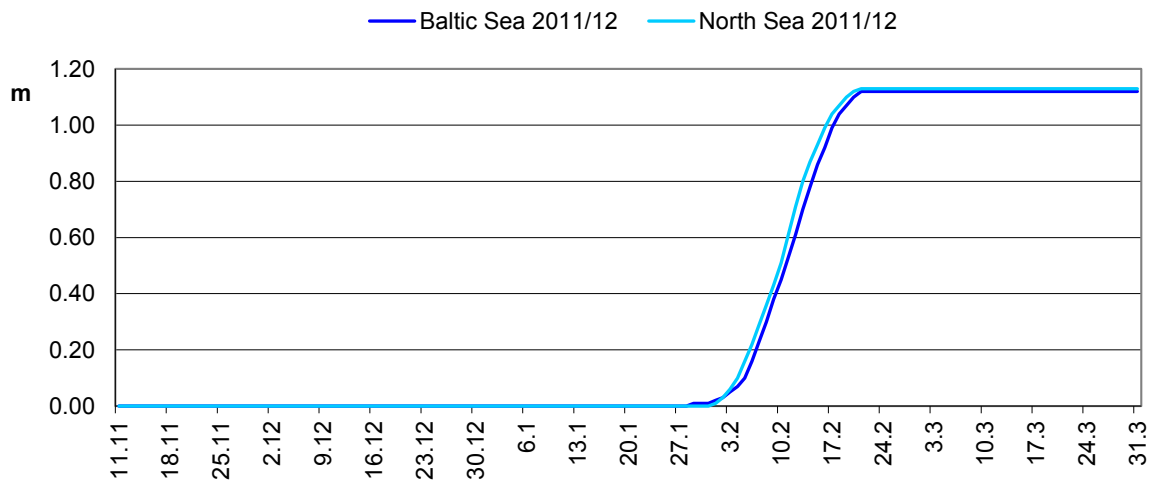


Abbildung 3.2: Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an den deutschen Küsten im Winter 2011/12
 Figure 3.2: Accumulated areal ice volume on the German coasts in the winter of 2011/12

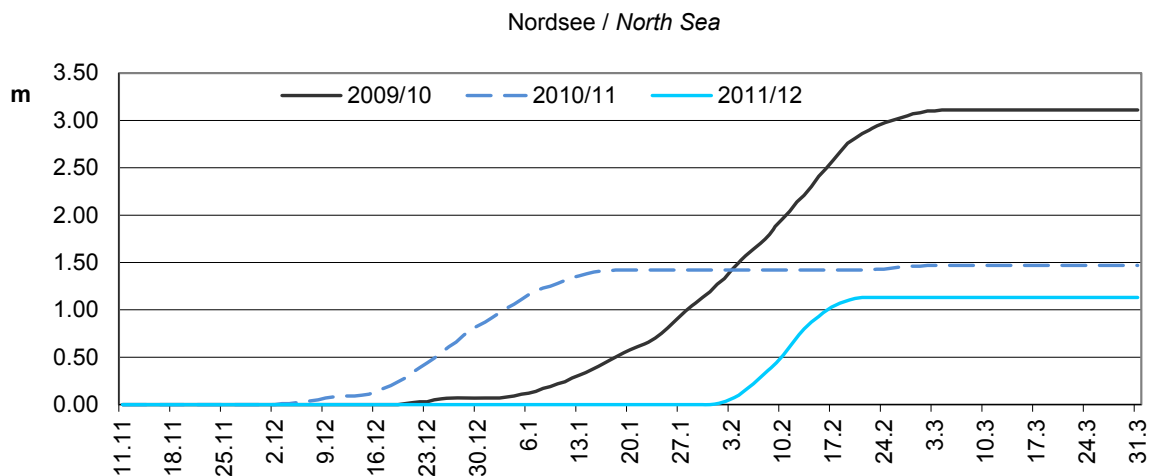


Abbildung 3.3: Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der deutschen Nordseeküste in den Wintern 2009/10, 2010/11 und 2011/12
 Figure 3.3: Accumulated areal ice volume on the German North Sea coast in the winters of 2009/10, 2010/11 and 2011/12

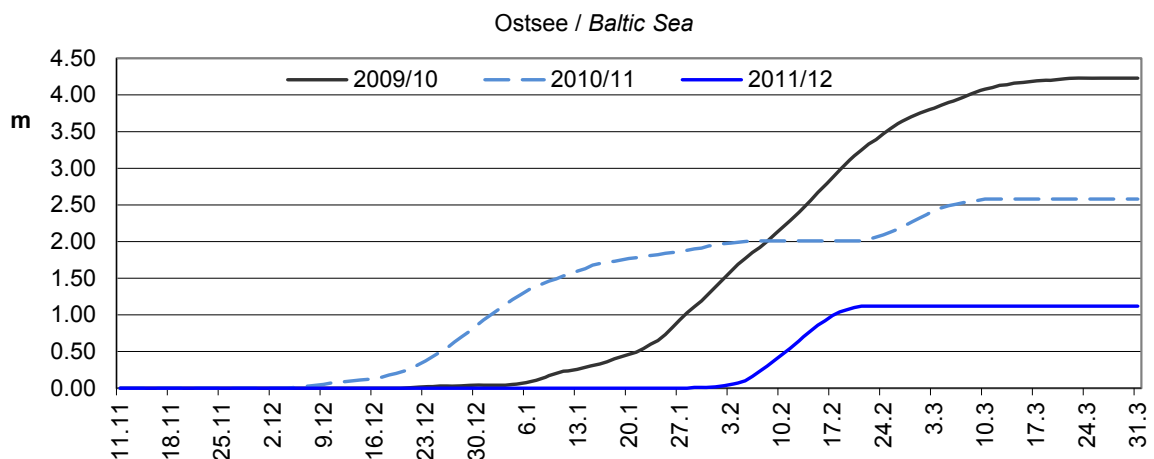


Abbildung 3.4: Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der deutschen Ostseeküste in den Wintern 2009/10, 2010/11 und 2011/12
 Figure 3.4: Accumulated areal ice volume on the German Baltic Sea coast in the winters of 2009/10, 2010/11 and 2011/12

Die drei vergangenen Winter gehören an der deutschen Nordseeküste zum Typ der mäßigen Eiswinter. Die stärkste war die Eissaison 2009/10, die Eissaison 2010/11 war eine Woche kürzer und um die Hälfte eisärmer. Im Winter 2011/12 wurde fast die gleiche Eismenge wie im Winter 2010/11 produziert, aber in um die Hälfte kürzerer Zeit, Abbildung 3.3, Tabelle 3.1.

An der deutschen Ostseeküste wurde der Eiswinter 2009/10 als stark, der Winter 2010/11 als mäßig und der Winter 2011/12 als mäßig klassifiziert. Auch hier bildete sich im vergangenen Winter eine beträchtliche Eismenge innerhalb von zwei Wochen. Die Eissaison 2011/12 war kurz, aber intensiv, vgl. Abbildung 3.4 und Tabelle 3.1.

The past three winter seasons on the German North Sea coast were classified as moderate ice winters. The strongest of these ice seasons was 2009/10, while the ice season of 2010/11 was one week shorter and had about 50 % less ice. The ice volume produced in the winter of 2011/12 about equalled that in 2010/11 but formed in about half the time, see figure 3.3, Table 3.1.

On the German Baltic Sea coast, the ice winter of 2009/10 was classified as strong, and both the winters of 2010/11 and 2011/12 were classified as moderate ice winters. During the past ice winter, a considerable quantity of ice formed within just two weeks also in this region. The ice season of 2011/12 was short but intensive, see figure 3.4 and Table 3.1.

	Nordsee/North Sea		Ostsee/Baltic Sea	
	R_E	$V_{A\Sigma}$	R_E	$V_{A\Sigma}$
2009/10	31.2	3.11	45.8	4.22
2010/11	23.2	1.47	35.5	2.45
2011/12	11.9	1.13	14.0	1.12

Tabelle 3.1: Reduzierte Eissumme (R_E) und flächenbezogene Eisvolumensumme ($V_{A\Sigma}$) für die deutschen Nord- und Ostseeküsten in den Wintern 2009/10, 2010/11 und 2011/12

Table 3.1: Reduced ice sum (R_E) and accumulated areal ice volume ($V_{A\Sigma}$) on the German North and Baltic Sea coasts in the winters of 2009/10, 2010/11 and 2011/12

Bei diesem Vergleich wird wieder deutlich, dass für die Vereisung der Gewässer in unseren Breiten in erster Linie Dauer und Stärke des Frostes verantwortlich sind. Wichtig ist auch der Zeitpunkt des Frostauftretens sowie Anzahl und Länge der Frostperioden. Alle anderen Faktoren spielen eine untergeordnete Rolle.

Im nördlichen Ostseeraum begann die Eisbildung im Winter 2011/12 erst Anfang Dezember (zwei bis drei Wochen später als im Mittel) und setzte sich sehr zögerlich bis Mitte Januar fort. Ende Januar 2012 entsprach die Ausdehnung des Eises der Eisbedeckung, die durchschnittlich am 1. Januar erreicht wird. In den letzten Januartagen stabilisierte sich über Nordwestrussland ein umfangreiches Hochdruckgebiet, das in den folgenden drei Wochen für sehr kalte Witterung in Europa verantwortlich war. Ausgehend von der maximalen Eisausdehnung in der gesamten Ostsee, die zwischen dem 8. und 12. Februar erreicht wurde und ca. 179 000 km² betrug (BIM, 2012), wird der Winter 2011/12 für die Ostsee als ein **mäßiger** Eiswinter klassifiziert.

The comparison clearly shows that coastal ice formation in our latitudes depends primarily on the duration and severity of frost. Other important factors are the time of frost occurrence and the number and length of the frost periods. All other factors are of lesser importance.

*In the northern Baltic region, ice formation in the winter of 2011/12 did not begin until early December, which was two to three weeks later than average, and continued very hesitantly until mid-January. Ice coverage at the end of January 2012 corresponded to that normally reached by 1 January. During the last days of January, an extensive, stable high-pressure zone settled over northwest Russia, causing very cold weather conditions in Europe during the three weeks that followed. Based on maximum ice extent in the entire Baltic Sea, which reached 179 000 km² between 8 and 12 February (BIM, 2012), the winter of 2011/12 has been classified as a **moderate** ice winter.*

Über die Eislage und voraussichtliche Eisentwicklung im gesamten Ostseeraum und in den deutschen Küstengewässern im Eiswinter **2011/12** hat das BSH informiert mit:

- 102 Eisberichten (Mo–Fr herausgegebenes Amtsblatt),
- 26 German Ice Reports (internationaler Austausch bei Vereisung deutscher Fahrwasser), ca. 100 NAVTEX-Meldungen (in deutscher und englischer Sprache für die deutsche Nordsee- und Ostseeküste),
- 21 Eisberichten „Deutsche Ostseeküste“ (detaillierte Eislagebeschreibung für deutsche Nutzer),
- 17 Eisberichten „Deutsche Nordseeküste“ (detaillierte Eislagebeschreibung für deutsche Nutzer),
- 23 Wochenberichten (zur Information des BMVBW und für MURSYS),
- 23 Eisübersichtskarten (einmal wöchentlich als Referenzeiskarte für die ganze Ostsee),
- 13 Eiskarten für die westliche Ostsee, Kattegat und Skagerrak,
- 19 speziellen Eiskarten (Deutsche Ostseeküste) sowie mit zahlreichen individuellen Auskünften und Beratungen.

Die Eisberichte und Eiskarten des BSH sind kostenfrei im Internet unter:

<ftp://ftp.bsh.de/outgoing/eisbericht> und
<http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/> verfügbar.

Das Archiv mit allen bisher erstellten Eiskarten ist erreichbar unter:

<ftp://ftp.bsh.de/outgoing/eisbericht>

Für die Verwendung in GIS-Systemen sind die Daten im Shape-Format mit sämtlichen bestimmten Eisparametern auf Anfrage erhältlich.

*During the ice winter of **2011/12**, the BSH issued the following information about the ice situation and expected ice development in the entire Baltic Sea region and in the German coastal waters:*

- 102 ice reports (official reports issued Monday – Friday),*
- 26 German Ice Reports (international exchange, issued when ice forms in German shipping lanes), about 100 NAVTEX reports (in German and English for the German North and Baltic Sea coasts),*
- 21 ice reports “German Baltic Sea coast” (detailed description of ice situation for German users),*
- 17 ice reports “German North Sea coast” (detailed description of ice situation for German users),*
- 23 weekly reports (information for the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development and for MURSYS)*
- 23 general ice charts (once a week, as a reference ice chart for the entire Baltic Sea),*
- 13 ice charts for the western Baltic Sea, Kattegat, and Skagerrak,*
- 19 special ice charts (German Baltic Sea coast).*

The BSH’s Ice Service also provided information and advice to numerous individual users.

The BSH’s ice reports and ice charts are available free of charge at:

*<http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/> and
<ftp://ftp.bsh.de/outgoing/eisbericht>.*

The archive containing all ice charts issued up to now is available at:

<ftp://ftp.bsh.de/outgoing/eisbericht>

GIS-compatible data in Shape format comprising all ice parameters available can be provided on request.

Eisübersichtskarte – Referenzkarte Ostseeraum

In 23 Eisübersichtskarten informierte das BSH über die Eislage im gesamten Ostseeraum. Neben den Parametern Eiskonzentration und -dicke wurden Deformationen (übereinandergeschobenes, aufgepresstes und festgestampftes Eis), Bildung von Rinnen und Rissen, Festeis und Schmelzstadien des Eises dokumentiert. Mit der wöchentlich erscheinenden Referenzkarte sollen zunehmend Eisinformationen auch für klimatologische Untersuchungen und als Eingangsdaten für Modellprognosen zur Verfügung gestellt werden. Im BSH wird an der Erweiterung dieser Informationen um zusätzliche Parameter wie Schollengrößen und Höhen von Presseisrücken sowie an der Entwicklung operationeller, automatisierter Auswertungsverfahren von Fernerkundungsdaten gearbeitet.

Neben Meldungen von Beobachtungsstationen und dem Informationsaustausch mit anderen Eisdiensten stellen Fernerkundungsdaten die wesentliche Quelle von Eisinformationen dar. Aufgrund der Beeinträchtigung von Aufnahmesystemen im optischen und infraroten Wellenlängenbereich durch Bewölkung, kann eine kontinuierliche Abdeckung von Ost- und Nordsee nur im Mikrowellenbereich erreicht werden. Neben Verfahren der Bestimmung des Eisbedeckungsgrades durch Messungen passiver Mikrowellensensoren (SSM/I/AMSR) werden dabei zunehmend Daten aktiver Aufnahmesysteme (hauptsächlich SAR-Daten („Synthetic Aperture Radar“) des Envisat-Satelliten) eingesetzt. Daten der MODIS-Scanner („Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer“) auf den Satelliten Terra und Aqua sowie AVHRR-Aufnahmen („Advanced Very High Resolution Radiometer“) der NOAA-Satelliten werden zur Verifizierung von aus SAR-Daten abgeleiteten Eisparametern und zur Vervollständigung der Eisinformationen bei unvollständiger Gebietsabdeckung verwendet. Insbesondere in Bereichen, die nicht durch Beobachtungen erfasst werden können, erhöht der Einsatz von SAR-Daten (150 x 150 m Auflösung) die räumliche Differenzierbarkeit und Informationstiefe der Eisdaten im Vergleich zu passiven Verfahren (SSM/I: 15 x 13 km, AMSR: 6 x 4 km) erheblich und ermöglicht auch die Detektion von weiteren Eisparametern neben der Konzentrationsbestimmungen.

General ice chart – reference chart for the Baltic Sea region

The BSH published 23 issues of its general ice chart showing the ice situation in the entire Baltic Sea region. Besides the parameters “ice concentration” and “ice thickness”, also ice deformation (rafting, ridging, jammed brash barriers), formation of channels and cracks, fast ice, and melting stages of ice are documented in the charts. The ice information published in this weekly reference chart will also be used increasingly for climatological studies and as input for model predictions. Work is being carried out at the BSH to include additional ice parameters such as floe size and ice ridge height and to develop automated operational techniques for the evaluation of remote sensing data.

Remote sensing data are an important source of ice information complementing the information provided by observation stations and by other ice services with whom the BSH routinely exchanges information. As the data provided by visual-range and infrared observation systems is affected negatively by cloud formation, continuous coverage of the North and Baltic Sea regions can only be achieved by microwave-based systems. Besides methods using passive microwave sensors (SSM/I/AMSR) to measure ice concentration, also active measurement systems have been used increasingly (mainly synthetic aperture radar (SAR) data from the Envisat satellite). Data supplied by the MODIS scanner (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer) installed on the “Terra” and “Aqua” satellites and AVHRR measurements (Advanced Very High Resolution Radiometer) from the NOAA satellites are used to verify ice parameters derived from SAR data and to complement ice information where areal coverage is incomplete. In comparison with passive methods (SSM/I: 15 x 13 km, AMSR: 6 x 4 km), use of SAR data (150 x 150 m resolution) increases the spatial resolution and information depth of ice data considerably and allows the determination of additional ice parameters besides ice concentration.

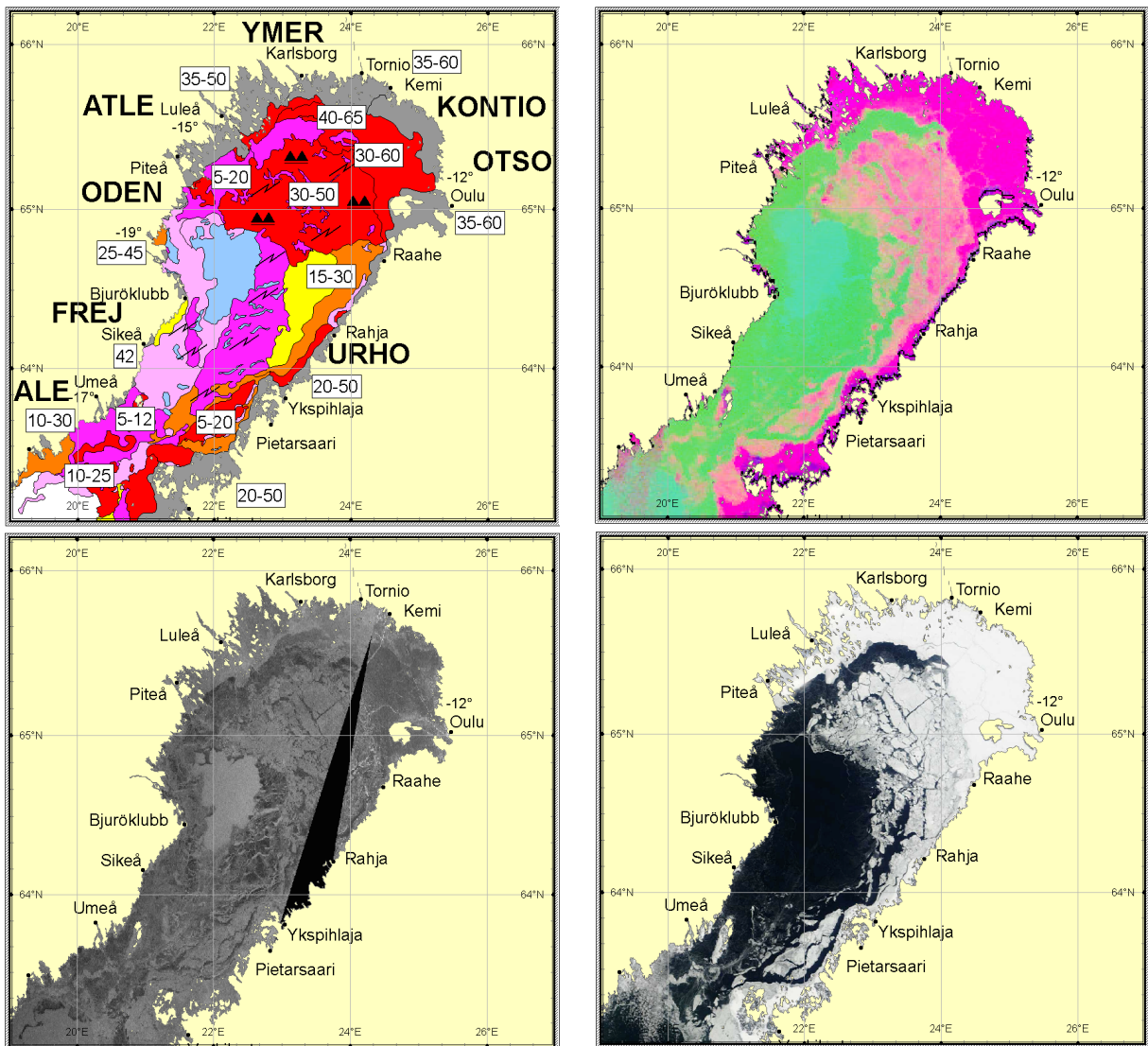


Abbildung 3.5: Eisverhältnisse in der Bottenvik (Ausschnitt der Eiskarte Nr. 13) und Fernerkundungsdaten von Envisat ASAR, NOAA AVHRR und Terra MODIS vom 6. März 2012
Figure 3.5: Ice conditions in the Bay of Bothnia (section of ice chart no. 13) and remote sensing data from Envisat ASAR, NOAA AVHRR and Terra MODIS on 6 March 2012



Abbildung 3.6: Übersichtskarte mit der Lage der Luft- und Wassertemperaturmessstellen
 Figure 3.6: General chart showing air and water temperature measuring stations

Station	November		December		January		February		March	
	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K
Norderney	6.1	-0.2	5.9	2.7	4.4	2.8	0.5	-1.3	6.5	2.5
Hamburg	5.6	0.0	4.9	2.5	2.8	1.9	0.0	-1.6	7.2	2.8
List (Sylt)	7.0	0.9	5.6	2.8	3.6	2.6	-0.1	-1.0	5.5	2.8
Greifswald	4.9	0.4	4.3	3.2	2.2	2.8	-1.0	-1.0	6.2	3.5
Rostock-Warnemünde	5.6	0.3	4.7	2.8	2.6	2.4	-0.3	-1.0	5.6	2.5
Schleswig	5.9	1.0	4.1	2.4	2.6	2.3	-0.5	-1.1	6.3	3.5

Tabelle 3.2: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2011/12 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961–1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Table 3.2: Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2011/12 and their deviation from the 1961–1990 (K) climate means (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

Wetterverhältnisse in den Wintermonaten in den deutschen Küstengebieten

Im Winter 2011/12 gab es eine einzige, etwa 20 Tage dauernde Frostperiode, die für die Eisbildung in den deutschen Küstengewässern verantwortlich war. Die Monate November und Dezember sowie die erste Januarhälfte waren sehr mild. Die Abweichungen von den Mittelwerten des Referenzzeitraumes 1961–1990 liegen an den Küsten bei bis zu +1 K für November und bis zu +3.2 K für Dezember, vgl. Tabelle 3.2 und Abbildung 3.7. Anfang Januar lag die Wassertemperatur in allen Gewässern noch bei 5–6 °C, Abbildung 3.8a und 3.8b. Auch der Januar brachte insgesamt überdurchschnittliche Mittelwerte, die aus der bis zur Monatsmitte herrschenden, sehr milden Witterung mit Tageshöchsttemperaturen zwischen 5 und 11 °C und frostfreien Nächten resultierten. In der 4. Januarwoche stellte sich die Großwetterlage um, Europa gelangte in den Einflussbereich eines kräftigen Hochdruck-

Weather conditions in the German coastal regions during the winter months

The winter of 2011/12 was characterised by a single frost period lasting about 20 days which led to ice formation in the German coastal waters. November, December, and the first half of January were very mild. Monthly mean values in the coastal regions deviated from the long-term means of the 1961–1990 reference period by up to +1 K in November, and up to +3.2 K in December, cf. Table 3.2 and figure 3.7. Water temperatures at the beginning of January still reached 5–6 °C, cf. figure 3.8a and 3.8b. Also the mean values in January were above average, which was due to the very mild weather prevailing until the middle of the month, with daily maximum temperatures between 5 and 11 °C and frost-free nights. The weather regime changed in the 4th week of January, when Europe came under the influence of a strong high-pressure zone over north-western Russia. Cold continental

gebietes über Nordwestrussland. Durch Zufuhr kalter sibirischer Festlandluft trat in den Küstengebieten ab dem 27. Januar Dauerfrost auf. Am Monatsende bildete sich an der Ostseeküste und im Bereich der nordfriesischen Küste eine geschlossene, etwa 5 cm hohe Schneedecke (Lefebvre, 2012). Das Wasser kühlte sich auf 0–3 °C ab. Die extreme Kälte, die bis Mitte Februar dauerte, erreichte am 6. Februar ihren Höhepunkt. Die Tagestemperaturen lagen an diesem Tag zwischen –5 und –10 °C, nachts gingen sie unter –20 °C zurück, in Ueckermünde an der Südküste des Stettiner Haffs wurden –28.7 °C gemessen. Zur Monatsmitte stellte sich die Wetterlage wieder um. Die Witterung in den Küstengebieten der Nord- und Ostsee wurde durch atlantische Tiefdruckgebiete bestimmt, die milde maritime Luft heranführten. Die Lufttemperaturen stiegen deutlich an, auch die Nächte blieben frostfrei. Damit war die Kälteperiode beendet. Im Vergleich zum langjährigen Mittel war der Februar an den deutschen Küsten um 1–1.5 K zu kalt. Im März setzte sich die milde Witterung fort, der Monat fiel um etwa 3 K zu warm aus.

air of Siberian origin flowed into the coastal region, causing continuous frost from 27 January. At the end of the month, a complete snow cover of 5 cm thickness formed in the Baltic Sea coastal areas and in the area of the North Frisian coast (Lefebvre, 2012). Water temperatures dropped to 0–3 °C. The extreme cold, which lasted until mid-February, peaked on 6 February, when temperatures during the day ranged between –5 and –10 °C and dropped below –20 °C during the night. In Ueckermünde on the south coast of Szczecin Lagoon, temperatures dropped as low as –28.7 °C. Toward the middle of the month, the weather regime changed again. Weather conditions in the North and Baltic Sea coastal regions were now determined by low-pressure zones over the Atlantic Ocean transporting mild maritime air into the region. Air temperatures rose markedly, and the nights remained frost-free. The frost period had ended. Compared to the long-term mean, February on the German coasts was 1–1.5 K too cold. The warm weather continued in March, which was about 3 K too warm.

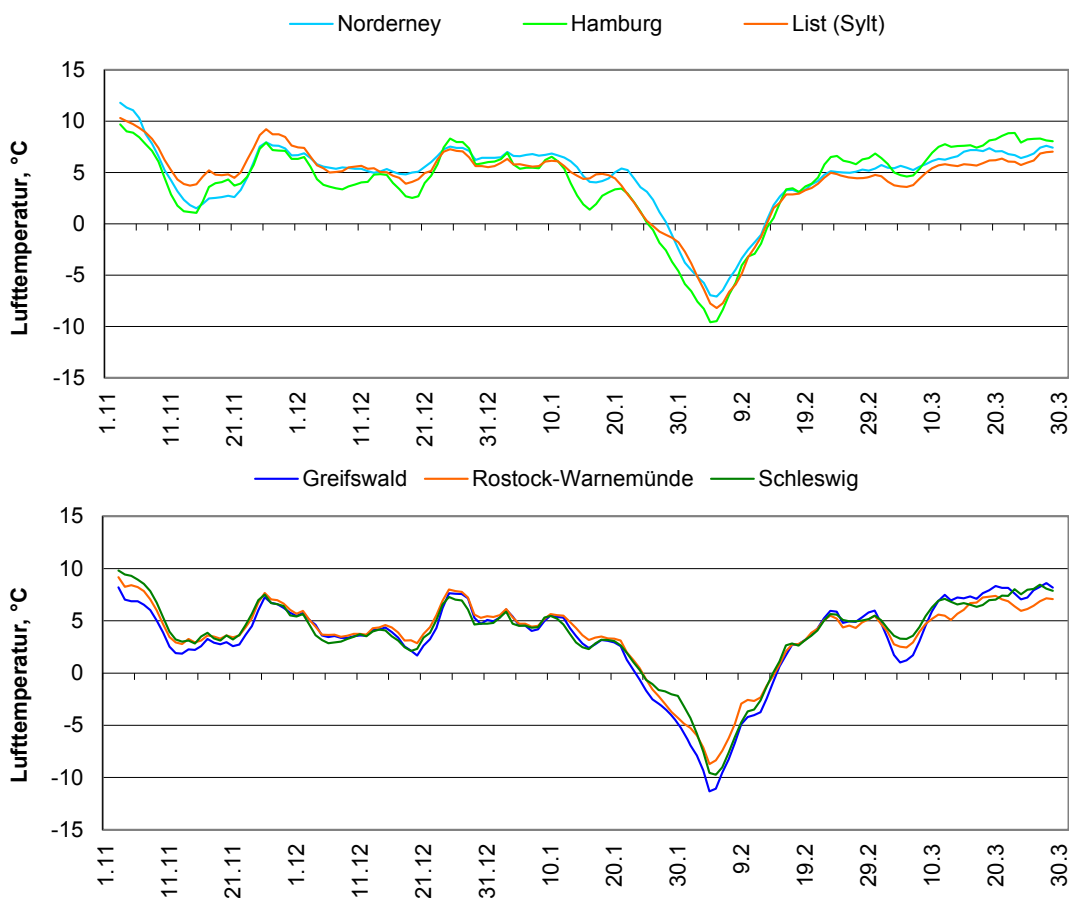


Abbildung 3.7: 5-Tage gleitendes Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2011/12 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Figure 3.7: 5-day running mean of air temperatures in the winter of 2011/12 (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

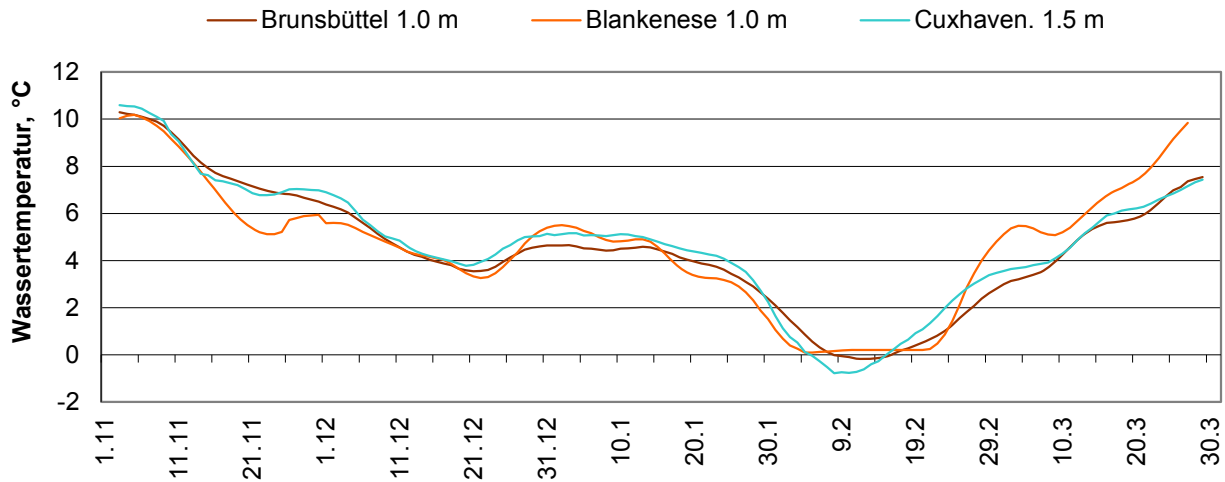


Abbildung 3.8a: Wassertemperaturen an der Nordseeküste
 Figure 3.8a: Water temperatures on the North Sea coast

Quellen der Messungen/Source of data: Brunsbüttel, WSA Brunsbüttel; Cuxhaven, DWD; Blankenese, Institut für Hygiene und Umwelt, Hamburg

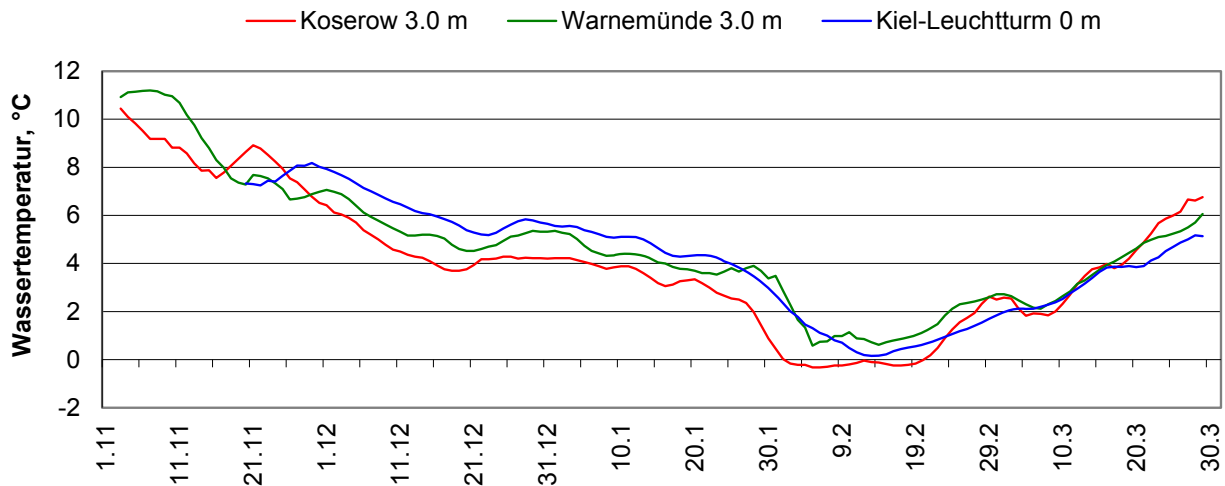


Abbildung 3.8b: Wassertemperaturen in der westlichen und südlichen Ostsee
 Figure 3.8b: Water temperatures in the western and southern Baltic Sea

Quellen der Messungen/Source of data: Koserow, StALU Mittleres Mecklenburg, Dienststelle Rostock; MARNET-Messnetz, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW)

Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste

(Vgl. Tabellen A3.1 und A3.2 und Abbildung A3.1 im Anhang)

Die Eisbildung begann in kleineren Häfen und geschützt liegenden Bereichen der nordfriesischen Küste Ende Januar, im Wattenbereich der ostfriesischen Küste und auf den Unterläufen der Nordseezuflüsse Anfang Februar. Im Nord-Ostsee-Kanal wurde Eis zwischen dem 5. und dem 16. Februar beobachtet. Die Eissaison bestand im Wesentlichen aus einer Eisperiode, die in verschiedenen Bereichen der deutschen Nordseeküste von einigen wenigen Tagen bis zu drei Wochen dauerte. Am längsten trat das Eis in Wattenbereichen und in den inneren Abschnitten der Ems, Weser und Elbe auf. Die Eisdicken erreichten schnell Werte von 10–30 cm, auf den Wattflächen und in einigen Häfen kam jedoch dickeres Eis vor: Durch den Tideneinfluss wurde das ebene Eis zusammen- und übereinander geschoben oder aufgedrückt. Es wurden Eisdicken zwischen 50 und 70 cm gemeldet, auf den Watten bei Pellworm wurden 1 bis 4 m hohe Aufschiebungen beobachtet.

Die große Schifffahrt verlief auch im letzten Eiswinter normal, Behinderungen traten zwischen dem 4. und dem 19. Februar für kleine Schiffe auf, vor allem im nordfriesischen Wattengebiet, auf der Unterelbe und teilweise im Hafen Hamburg.

Ice conditions and navigation on the German North Sea coast

(Cf. Annex, Tables A3.1 and A3.2 and figure A3.1)

Ice formation in the smaller harbours and sheltered areas of the North Frisian coast began at the end of January, in the Wadden Sea tidal areas along the North Frisian coast and in the lower reaches of the North Sea tributaries in early February. In Kiel Canal, ice was observed between 5 and 16 February. The ice season practically consisted of a single ice period, which lasted from a few days to three weeks in the different areas of the German North Sea coast. The ice lasted longest in the tidal flats and upstream sectors of the rivers Ems, Weser, and Elbe. Ice thicknesses quickly grew to 10–30 cm, with thicker ice observed in the tidal flats and some harbours, where tidal influences caused ice rafting and ridging. Ice thicknesses of up to 50–70 cm were reported. In the tidal flats off Pellworm, ice ridges reached heights between 1 and 4 m.

Large commercial vessels did not encounter any difficulties during this past ice winter, and only smaller vessels had some problems between 4 and 19 February, especially in the North Frisian Wadden Sea, the Lower Elbe, and in parts of Hamburg harbour.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 85

Nr. 4
Rostock, den 10.02.2012

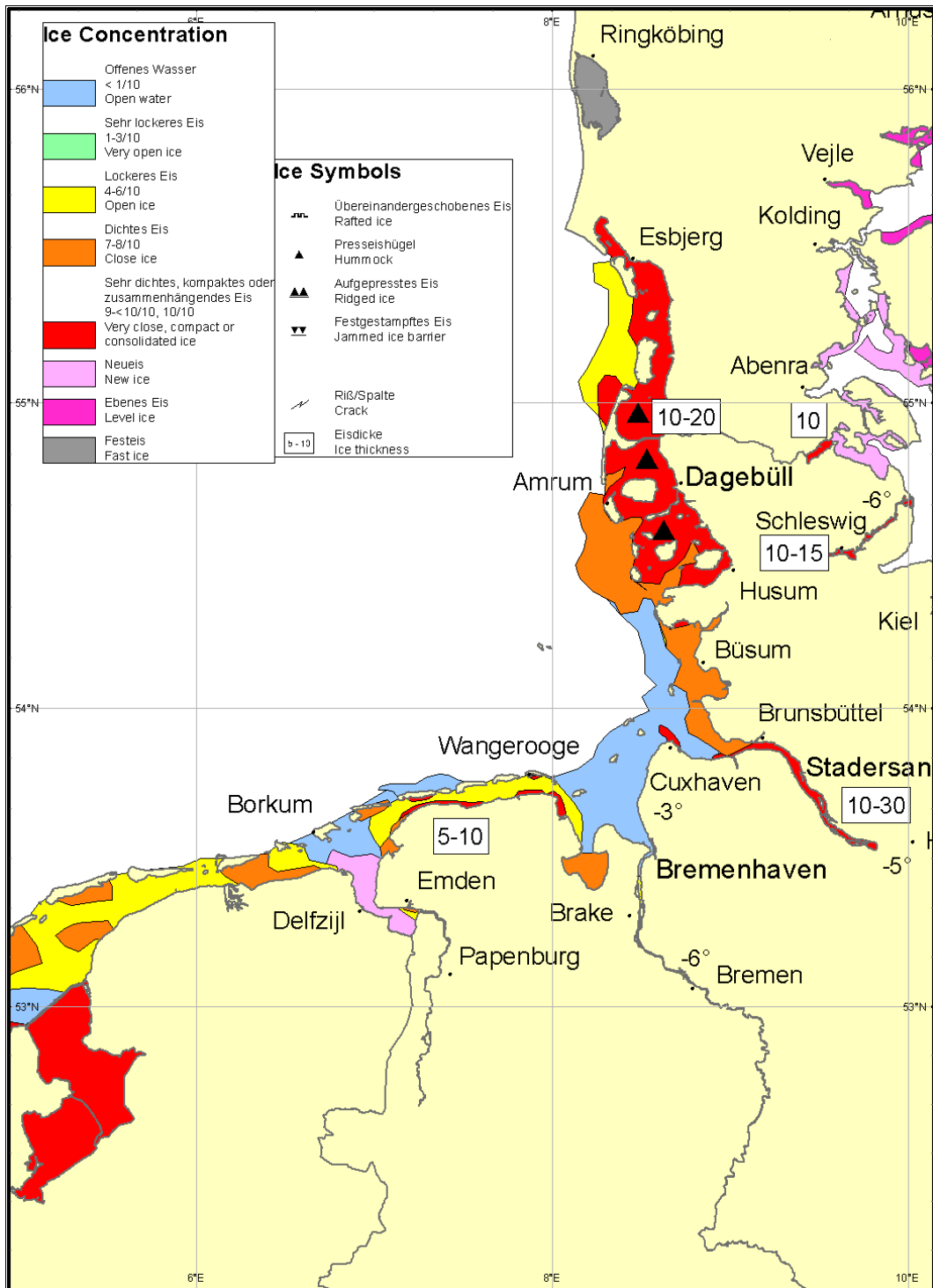


Abbildung 3.9: Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2011/12 zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung

Figure 3.9: Ice conditions on the German North Sea coast in the winter of 2011/12 at the time of maximum ice formation

Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste

Entsprechend den meteorologischen Verhältnissen gab es auch an der deutschen Ostseeküste nur eine Eisperiode, die in den inneren Gewässern bis zu 30 Tage andauerte. Die Daten des Eisauftretens für alle Beobachtungsstationen sind in Tabelle A3.3 des Anhangs zusammengefasst. Die Dicken des ebenen Eises erreichten in den geschützt liegenden Küstengewässern Mitte Februar ihre Höchstwerte, die zwischen 5 und 40 cm variierten, siehe Abbildung 3.10. Im Greifswalder Bodden bildete sich festliegendes Eis nur in den Buchten und an der Nordküste, das Eis im zentralen Teil blieb in Bewegung. Dies führte zu Aufschiebungen und Aufpressungen des Eises, siehe Bilder unten. Auch in den Fahrwassern (Osttief, Landtiefrinne) wurde die Schifffahrt örtlich durch 0,5 bis 1 m hohe Eisaufpressungen erheblich behindert. Vom 6. bis 24. Februar wurde Eisbrecherunterstützung beim Ansteuern des Nord- und Südhafens Stralsund sowie der Häfen im südlichen Greifswalder Bodden (Lubmin, Vierow, Ladebow) und des Hafens Wolgast nur für Eisfahrt geeignete Fahrzeuge mit einer Mindesteisklasse 1C und Mindestmaschinenleistung von 1000 kW gegeben. Die Nordansteuerung nach Stralsund und die Boddengewässer West waren drei Wochen für die Schifffahrt geschlossen, vgl. Tabelle A3.4 im Anhang.

Ice conditions and navigation on the German Baltic Sea coast

Due to the prevailing meteorological conditions, there was only one freezing period on the German Baltic Sea coast, which lasted up to 30 days in the inner coastal waters. The data of ice occurrence at the individual observation stations are given in Table A3.3 in the Annex. Thicknesses of level ice in the sheltered coastal waters reached their maximum of 5–40 cm in mid-February, cf. figure 3.10. In the waters of the Bight of Greifswald, fast ice formed only in the bays and on the northern coast, whereas ice in the central part kept moving. This led to ice rafting and ridging, cf. photographs below. Shipping faced major difficulties also in the navigation channels (Osttief, Landtiefrinne) due to 0.5 to 1 m high ridges. Between 6 and 24 February, in the approaches to the Stralsund north and south harbours, to the harbours in the southern Bight of Greifswald (Lubmin, Vierow, Ladebow) as well as to the harbour of Wolgast icebreaker assistance was only provided to vessels having an ice class of 1C as a minimum and at least 1,000 kW propulsion power. The northern approaches to Stralsund and the western bodden waters were closed to shipping for three weeks, cf. Table A3.4 in the Annex.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 85

Nr. 11
Rostock, den 13.02.2012

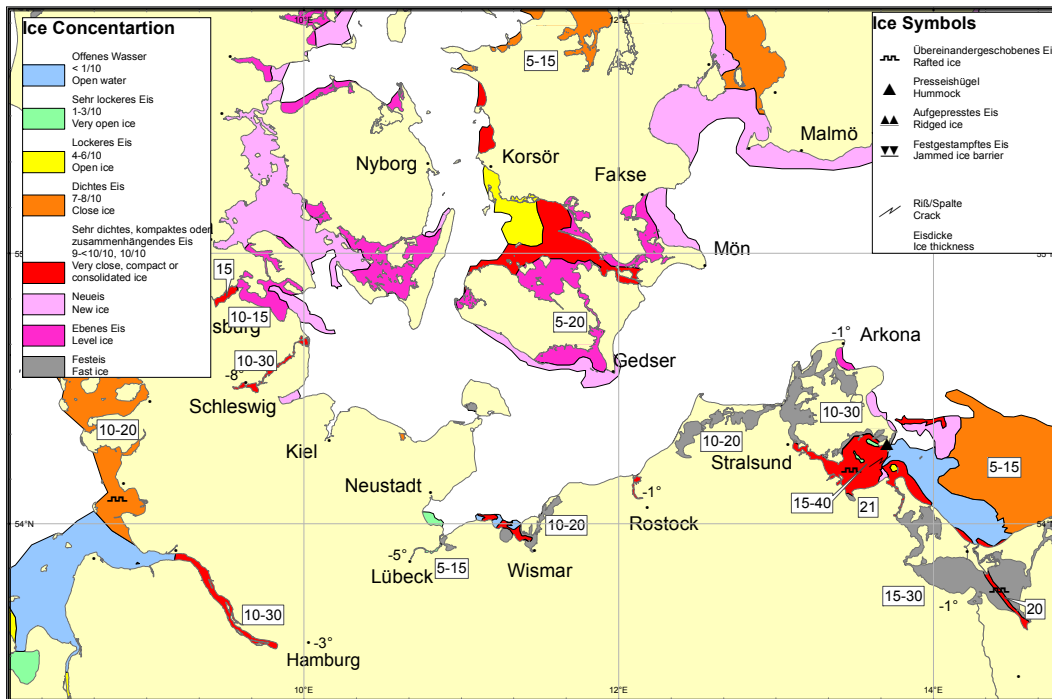


Abbildung 3.10: Eissituation in der westlichen Ostsee am 13. Februar 2012
Figure 3.10: Ice situation in the western Baltic Sea on 13 February 2012



4–5 m hohe Eisberge am Südperd bei Thiessow
4–5 m high ice rafting at Thiessow, Südperd



Packeis bei Klein Zicker
Pack ice at Klein Zicker

Fotos: Frank Sakuth

Eisverhältnisse in der Deutschen Bucht, im Kattegat, Skagerrak sowie in den dänischen und schwedischen Gewässern der westlichen Ostsee

An der niederländischen Nordseeküste trat das Eis nur im Wattenmeer südlich der Westfriesischen Inseln auf. Das erste Eis bildete sich am 6. Februar, in kleineren Häfen einige Tage früher. Zurzeit der maximalen Eisentwicklung zwischen dem 8. und dem 10. Februar variierte der Eisbedeckungsgrad im ganzen Gebiet von locker bis kompakt, die Eisdicken erreichten Werte von 5–15 cm. Örtlich war das Eis bis über 30 cm aufgeschoben. Die letzte Eismeldung kam am 16. Februar, eisfrei wurde die niederländische Küste wahrscheinlich einige Tage später. Der Ringkøbing Fjord und der Limfjord an der dänischen Küste waren bereits am 10. Februar mit bis zu 20 cm dickem Festeis bedeckt. In einigen geschützten Bereichen des Limfjords wuchs das Eis im Verlauf des Februars auf 40 cm Dicke an. Der Schlepper ZENIT unterstützte die Schifffahrt im Limfjord bis die Gewässer Ende Februar eisfrei wurden.

Im Skagerrak trat 5–15 cm dickes Eis in kleineren Fjorden an der norwegischen Küste von Anfang Januar bis Mitte März auf. In den Häfen von Oslo kam im Februar örtlich dichtes 5–10 cm dickes Eis, im Fahrwasser nach Oslo Neueis vor.

Im Februar waren die kleineren Häfen und Fjorde an den dänischen und schwedischen Küsten des Kattegats vollständig mit Eis bedeckt, die maximalen Eisdicken erreichten Werte von 5–20 cm. Auf See sowie in den Belten und im Sund bildete sich in der Zeit zwischen dem 8. und 15. Februar großflächig dünnes Eis oder Neueis, siehe Abbildung 3.11.

Die Eissaison dauerte im Vänernsee von Anfang Februar bis Anfang März etwa vier Wochen lang. Eis kam nur in den Buchten und küstennahen Bereichen vor und erreichte bei unterschiedlicher Konzentration Dicken von 5 bis 15 cm. In den Buchten und geschützt liegenden Gewässern der dänischen und schwedischen Küste in der westlichen Ostsee trat im Verlauf des Februars Festeis oder ebenes Eis auf. Mitte Februar, zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung, erreichten die Eisdicken Werte bis zu 15 cm. Das Seegebiet blieb im Winter 2011/12 eisfrei.

Ice conditions in the German Bight, Kattegat, Skagerrak, and in the Danish and Swedish waters of the western Baltic Sea

In the North Sea coastal waters of the Netherlands, ice occurred only in the Wadden Sea south of the West Frisian islands. First ice formed on 6 February or, in smaller harbours, a few days earlier. Between 8 and 10 February, the time of maximum ice development, ice thicknesses reached 5–15 cm. Rafted ice locally reached heights of more than 30 cm. The last ice report was received on 16 February, and the Netherlands coast probably was ice-free several days later. The Ringkøbing fjord and Limfjord at the Danish coast were covered with 20 cm thick fast ice already on 10 February. In some sheltered areas of Limfjord, ice thickness grew to 40 cm in the course of February. Shipping in Limfjord was assisted by the tug ZENIT until the end of February, when the waters were free of ice again.

In the Skagerrak, ice of 5–15 cm thickness occurred in some smaller fjords on the Norwegian coast from mid-January to mid-March. In February, ice of 5–10 cm thickness occurred locally in the harbours of Oslo, and new ice developed in the Oslo navigation channel.

In February, smaller harbours and fjords along the Danish and Swedish coasts of the Kattegat were completely covered with ice, with maximum ice thicknesses of 5–20 cm. Large areas in the offshore waters and in the Belts and Sound were covered with thin ice or new ice in the time between 8 and 15 February, cf. figure 3.11.

The ice season in Lake Vänern lasted about four weeks, from early February to early March. Ice occurred only in the bays and near-shore areas and reached thicknesses between 5 and 15 cm, with variable ice concentrations. In the course of February, fast ice or level ice developed in the bays and sheltered waters of the Danish and Swedish coasts in the western Baltic Sea. Around the time of maximum ice development, in mid-February, ice thicknesses reached up to 15 cm. Offshore waters remained ice-free in the winter of 2011/12.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 85

Nr. 4
Rostock, den 10.02.2012

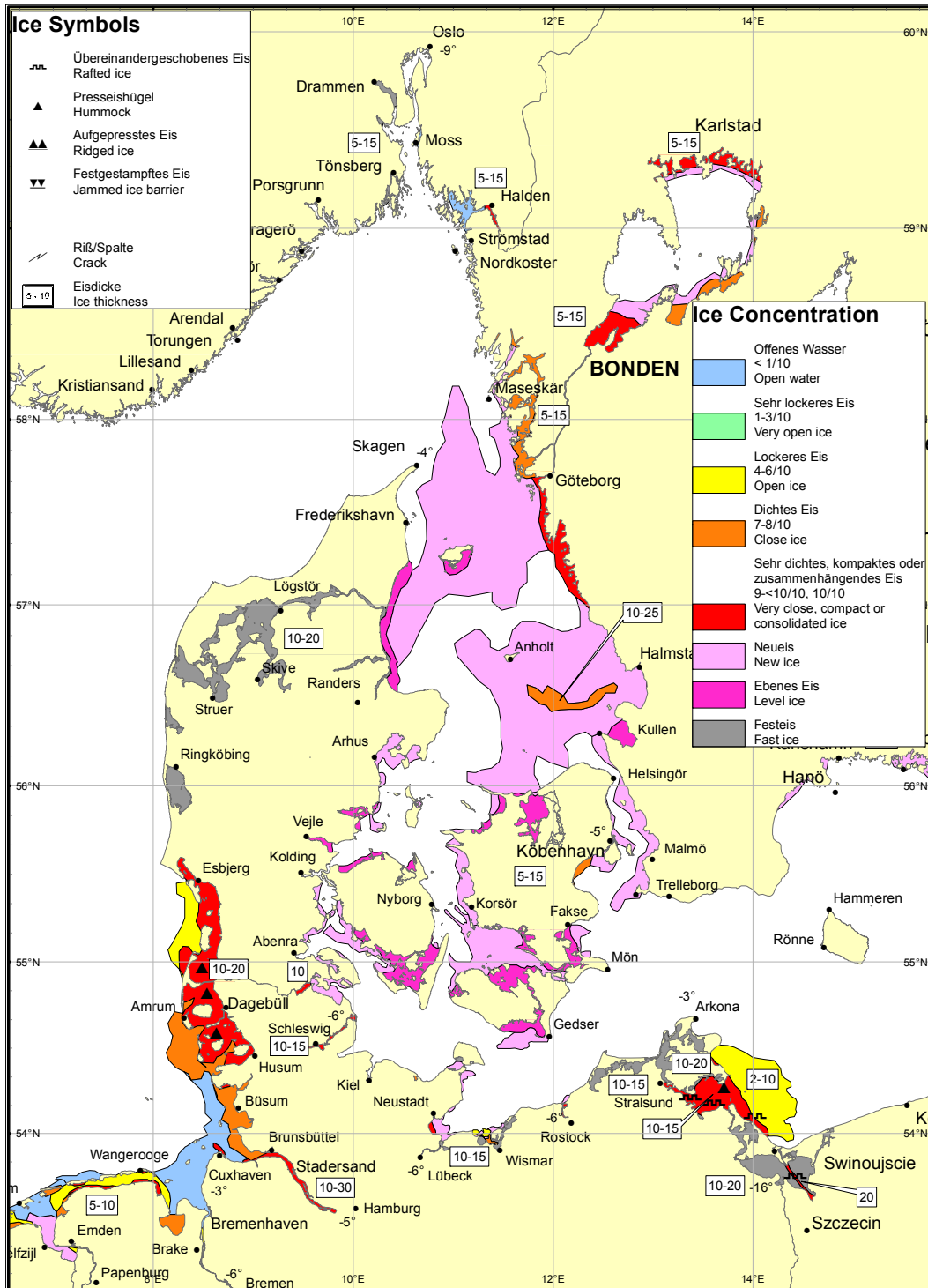


Abbildung 3.11: Eislage in der Deutschen Bucht, in der westlichen Ostsee, Skagerrak und Kattegat am 10. Februar 2012

Figure 3.11: Ice situation in the German Bight, western Baltic Sea, Skagerrak and Kattegat on 10 February 2012

Eisverhältnisse an der polnischen Küste der südlichen Ostsee

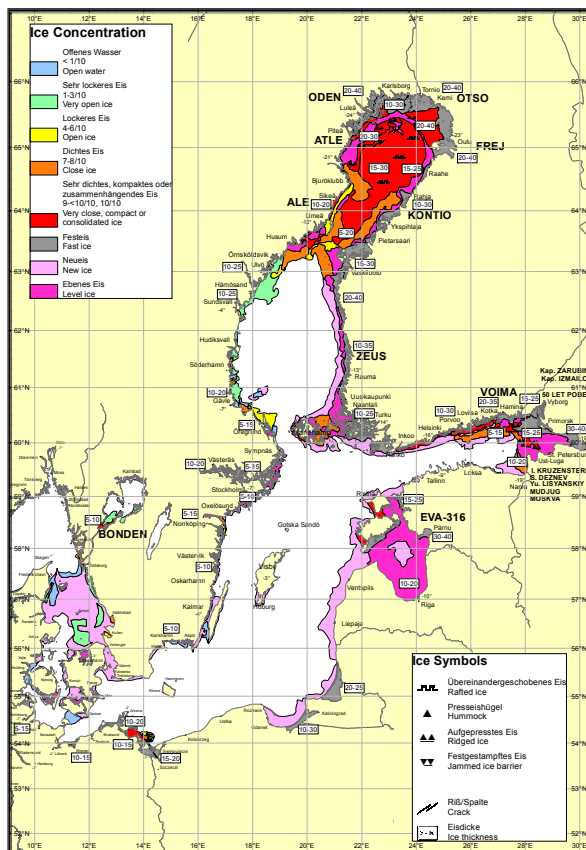
Auch an der polnischen Küste wurde der Höchststand der Eisentwicklung Mitte Februar erreicht. Zu diesem Zeitpunkt lag im Stettiner Haff und in der Puck-Bucht 15–30 cm dickes Festeis, in den Häfen entlang der Küste zwischen Świnoujście und Gdańsk kam bis zu 15 cm dickes Eis unterschiedlicher Konzentration vor. In der Pommerschen Bucht lag dichtes bis sehr dichtes 5–15 cm dickes Treibeis und Neueis. Neueis trat auch in der Gdanskener Bucht auf. Das Frische Haff war mit 30–50 cm dickem Eis bedeckt. Am 19. und 20. Februar wurde das Eis, das aus der Pommerschen Bucht mit starken westlichen Winden ostwärts trieb, im Seebereich außerhalb Kołobrzeg und am 23. Februar außerhalb Ustka beobachtet. Das Eis im Stettiner Haff verschwand am 26. Februar, im Frischen Haff schmolz es Mitte März ab.

Ice conditions in the Polish coastal waters in the southern Baltic Sea

Also along the coast of Poland, maximum ice formation was reached in mid-February, when fast ice of 15–30 cm thickness covered Szczecin Lagoon and Puck Bay, and up to 15 cm thick ice in variable concentrations occurred in the harbours along the coast between Świnoujście and Gdańsk. Very close 5–15 cm thick drift ice and new ice were observed in the Pomeranian Bight, and new ice formed also in the Bay of Gdansk. Vistula Lagoon was covered with 30–50 cm thick ice. On 19 and 20 February, ice drifting eastward from the Pomeranian Bight due to strong westerly winds was observed in the offshore waters off Kołobrzeg, and on 23 February off Ustka. The ice in Szczecin Lagoon disappeared by 26 February and in Vistula Lagoon by mid-March.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISÜBERSICHTSKARTE Nr. 9
Jahrgang 85 Rostock, den 08.02.2012



Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISÜBERSICHTSKARTE Nr. 10
Jahrgang 85 Rostock, den 14.02.2012

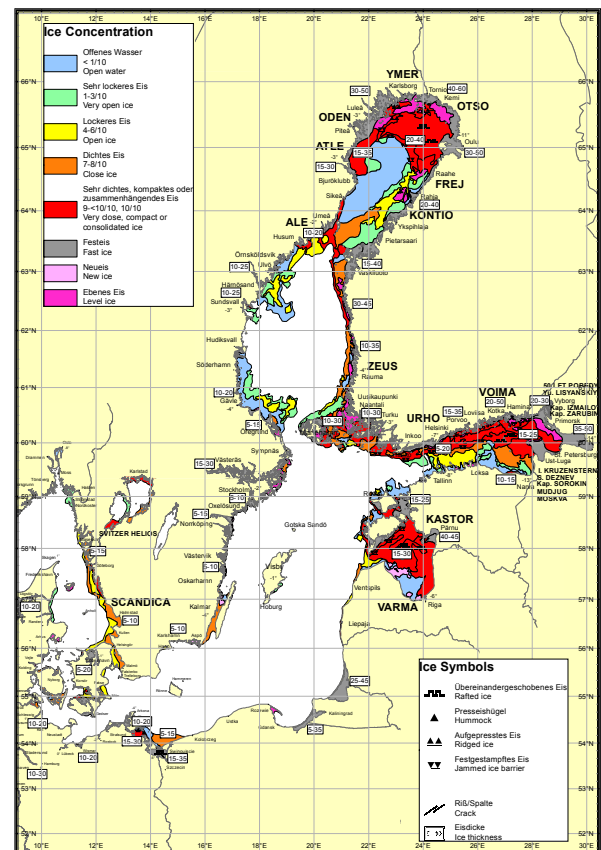


Abbildung 3.12: Eisübersichtskarten vom 8. und 14. Februar zurzeit der maximalen Eisausdehnung im Winter 2011/12
Figure 3.12: General ice charts of 8 and 14 February at the time of maximum ice extent in the winter of 2011/12

Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56° N)

Die Eisbildung im nördlichen Ostseeraum begann im Dezember 2011, etwa zwei bis drei Wochen später als im Durchschnitt. Die Eisentwicklung verlief bis Ende Januar sehr langsam. Bis zu diesem Zeitpunkt entsprach sie der Eisentwicklung, die typisch für eine schwache Eissaison ist. Die Eisbildung in allen Bereichen intensivierte sich jedoch, als in den letzten Januartagen von Osten her sehr kalte Luft in den Ostseeraum einfluss. In der ersten und zweiten Februarwoche herrschte an den Küsten des Bottnischen, Finnischen und Rigaischen Meerbusens Dauerfrost mit Lufttemperaturen zwischen -15 und -30 °C vor. Innerhalb einer kurzen Zeitspanne von etwa 10 Tagen nahm das Eis beträchtlich zu. Mit maximaler Eisausdehnung von 179 000 km² wurde im Winter 2011/12 in der Zeit zwischen dem 8. und dem 12. Februar kurzzeitig die Ausdehnung eines **mäßigen** Eiswinters erreicht, Abbildung 3.13.

Die Dicke des Schärenfesteises erreichte Anfang März ihre maximalen Werte von 35–65 cm in der Bottenvik, 10–50 cm in der Bottensee (größere Werte wurden an der finnischen Küste gemessen), 60–70 cm im östlichen und 10–35 cm im westlichen Finnischen Meerbusen. Der Mälarsee an der schwedischen Küste war mit 15–30 cm, die Pärnubucht im Rigaischen Meerbusen mit 45–50 cm, der Moonsund mit 20–30 cm dickem Festeis bedeckt, Abbildung 3.13. Auf See traten, wie in jedem Winter, Eisaufschiebungen und Eispressungen auf. Zahlreiche Eisbrecher waren die ganze Eissaison im Einsatz und haben die Schifffahrt in allen Bereichen der Ostsee unterstützt. Der Eiswinter 2011/12 endete im Rigaischen Meerbusen in der ersten Aprildekade, im Finnischen Meerbusen zum mittleren Termin Anfang Mai und in der Bottenvik Mitte Mai, etwa zwei Wochen früher als im langjährigen Mittel.

Ice conditions in the northern Baltic Sea region (north of 56° N)

*Ice formation in the northern Baltic Sea region began in December 2011, about two to three weeks later than normal. Until the end of January, the ice development was very slow, with all the characteristics of a weak ice winter. However, ice formation in all northern Baltic waters intensified when very cold easterly air flowed into the Baltic during the last days of January. In the first and second weeks of February, permanent frost and air temperatures between -15 and -30 °C prevailed on the coasts of the Gulfs of Bothnia, Finland, Riga. Within a relatively short period of about 10 days, the ice increased markedly. With a maximum ice extent of 179 000 km², the winter season of 2011/12 briefly met the criteria for a **moderate** ice winter in the time from 8 to 12 February, cf. figure 3.13.*

In early March, the thickness of fast ice in the skerries reached its maximum of 35–65 cm in the Bay of Bothnia, 10–50 cm in the Sea of Bothnia (higher values were measured off the coast of Finland), 60–70 cm in the eastern Gulf of Finland, and 10–35 cm in its western part. Lake Mälaren near the Swedish coast was covered with 15–30 cm of ice, the bay of Pärnu in the Gulf of Riga with 45–50 cm, and Moon Sound with 20–30 cm thick fast ice, cf. figure 3.13. As in any other winter season, ice rafting and ridging occurred in the offshore waters. Numerous icebreakers providing assistance to shipping in the entire Baltic Sea were deployed throughout the ice season. The ice winter of 2011/12 in the Gulf of Riga ended in the first decade of April, in the Gulf of Finland in early May at about the normal date, and in the Bay of Bothnia in mid-May, about two weeks earlier than the long-term mean.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISÜBERSICHTSKARTE
Jahrgang 85

Nr. 13
Rostock, den 06./07.03.2012

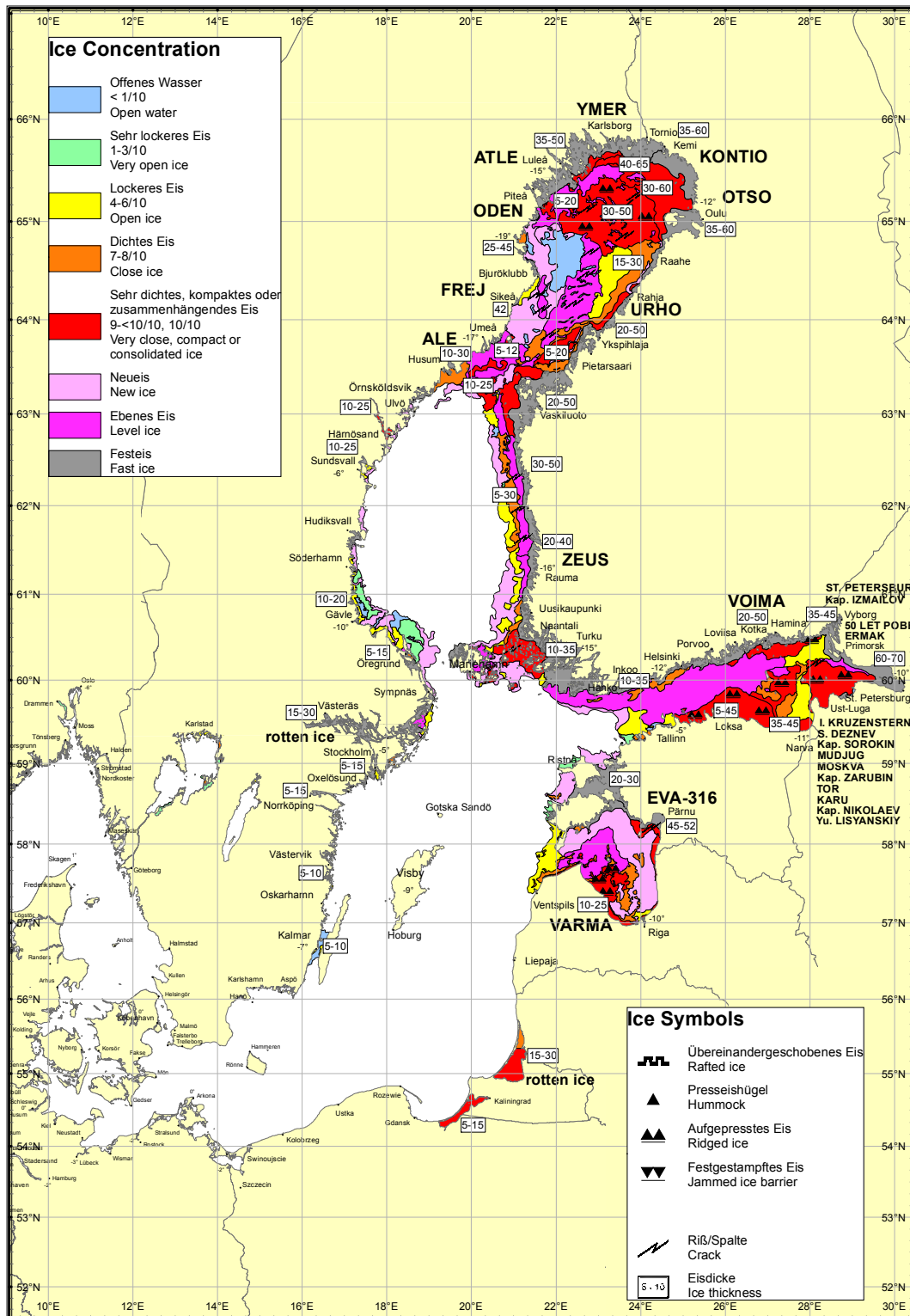


Abbildung 3.13: Eisübersichtskarte am 6./7. März mit maximalen Eisdicken im nördlichen Ostseeraum im Winter 2011/12

Figure 3.13: General ice chart of 6/7 March showing maximum ice thicknesses in the northern Baltic Sea region in the winter of 2011/12

Anhang/Appendix

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Beginn des Eisauftritts <i>Beginning of ice occurrence</i>	Ende des Eisauftritts <i>End of ice occurrence</i>	Anzahl der Tage mit Eis <i>Number of days with ice</i>	Max. Dicke des ebenen Eises, cm <i>Max. ice thickness, cm</i>
Kanal, Holtenu – Rendsburg	07.02.12	07.02.12	1	< 5
Kanal, Rendsburg – Fischerhütte	07.02.12	13.02.12	3	5–10
Brunsbüttel, Kanalzufahrt	05.02.12	16.02.12	9	5–15
Ellenbogen (Sylt), Listertief	07.02.12	20.02.12	13	15–30
Dagebüll, Hafen	01.02.12	16.02.12	16	15–30
Dagebüller Fahrwasser	06.02.12	16.02.12	10	15–30
Wyk auf Föhr, Hafen	03.02.12	17.02.12	15	30
Wyk auf Föhr, Norderaue	04.02.12	16.02.12	13	30
Amrum, Hafen Wittdün	03.02.12	17.02.12	15	30
Amrum, Vortrapptief	03.02.12	17.02.12	15	15–30
Amrum, Schmalteef	03.02.12	17.02.12	15	15–30
Husum, Hafen	01.02.12	18.02.12	18	10–20
Husum, Au	03.02.12	17.02.12	14	10–20
Nordstrand, Hever	05.02.12	16.02.12	12	20–30
Tönning, Hafen	30.01.12	21.02.12	23	15–30
Eiderdamm, Seegebiet	31.01.12	20.02.12	21	15
Büsum, Hafen	02.02.12	19.02.12	18	20
Büsum, Norderpiep	01.02.12	19.02.12	19	10
Büsum, Süderpiep	01.02.12	19.02.12	19	10–15
Harburg, Elbe	01.02.12	21.02.12	21	30
Hamburg, Elbbrücken – Kehr wieder	01.02.12	21.02.12	21	15–30
Hamburg – Landungsbrücken, Elbe	01.02.12	21.02.12	21	15–30
Altona, Elbe	01.02.12	21.02.12	21	15–30
Stadersand, Elbe	01.02.12	20.02.12	20	15–30
Glückstadt, Hafen u. Einfahrt	02.02.12	26.02.12	25	30
Glückstadt, Elbe	02.02.12	23.02.12	22	30
Brunsbüttel, Elbe	05.02.12	17.02.12	13	10–15
Cuxhaven, Hafen u. Einfahrten	05.02.12	20.02.12	12	20
Cuxhaven, Elbe	06.02.12	17.02.12	11	30
Cuxhaven – Neuwerk	06.02.12	14.02.12	9	20
Neuwerk, Elbe	31.01.12	14.02.12	11	10–20
Großer Vogelsand	06.02.12	14.02.12	8	10
Ansteuerungstonne Elbe	07.02.12	07.02.12	1	10
Bremen, Weser	04.02.12	15.02.12	12	10–15
Brake, Weser	06.02.12	15.02.12	10	15–30
Bremerhaven, Weser	07.02.12	19.02.12	13	15–30
Wilhelmshaven, Hafeneinfahrten	04.02.12	13.02.12	8	15–30*
Wilhelmshaven, Tankerlöschbrücke	04.02.12	14.02.12	11	10–15
Schillig, Jadegebiet	02.02.12	14.02.12	12	5–10
Wangerooge, Fahrwasser	02.02.12	11.02.12	2	5
Wangerooge, Watten	02.02.12	14.02.12	13	10–15
Wangerooge, Harle	02.02.12	14.02.12	13	10–15
Norderney, Watten	01.02.12	14.02.12	14	10–15
Norderney, Seegat	07.02.12	13.02.12	6	10–15
Papenburg – Emden	03.02.12	18.02.12	16	10–15
Emden, Neuer Binnenhafen	02.02.12	15.02.12	14	15
Emden, Ems und Außenhafen	02.02.12	16.02.12	15	15
Ems, Emden – Randzelgat	02.02.12	14.02.12	13	5–10
Borkum, Randzelgat	07.02.12	14.02.12	8	5–10
Borkum, Westerems	07.02.12	13.02.12	5	5

* Aufgeschoben 50–70 cm/Rafted to 50–70 cm

Tabelle A3.1: Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste und auf dem Nord-Ostsee-Kanal im Winter 2011/12
 Table A3.1: Ice conditions on the German North Sea coast and on Kiel Canal in the winter of 2011/12

Beobachtungsstationen Observations stations	Beginn des Eisauftretens Beginning of ice occurrence	Ende des Eisauftretens End of ice occurrence	Anzahl der Tage mit Eis Number of days with ice	Max. Dicke des ebenen Eises, cm Max. ice thickness, cm
Kamminke, Hafen und Umgebung	29.01.12	25.02.12	28	18
Ueckermünde, Hafen	30.01.12	22.02.12	24	15
Ueckermünde, Hf. – Ueckermündung	30.01.12	20.02.12	22	10–15
Ueckermünde, Stettiner Haff	30.01.12	25.02.12	27	28
Karnin, Stettiner Haff	01.02.12	26.02.12	26	20
Karnin, Peenestrom	01.02.12	26.02.12	26	20
Anklam, Hafen	30.01.12	23.02.12	25	13
Anklam, Hafen – Peenestrom	30.01.12	23.02.12	25	14
Brücke Zecherin, Peenestrom	29.01.12	23.02.12	26	25
Rankwitz, Peenestrom	29.01.12	25.02.12	28	16
Warthe, Peenestrom	26.01.12	25.02.12	31	17
Wolgast – Peenemünde	29.01.12	21.02.12	24	15–20
Peenemünde – Ruden	01.02.12	22.02.12	22	15–30
Koserow, Seegebiet	03.02.12	18.02.12	16	15–30
Stralsund, Hafen	31.01.12	21.02.12	22	25
Stralsund – Palmer Ort	31.01.12	22.02.12	23	20–30
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	01.02.12	22.02.12	22	15–30
Greifswald-Wieck, Hafen	26.01.12	24.02.12	29	15
Dänische Wiek	26.01.12	07.03.12	31	22
Greifswald-Ladebow, Hafen	03.02.12	23.02.12	21	30
Osttief	01.02.12	22.02.12	22	20
Landtiefrinne	01.02.12	17.02.12	17	30
Thiessow, Boddengebiet	31.01.12	26.02.12	27	18
Thiessow, Seegebiet	01.02.12	24.02.12	23	15
Lauterbach, Hafen und Umgebung	31.01.12	23.02.12	24	20
Greifswalder Oie, östliches Seegebiet	06.02.12	14.02.12	9	5
Fährhafen Sassnitz und Umgebung	04.02.12	14.02.12	8	5–10
Fährhafen Sassnitz, Seegebiet	04.02.12	14.02.12	7	5
Sassnitz, Hafen und Umgebung	04.02.12	18.02.12	15	10–15
Sassnitz, Seegebiet	04.02.12	16.02.12	11	10–15
Arkona, Seegebiet	06.02.12	07.02.12	2	< 5
Stralsund – Bessiner Haken	26.01.12	22.02.12	25	15–30
Vierendehrinne	26.01.12	22.02.12	25	15–30
Barhöft – Gellenfahrwasser	26.01.12	22.02.12	27	15–30
Neuendorf, Hafen und Umgebung	28.01.12	23.02.12	27	11
Neuendorf, Seegebiet	06.02.12	15.02.12	6	< 5
Kloster, Seegebiet	07.02.12	07.02.12	1	< 5
Kloster, Boddengebiet	28.01.12	23.02.12	27	13
Schaprode – Hiddensee, Fahrwasser	31.01.12	23.02.12	24	15
Dranske, Boddengebiet	31.01.12	24.02.12	25	15–30
Wittower Fähre, Gewässer bei	31.01.12	23.02.12	24	15
Althagen, Hafen und Umgebung	28.01.12	23.02.12	27	13
Zingst, Zingster Strom	29.01.12	16.02.12	19	18
Zingst, Seegebiet	01.02.12	15.02.12	15	5
Barth, Hafen und Umgebung	27.01.12	22.02.12	27	16
Rostock, Stadthafen	24.01.12	22.02.12	23	20–25
Rostock – Warnemünde	26.01.12	22.02.12	28	20
Rostock, Seehäfen	26.01.12	22.02.12	28	20
Warnemünde, Seekanal	03.02.12	16.02.12	14	5–10
Warnemünde, Seegebiet	06.02.12	15.02.12	10	5–10
Wismar, Hafen	25.01.12	23.02.12	26	18
Wismar – Walfisch	01.02.12	22.02.12	22	10–15
Walfisch – Timmendorf	01.02.12	22.02.12	20	10–12
Timmendorf – Anst. Tonne Wismar	06.02.12	14.02.12	7	7

Tabelle A3.2: Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2011/12
Table A3.2: Ice conditions on the Baltic Sea coast in the winter of 2011/12

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Beginn des Eisauftretens <i>Beginning of ice occurrence</i>	Ende des Eisauftretens <i>End of ice occurrence</i>	Anzahl der Tage mit Eis <i>Number of days with ice</i>	Max. Dicke des ebenen Eises, cm <i>Max. ice thickness, cm</i>
Lübeck – Travemünde	01.02.12	22.02.12	22	15
Travemünde, Hafen	01.02.12	18.02.12	16	15
Travemünde, Seegebiet	07.02.12	10.02.12	4	15
Neustadt, Hafen	30.01.12	14.02.12	16	6
Neustadt, Seegebiet	02.02.12	07.02.12	5	5–15
Dahmeshöved, Seegebiet	06.02.12	07.02.12	2	2
Fehmarnsund	05.02.12	07.02.12	3	< 5
Kiel, Binnenhafen	25.01.12	16.02.12	20	7
Holtenau – Laboe	04.02.12	06.02.12	3	< 5
Bülk, Seegebiet	04.02.12	04.02.12	1	< 5
Heiligenhafen, Hafen	03.02.12	19.02.12	17	14
Fehmarnsund, Westeingang	05.02.12	07.02.12	3	< 5
Westermarkelsdorf, Seegebiet	07.02.12	08.02.12	2	< 5
Fehmarnbelt, Osteingang	04.02.12	13.02.12	7	5–10
Eckernförde, Hafen	30.01.12	15.02.12	17	7
Eckernförde, Bucht	07.02.12	15.02.12	9	5
Schlei, Schleswig – Kappeln	26.01.12	22.02.12	27	15–30
Schlei, Kappeln – Schleimünde	02.02.12	21.02.12	20	10
Flensburg – Holnis	04.02.12	21.02.12	18	15
Holnis – Neukirchen	08.02.12	19.02.12	12	10–15
Neukirchen – Kalkgrund-Leuchtturm	08.02.12	18.02.12	11	10–15
Falshöft, Seegebiet	11.02.12	11.02.12	1	< 5

Tabelle A3.2: Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2011/12 (Fortsetzung)

Table A3.2: Ice conditions on the Baltic Sea coast in the winter of 2011/12 (continued)

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Tage mit $K_B=2^*$ <i>Days with $K_B=2^*$</i>	Tage mit $K_B=3,5,6^*$ <i>Days with $K_B=3,5,6^*$</i>	Tage mit $K_B=8,9^*$ <i>Days with $K_B=8,9^*$</i>
Ellenbogen (Sylt), Listertief	7		
Dagebüll, Hafen	8	2	
Dagebüller Fahrwasser	1	2	
Wyk auf Föhr, Hafen	9		
Wyk auf Föhr, Norderaue	6	2	
Amrum, Hafen Wittdün	3	9	
Amrum, Vortrapptief	11		
Amrum, Schmaltief	11		
Husum, Hafen	10		
Husum, Au	8		
Nordstrand, Hever	8		
Tönning, Hafen	2	16	
Eiderdamm, Seegebiet	9	6	
Büsum, Hafen	2	1	
Büsum, Norderpiep	3	1	
Büsum, Süderpiep	6	3	
Harburg, Elbe	13	4	
Hamburg, Elbbrücken - Kehrwieler	13	1	
Hamburg - Landungsbrücken, Elbe	14		
Altona, Elbe	14		
Stadersand, Elbe	15		
Glückstadt, Hafen u. Einfahrt	8	9	
Glückstadt, Elbe	8	2	
Cuxhaven, Hafen u. Einfahrten	1		
Bremen, Weser	2		
Brake, Weser	4		
Bremerhaven, Weser	7		
Wilhelmshaven, Hafeneinfahrten	1	4	
Wilhelmshaven, Tankerlöschbrücke	5		
Wangerooge, Fahrwasser	1		
Wangerooge, Watten	8		
Wangerooge, Harle	5	7	
Papenburg – Emden	9		
Emden, Neuer Binnenhafen	6		
Emden, Ems und Außenhafen	6		
Ems, Emden – Randzelgat	1		

Tabelle A3.3: Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2011/12
Table A3.3: Navigational conditions on the German North Sea coast in the winter of 2011/12

* Schlüsselzahlen nach dem Ostsee-Eiskode/*Code numbers according to the Baltic Sea Ice Code*

$K_B = 2$ Schifffahrt für nichteisverstärkte Schiffe oder für Stahlschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig, für Holzschiffe sogar mit Eischutz nicht ratsam/*Navigation difficult for low-powered vessels, for wooden vessels not advisable*

$K_B = 3,5,6$ Schifffahrt ist nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich (ohne oder mit Eisbrecherunterstützung)/*Navigation is possible only for high-powered vessels of strong construction and suitable for navigation in ice (without or with ice breaker assistance)*

$K_B = 8,9$ Schifffahrt ist vorübergehend eingestellt oder hat aufgehört/*Navigation is temporarily closed or has ceased*

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Tage mit $K_B=2^*$ <i>Days with $K_B=2^*$</i>	Tage mit $K_B=3,5,6^*$ <i>Days with $K_B=3,5,6^*$</i>	Tage mit $K_B=8,9^*$ <i>Days with $K_B=8,9^*$</i>
Kamminke, Hafen und Umgebung	2	19	2
Ueckermünde, Hafen	8	11	
Ueckermünde, Hf. – Ueckermündung	11		
Ueckermünde, Stettiner Haff	5	19	
Karnin, Stettiner Haff	4	20	
Karnin, Peenestrom	4	20	
Anklam, Hafen	8	16	
Anklam, Hafen – Peenestrom	5	18	
Brücke Zecherin, Peenestrom	3	19	
Rankwitz, Peenestrom	3	19	
Warthe, Peenestrom	1	23	
Wolgast – Peenemünde	5	16	
Peenemünde – Ruden	2	17	
Koserow, Seegebiet	6	1	
Stralsund, Hafen	5	15	
Stralsund – Palmer Ort	3	17	
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	2	17	
Greifswald-Wieck, Hafen	2	14	2
Dänische Wiek	3	18	1
Greifswald-Ladebow, Hafen	3	17	
Osttief	2	17	
Landtiefrinne	1	10	
Thiessow, Boddengebiet	1	18	
Thiessow, Seegebiet	1	10	
Lauterbach, Hafen und Umgebung	2	18	
Greifswalder Oie, östliches Seegebiet	1		
Stralsund – Bessiner Haken			21
Vierendehrinne	1		21
Barhöft – Gellenfahrwasser	1		21
Neuendorf, Hafen und Umgebung	2		21
Kloster, Boddengebiet			22
Schaprode – Hiddensee, Fahrwasser	7	9	
Dranske, Boddengebiet	2	3	18
Wittower Fähre, Gewässer bei	17		
Althagen, Hafen und Umgebung			22
Zingst, Zingster Strom	3		13
Zingst, Seegebiet			
Barth, Hafen und Umgebung	4		21
Rostock, Stadthafen	7	10	
Rostock – Warnemünde	16		
Rostock, Seehäfen	6		
Wismar, Hafen	4	5	
Wismar – Walfisch	17		
Walfisch – Timmendorf	4		
Timmendorf – Anst. Tonne Wismar	1		
Neustadt, Seegebiet	1		
Schlei, Schleswig – Kappeln	2	17	
Schlei, Kappeln – Schleimünde		9	
Flensburg – Holnis	5		

Tabelle A3.4: Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2011/12

Table A3.4: Navigational conditions on the German Baltic Sea coast in the winter of 2011/12

* Schlüsselzahlen nach dem Ostsee-Eiskode/*Code numbers according to the Baltic Sea Ice Code*

- $K_B = 2$ Schifffahrt für nichteisverstärkte Schiffe oder für Stahlschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig, für Holzschiffe sogar mit Eisschutz nicht ratsam/*Navigation difficult for low-powered vessels, for wooden vessels not advisable*
- $K_B = 3,5,6$ Schifffahrt ist nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich (ohne oder mit Eisbrecherunterstützung)/*Navigation is possible only for high-powered vessels of strong construction and suitable for navigation in ice (without or with ice breaker assistance)*
- $K_B = 8,9$ Schifffahrt ist vorübergehend eingestellt oder hat aufgehört/*Navigation is temporarily closed or has ceased*

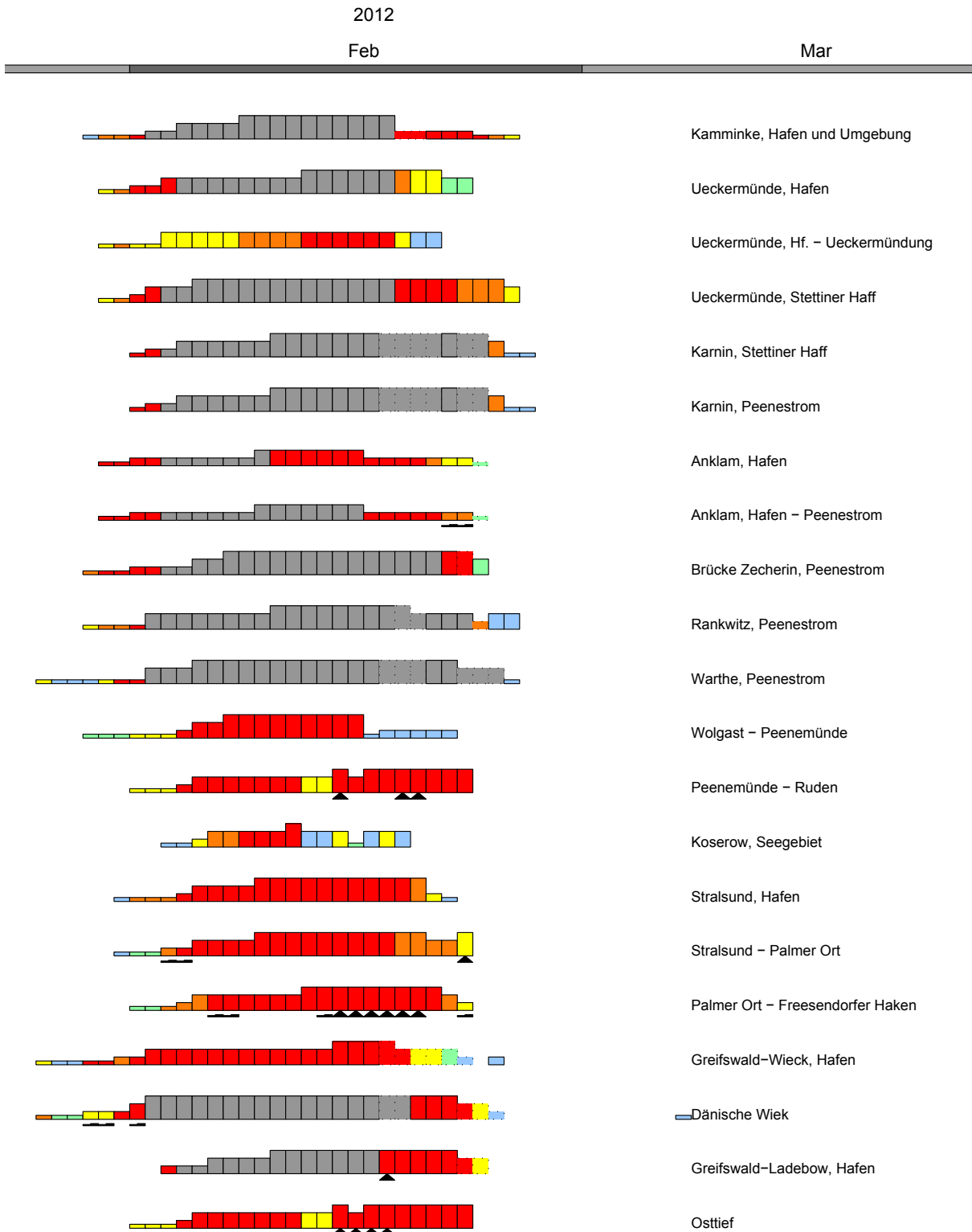


Abbildung A3.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2011/12
 Figure A3.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2011/12

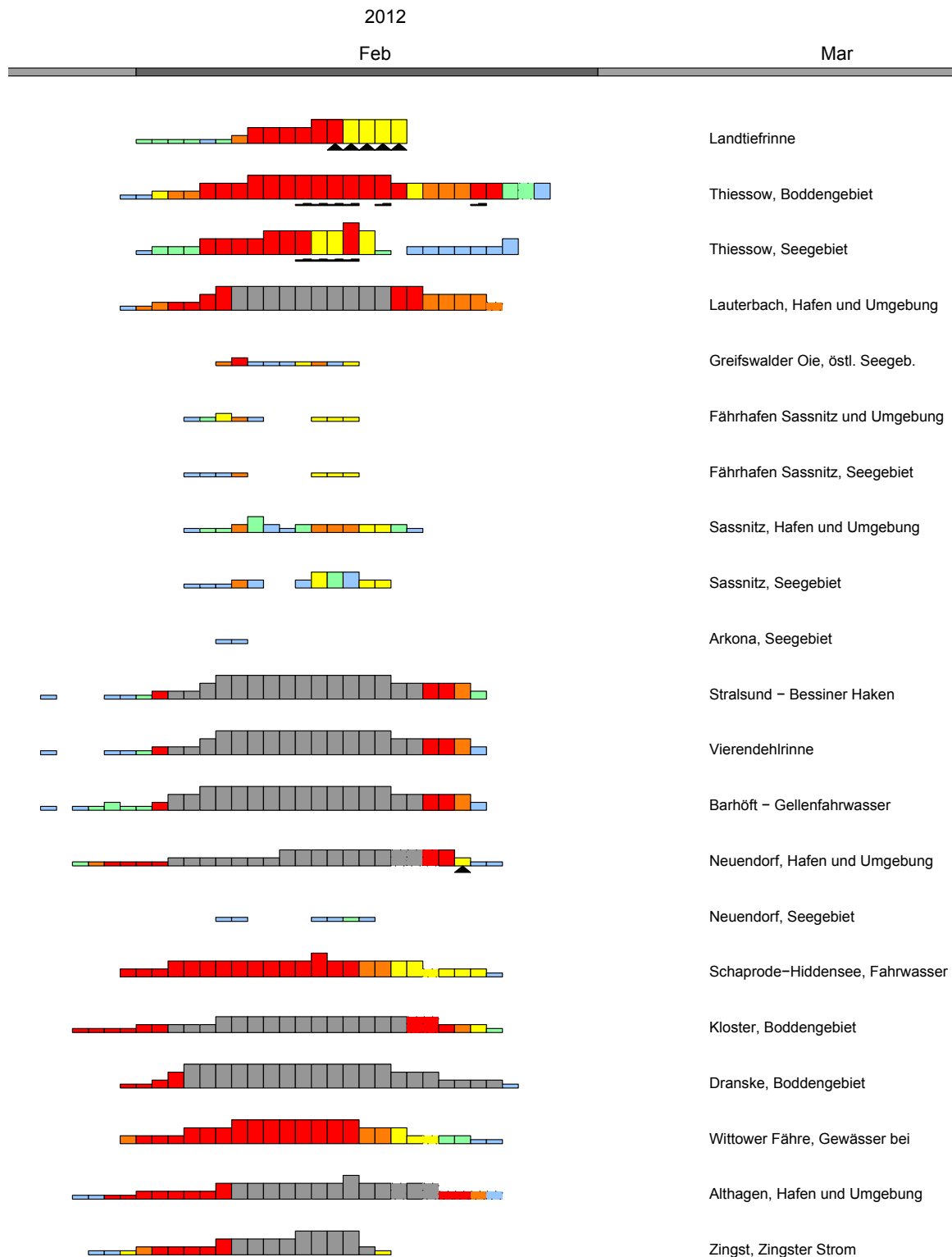


Abbildung A3.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2011/12 (Fortsetzung)
Figure A3.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2011/12 (continued)

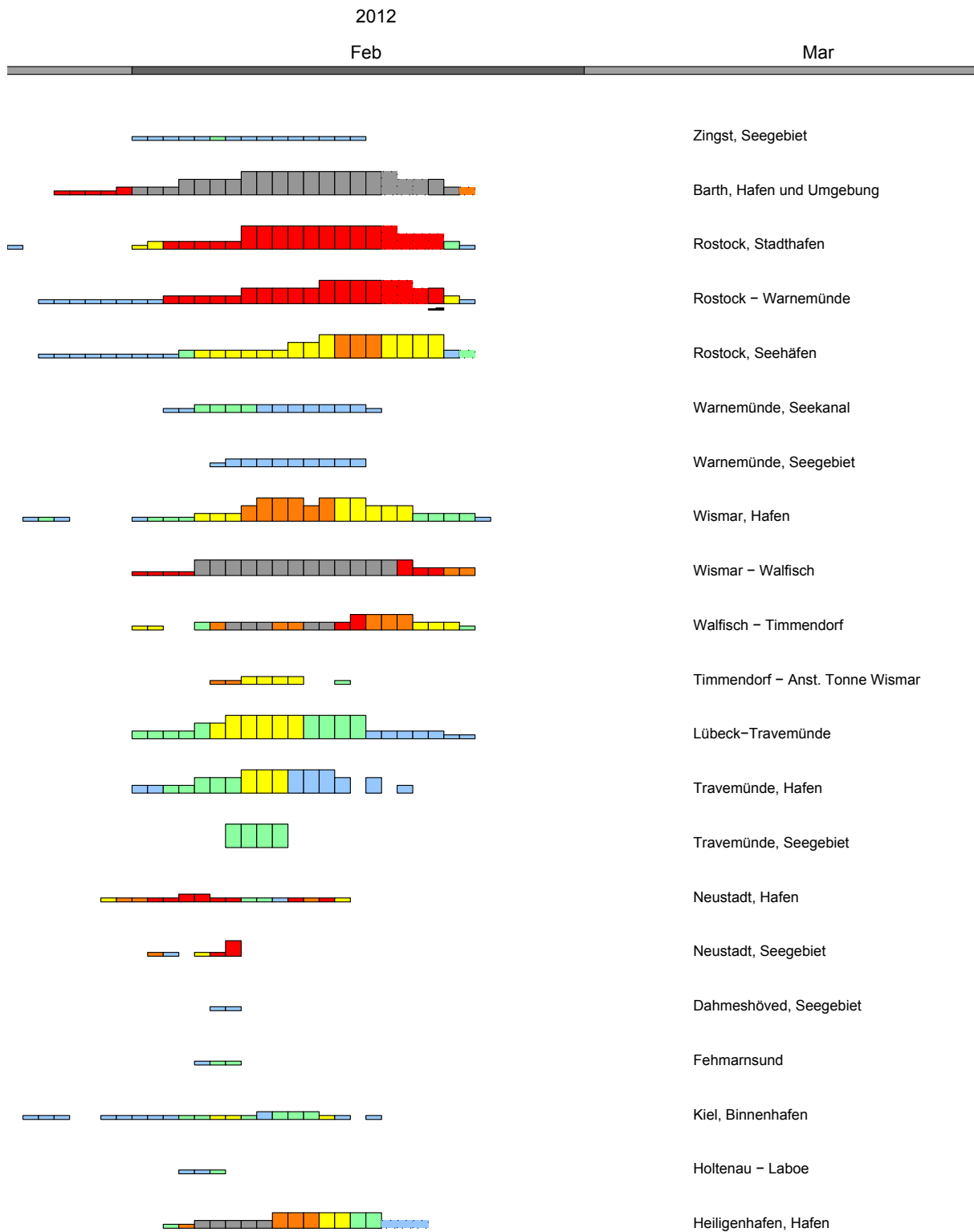


Abbildung A3.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2011/12 (Fortsetzung)
Figure A3.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2011/12 (continued)

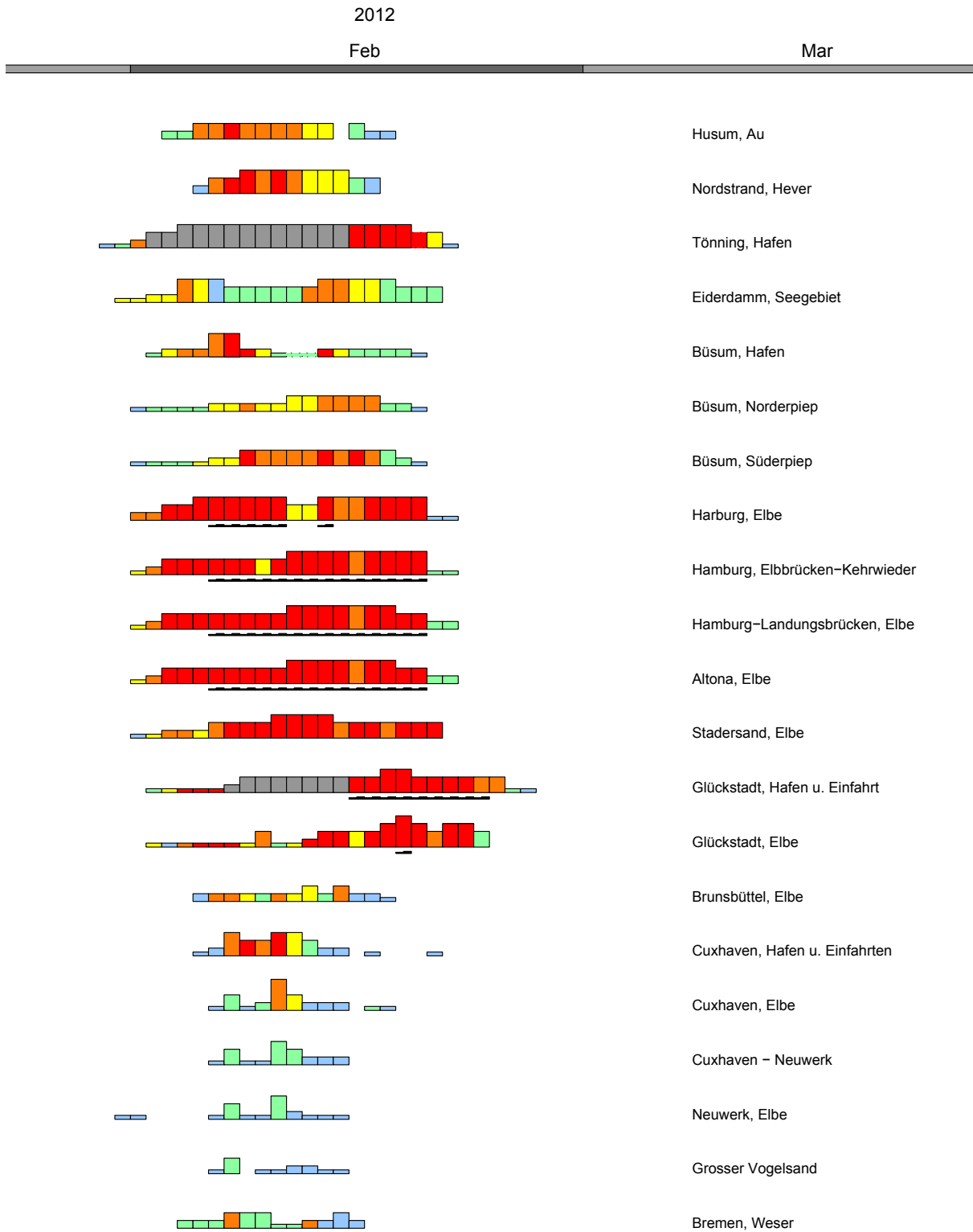
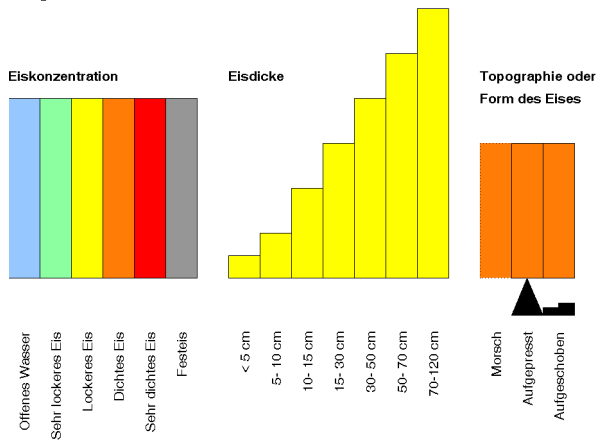


Abbildung A3.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2011/12 (Fortsetzung)
Figure A3.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2011/12 (continued)

Legende



Legend

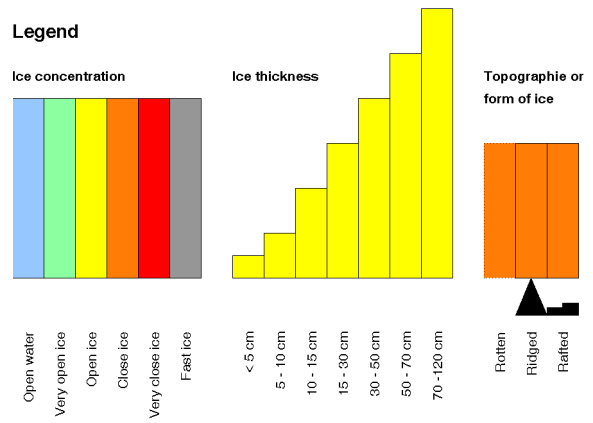


Abbildung A3.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2011/12 (Fortsetzung)
Figure A3.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2011/12 (continued)

4 **Der Eiswinter 2012/2013 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten sowie eine kurze Beschreibung der Eisverhältnisse im gesamten Ostseebereich/*The ice winter of 2012/2013 on the German North and Baltic Sea coasts and a brief description of ice conditions in the entire Baltic Sea region***

Inhaltsverzeichnis/Contents

Allgemeines <i>General</i>	119
Wetterverhältnisse in den Wintermonaten in den deutschen Küstengebieten <i>Weather conditions in the German coastal areas during the winter months</i>	121
Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste <i>Ice conditions and navigation on the German North Sea coast</i>	123
Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste <i>Ice conditions and navigation on the German Baltic Sea coast</i>	123
Qualität der Beobachtungsdaten <i>Quality of ice observation data</i>	123
Abhängigkeit der Eisdickenzunahme von der Kältesumme (KS) <i>Cold sum (CS) dependence of ice thickness growth</i>	124
Abhängigkeit der Eisdickenabnahme von der Wärmesumme (WS) <i>Warm sum (WS) dependence of ice thickness reduction</i>	128
Berechnung der Eisdicken für den Eiswinter 2012/13 <i>Ice thickness calculation for the ice winter of 2012/13</i>	131
Beschreibung der Eis- und Schifffahrtsverhältnisse <i>Description of ice and navigational conditions</i>	132
Eisverhältnisse in der Deutschen Bucht, im Kattegat, Skagerrak sowie in den dänischen und schwedischen Gewässern der westlichen Ostsee <i>Ice conditions in the German Bight, Kattegat, Skagerrak, and in the Danish and Swedish waters of the western Baltic Sea</i>	134
Eisverhältnisse an der polnischen und litauischen Küste der südlichen Ostsee <i>Ice conditions in the Polish and Lithuanian coastal waters in the southern Baltic Sea</i>	136
Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56° N) <i>Ice conditions in the northern Baltic Sea region (north of 56° N)</i>	136
Anhang <i>Appendix</i>	139

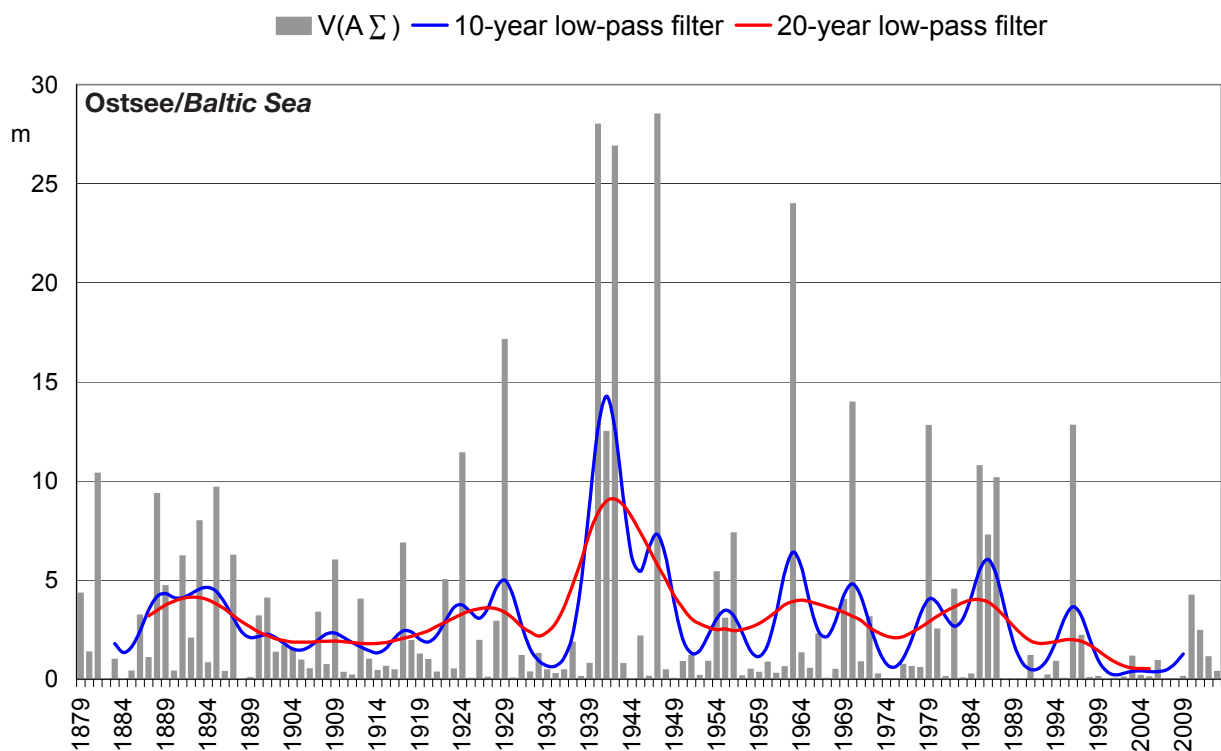
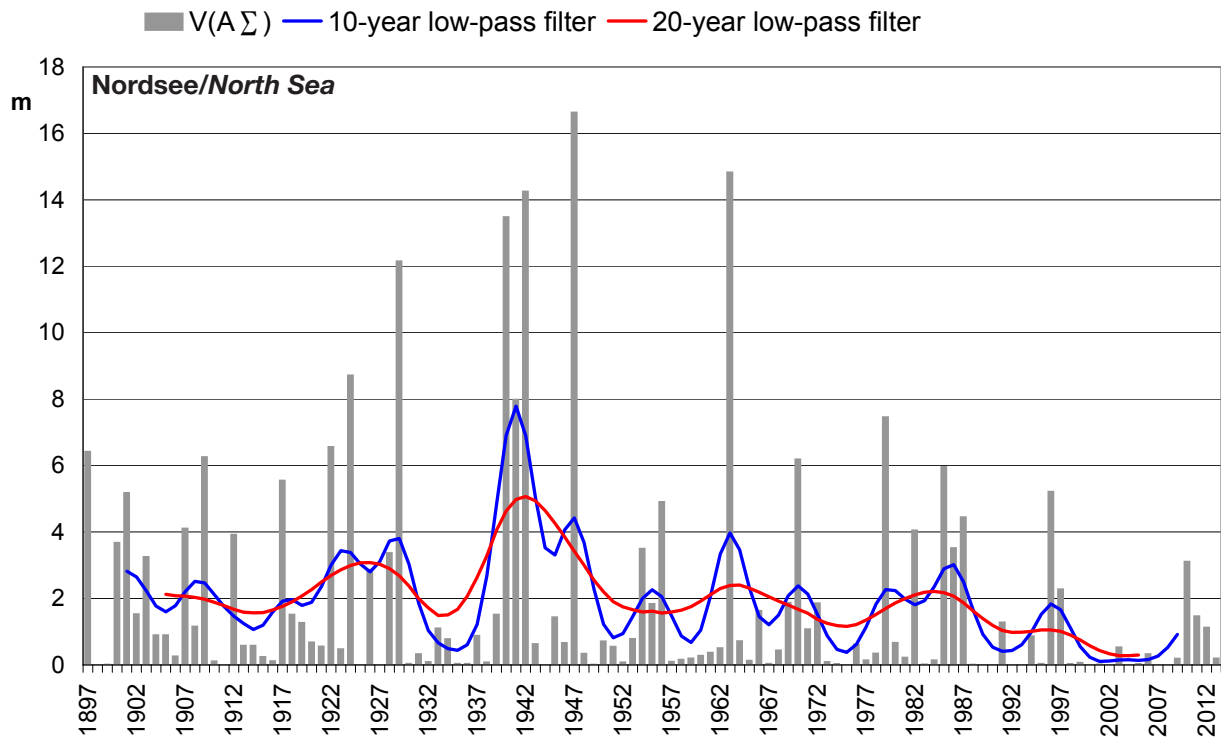


Abbildung 4.1: Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste im Zeitraum 1897–2013 und für die deutsche Ostseeküste im Zeitraum 1879–2013

Figure 4.1: Distribution of accumulated areal ice volume on the German North Sea coast in the period between 1897 and 2013, and on the German Baltic Sea coast in the period between 1879 and 2013

Allgemeines

Die Maßzahl für die Bewertung der Stärke der Eiswinter an den deutschen Küsten, die flächenbezogene Eisvolumensumme <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/Kuesten.jsp>, beträgt im Eiswinter 2012/13 für die Nordsee **0,20 m** und für die Ostsee **0,38 m**, vgl. Abbildung 4.1 und 4.2. Hiermit gehört der Eiswinter 2012/13 für die beiden deutschen Küsten zu der Klasse der schwachen Eiswinter. Die größte Eisproduktion fand, wie in den meisten Wintern, an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern statt. Die flächenbezogene Eisvolumensumme für diesen Teil der deutschen Ostseeküste beträgt 0,63 m (ein mäßiger Eiswinter), für die Küste von Schleswig-Holstein 0,08 m (ein sehr schwacher Eiswinter).

General

In the ice winter of 2012/13, the accumulated areal ice volume used for assessing the intensity of ice winters on German coasts, cf. <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/Kuesten.jsp>, is **0.20 m** for the North Sea and **0.38 m** for the Baltic Sea (cf. Figures 4.1 and 4.2). This classifies the ice winter of 2012/13 as a weak ice winter on both German coasts. As in most winters, the greatest degree of ice production was observed on the coast of Mecklenburg-Vorpommern. The accumulated areal ice volume on this part of the German Baltic Sea coast is 0.63 m (a moderate ice winter), on the coast of Schleswig-Holstein 0.08 m (a very mild ice winter).

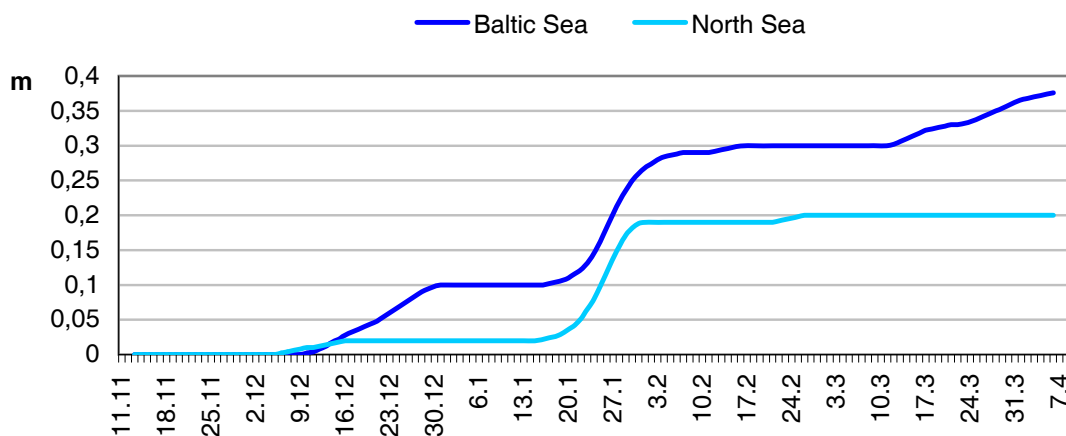


Abbildung 4.2: Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an den deutschen Küsten im Winter 2012/13

Figure 4.2: Accumulated areal ice volume on the German coasts in the winter of 2012/13

Im nördlichen Ostseeraum wurde der Höchststand der Eisentwicklung im Winter 2012/13 Ende März registriert. Ausgehend von der maximalen Eisausdehnung in der gesamten Ostsee, die am 25. März ca. 187 000 km² betrug, wird der Winter 2012/13 für die Ostsee als ein **mäßiger** Eiswinter klassifiziert. Das maximale Eisvolumen der Ostsee wurde am 2. April erreicht und entspricht **34,9 km³**. Dieser Wert weist ebenfalls die Merkmale eines mäßigen Eiswinters auf. Das Eisvolumen ist ein objektiveres Maß für die Beschreibung der Stärke eines Eiswinters, da es nicht nur die Ausdehnung des Eises, sondern auch die Eisdicke berücksichtigt. Die Ergebnisse der Untersuchung des Eisvolumens der Ostsee in den letzten 40 Jahren werden an anderer Stelle veröffentlicht.

In the northern Baltic Sea region, the highest degree of ice formation in the winter of 2012/13 was recorded end of March. Based on the maximum ice extent in the entire Baltic Sea, which was approx. 187,000 km² on 25 March, the winter of 2012/13 is classified as a **moderate** ice winter for the Baltic Sea. The maximum ice volume in the Baltic Sea was reached on 2 April and corresponds to **34.9 km³**. This value is likewise indicative of a moderate ice winter. Ice volume is a more objective measure for describing the intensity of an ice winter, since it takes into consideration not only ice extent, but also ice thickness. The results of researching ice volume in the Baltic Sea over the past 40 years will be published separately.

Über die Eislage und voraussichtliche Eisentwicklung im gesamten Ostseeraum und in den deutschen Küstengewässern im Eiswinter **2012/13** hat das BSH informiert mit:

- 117 Eisberichten (Mo–Fr herausgegebenes Amtsblatt),
- 33 German Ice Reports (internationaler Austausch bei Vereisung deutscher Fahrwasser),
- ca. 100 NAVTEX-Meldungen (in deutscher und englischer Sprache für die deutsche Nordsee- und Ostseeküste),
- 57 Eisberichten „Deutsche Ostseeküste“ (detaillierte Eislagebeschreibung für deutsche Nutzer),
- 13 Eisberichten „Deutsche Nordseeküste“ (detaillierte Eislagebeschreibung für deutsche Nutzer),
- 26 Wochenberichten (zur Information des BMVBW und für MURSYS),
- 31 Eisübersichtskarten (einmal wöchentlich als Referenzeiskarte für die ganze Ostsee),
- 15 Eiskarten für die westliche Ostsee, Kattegat und Skagerrak,
- 27 speziellen Eiskarten (Deutsche Ostseeküste).

Die aktuellen Eisberichte und Eiskarten des BSH sind kostenfrei im Internet unter: <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/> verfügbar. Das Archiv mit allen bisher erstellten Eiskarten ist unter <ftp://ftp.bsh.de/outgoing/Eisbericht> erreichbar. Zusätzlich wurden die Eiskarten über das ICEMAR-System (www.icemar.eu) an Bord von Schiffen verteilt.

Für die Verwendung in GIS-Systemen sind die Daten mit sämtlichen bestimmten Eisparametern im Shape-Format auf Anfrage erhältlich.

*The BSH reported on ice conditions and expected ice development in the entire Baltic Sea region and German coastal waters in the ice winter **2012/13** by way of:*

- 117 ice reports (official reports issued Monday–Friday),*
- 33 German Ice Reports (international exchange, issued when ice forms in German shipping lanes),*
- about 100 NAVTEX reports (in German and English for the German North and Baltic Sea coasts),*
- 57 ice reports “German Baltic Sea coast”(detailed description of ice situation for German users),*
- 13 ice reports “German North Sea coast”(detailed description of ice situation for German users),*
- 26 weekly reports (information for the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development and for MURSYS),*
- 31 general ice charts (once a week, as a reference ice chart for the entire Baltic Sea),*
- 15 ice charts for the western Baltic Sea, Kattegat, and Skagerrak,*
- 27 special ice charts (German Baltic Sea coast).*

The current ice reports and ice charts of the BSH are available free of charge online under: <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/>. The archive with all ice charts heretofore issued is available at <ftp://ftp.bsh.de/outgoing/Eisbericht>. In addition, the ice charts were distributed on board ship via the ICEMAR system (www.icemar.eu).

GIS-compatible data in Shape format comprising all ice parameters available can be provided on request.

Station	November		December		January		February		March	
	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K
Greifswald	5.8	1.2	−0.0	−1.1	0.8	1.4	0.2	0.2	−0.6	−3.3
Rostock-Warnemünde	6.3	1.0	1.0	−0.9	1.3	1.1	0.6	−0.1	−0.2	−3.3
Schleswig	5.7	0.8	0.6	−1.1	0.9	0.6	−0.0	−0.6	−0.4	−3.2
Norderney	6.8	0.5	3.5	0.3	1.5	−0.1	1.3	−0.5	0.8	−3.2
Cuxhaven	6.5	0.7	2.6	−0.0	1.7	0.6	0.8	−0.7	0.3	−3.5

Tabelle 4.1: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2012/13 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961–1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Table 4.1: Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2012/13 and their deviation from the 1961–1990 (K) climate means (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

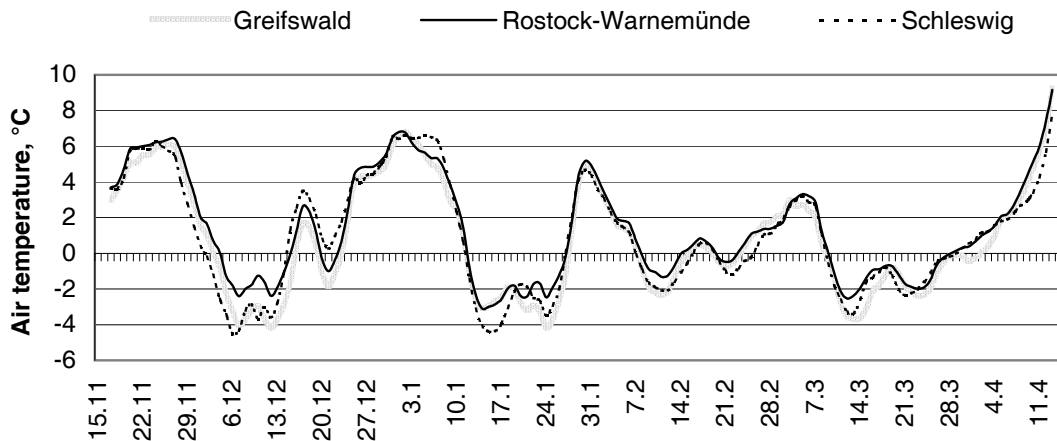


Abbildung 4.3: 5-Tage gleitendes Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2012/13 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Figure 4.3: 5-day running mean of air temperatures in the winter of 2012/13 (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

Wetterverhältnisse in den Wintermonaten in den deutschen Küstengebieten

In der Zeit zwischen November 2012 und April 2013 wechselten sich in den Küstenregionen Frost- und Tauwetterperioden beinahe in regelmäßigen Abständen ab. Insgesamt fielen die Monate November und Januar im Vergleich zu den Werten des Referenzzeitraumes 1961–1990 zu warm, Dezember zu kalt und Februar fast normal aus, vgl. Tabelle 4.1, Abbildung 4.3. In den kalten Abschnitten fiel reichlich Schnee, in den milden Phasen gab es zum Teil ergiebige Regenfälle. Mit extrem wenig Sonnenschein waren die Wintermonate, besonders Januar und Februar, ungewöhnlich trüb (www.dwd.de). Das Wasser war in den geschützt liegenden flachen Gewässern bereits in der ersten Dezemberdekade in Gefrierbereitschaft, in den inneren Fahrwassern Mitte Dezember. In küstennahen Bereichen der Pommerschen Bucht und der Deutschen Bucht kühlte sich das Wasser in der zweiten Januarhälfte kurzzeitig bis zum Gefrierpunkt ab, Abbildung 4.4. In anderen Abschnitten der Außenküste und im vorgelagerten Seegebiet lagen die Wassertemperaturwerte durchgehend über 0 °C. Anfang März lag Norddeutschland an der Südflanke eines kräftigen Hochdruckgebietes über Nordeuropa im Zuflussbereich sehr kalter arktischer Luft. Diese Wetterphase mit frostigen Nächten, gelegentlichem Schneefall und viel Sonnenschein dauerte etwa drei Wochen und war erst in den ersten Apriltagen beendet. Besonders niedrige Lufttemperaturen wurden am 13. März (06:00 Uhr UTC, Lübeck –15.6 °C,

Weather conditions in the German coastal areas during the winter months

In the coastal regions between November 2012 and April 2013, frost and thaw periods alternated in almost regular intervals. In total, compared to the values of the reference period 1961–1990, the months of November and January were too warm, December was too cold and February was almost normal (cf. Table 4.1, Figure 4.3). During the cold periods there was plenty of snowfall; in the mild phases plentiful rainfall was observed to some extent. With extremely meager sunshine, the winter months, especially January and February, were uncommonly dim (www.dwd.de). In the sheltered shallow areas, the water was in freezing condition already during the first ten days of December, in the inner fairways as of middle of December. In the coastal area of the Pomeranian Bight and the German Bight, the water temperature briefly fell to freezing point in the second half of January (Figure 4.4). In other sections of the outer coast and in the offshore waters, the water temperature was continuously above 0 °C. In early March, Northern Germany was affected by the southern flank of a strong high above Northern Europe with influx of very cold Arctic air. This weather phase brought frosty nights, occasional snowfall and plenty of sunshine, lasted for about three weeks and ended in the first days of April. Particularly low air temperatures were recorded on 13 March (06:00 UTC, Lübeck –15.6 °C, Arkona –6.6 °C) and on 24 March (Ueckermünde –10 °C, Hamburg –6.4 °C). In total, March was about 3 K too cold. Towards the end of the

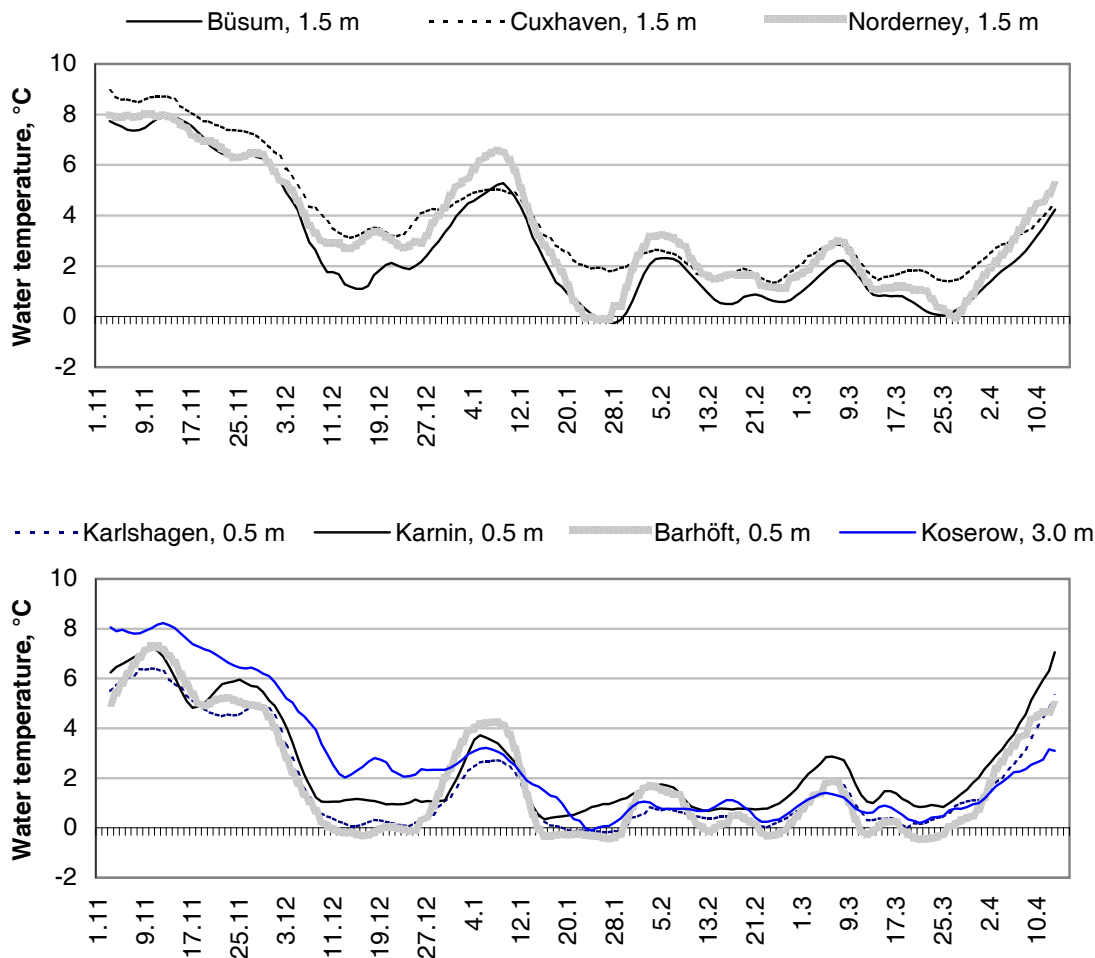


Abbildung 4.4: Wassertemperaturen in den Küstengewässern der südlichen Ostsee und der Deutschen Bucht

Figure 4.4: Water temperatures in the coastal waters of the southern Baltic Sea and of the German Bight

Quellen der Messungen/Source of measurement data: Koserow, StALU Mittleres Mecklenburg, Dienststelle Rostock; Karlshagen, Karnin und Barhöft, WSA Stralsund; Norderney und Cuxhaven, DWD; Büsum, Schleuse Büsum

Arkona –6.6 °C) und am 24. März (Ueckermünde –10 °C, Hamburg –6.4 °C) gemessen. Insgesamt war der März um ca. 3 K zu kalt. Zum Ende des Monats sank auch die Wassertemperatur in vielen Bereichen in die Nähe des Gefrierpunktes ab. Entsprechend dem Witterungsverlauf gab es im Winter 2012/13 vier voneinander getrennte Eisperioden. Die erste Periode dauerte vom 6. Dezember 2012 bis Anfang Januar 2013, die zweite von Mitte bis Ende Januar 2013, die dritte vom 10. bis 20. Februar 2013 und die vierte von Mitte März bis Anfang April 2013.

month, the water temperature in many areas likewise dropped to near freezing point.

Corresponding to the weather trend, the winter of 2012/13 featured four separate ice periods. The first period lasted from 6 December 2012 to early January 2013, the second from middle to end of January 2013, the third from 10 to 20 February 2013 and the fourth from middle of March to early April 2013.

Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste

(Vgl. Tabellen A4.1 und A4.2 sowie Abbildung A4.1 im Anhang)

Mit der flächenbezogenen Eisvolumensumme von 0,20 m ergab der Eiswinter 2012/13 an der deutschen Nordseeküste eine schwache Eissaison. Das Eis bildete sich ausschließlich in küstennahen Bereichen der Deutschen Bucht meist während der zweiten Eisperiode, nur an der Nordfriesischen Küste auch während der ersten und dritten Eisperiode. In den Häfen Tönning, Husum und Büsum und bei Eiderdamm trat das Eis insgesamt etwa drei bis vier Wochen auf, in anderen Bereichen dauerte die Eissaison nur wenige Tage. Die Eisdicke erreichte während der zweiten Eisperiode im Januar Werte von 5 bis 15 cm. Die große Schifffahrt verlief auch im Eiswinter 2012/13 normal, Behinderungen traten im Januar für kleine Schiffe auf, vor allem im nordfriesischen Wattengebiet und teilweise auf der Unterelbe.

Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste

(Vgl. Tabellen A4.3 und A4.4 sowie Abbildung A4.1 im Anhang)

Qualität der Beobachtungsdaten

Die meisten Eisbeobachter lieferten auch im Winter 2012/13 zuverlässig gute Daten. An einzelnen Tagen mit schlechten Sichtverhältnissen oder bei krankheitsbedingten Ausfällen gab es keine Beobachtungen. In solchen Fällen werden die Daten unter Berücksichtigung der Wetterverhältnisse und Angaben der benachbarten Eisstationen ohne große Schwierigkeiten rekonstruiert, eventuell auftretende Fehler sind gering. Die Meldungen von den Eisbeobachtern waren in dieser Eissaison verstärkt gefragt, da im April des vergangenen Jahres der Umweltsatellit „ENVISAT“ ausfiel und somit keine SAR-Satellitendaten zur Verfügung standen. Die Bilder von Wettersatelliten werden durch Wolken beeinträchtigt, so dass es bei trüber Witterung im Dezember, Januar und Februar nur einzelne verwertbare Aufnahmen gab. Leider standen im Winter 2012/13 gerade für die Fahrwasser mit häufiger Eisbildung – Zufahrten nach Stralsund, Wolgast und Rostock – keine zuverlässigen Daten zur Verfügung. Etwa 70 % aller Meldungen aus diesen Bereichen wurden mit dem Vermerk „Keine Information“ oder „Unbekannt“ versehen, die Qualität der gelieferten Daten war an einigen Tagen mehr als fraglich.

Ice conditions and navigation on the German North Sea coast

(Cf. Annex, Tables A4.1 and A4.2, and Figure A4.1)

With an accumulated areal ice volume of 0.20 m, the ice winter of 2012/13 on the German North Sea coast resulted in a weak ice season. Ice formed exclusively in coastal areas of the German Bight mostly during the second ice period and only on the North Frisian coast during the first and third ice periods. In the ports of Tönning, Husum and Büsum and at Eiderdamm, ice was present for a total of about three to four weeks; in other areas, the ice season lasted only a few days. Ice thickness reached 5 to 15 cm during the second ice period in January. Major shipping remained normal also during the ice winter of 2012/13; obstructions occurred in January for smaller vessels, in particular in the North Frisian Wadden Sea and partly on the Lower Elbe.

Ice conditions and navigation on the German Baltic Sea coast

(Cf. Annex, Tables A4.1 and A4.2, and Figure A4.1)

Quality of ice observation data

Most ice observers provided reliably good data also for the ice winter of 2012/13. Observations did not take place on individual days with bad visibility or in the event of illness. In such cases, the data is reconstructed without major difficulty on the basis of weather conditions and data submitted by neighbouring ice stations; the rate of potentially occurring errors is low. During this ice season, reports from ice observers were in higher demand, since in April last year the environmental satellite “ENVISAT” broke down, resulting in the unavailability of SAR satellite data. The images from weather satellites are impaired by clouds and the dull weather in December, January and February allowed for only very few usable images. Unfortunately, in the winter of 2012/13, no reliable data was available specifically for fairways with frequent ice formation, namely access to Stralsund, Wolgast and Rostock. About 70 % of all reports from these areas carried the comment “no information” or “unknown”; the quality of reported data was more than questionable on several days. For maintaining the daily reports during the ice season, images of the webcams installed along the coast were evaluated in

Für den Erhalt der täglichen Berichtserstattung während der Eissaison wurden die Bilder der entlang der Küste vorhandenen Webcams sowie Wetterverhältnisse und Meldungen der benachbarten Stationen ausgewertet.

Für die Beschreibung und Klassifizierung eines Eiswinters werden lückenlose Datensätze benötigt. Nach der im Eisdienst erarbeiteten Methodik, die unten beschrieben wird, kann man das Datum des ersten und des letzten Eisauftretens in einem Bereich bestimmen und die zunehmende oder abnehmende Eisdicke berechnen. Diese Methode wird im Eisdienst seit mehreren Jahren für die Berechnung der fehlenden Eisdicken genutzt, besonders gut funktioniert sie in abgeschlossenen Gewässern. Der Bedeckungsgrad oder die Topographie des Eises kann nicht bestimmt werden.

Die theoretisch gewonnenen Daten sind keine exakten Angaben und daher als Orientierungswerte zu betrachten. Für die geschlossenen (Stettiner Haff, Dänische Wiek, Vierendehlrinne) und halboffenen (Greifswalder Bodden, Unterwarnow) Bereiche wird der Fehler für die Eintrittsdaten auf ± 5 Tage geschätzt. Die Standardabweichung bei den berechneten Eisdicken beträgt ± 3 cm bei ungestörtem Wachstum z. B. im Stettiner Haff und ± 10 cm in offeneren Bereichen, z. B. im Fahrwasserabschnitt Palmer Ort – Freesendorfer Haken.

Abhängigkeit der Eisdickenzunahme von der Kältesumme (KS)

Diese Untersuchungen wurden im Rahmen eines studentischen Praktikums von T. Düskau (Universität Marburg) durchgeführt. Ziel der Studie war es, ein Verfahren zur prognostischen Vorhersage der Eisdicke und zur Einschätzung des Vereisungsbeginns in verschiedenen Bereichen der deutschen Ostseeküste zu finden bzw. zu aktualisieren.

Die Eisbildung tritt bekanntlich dann ein, wenn das Wasser bis zum Gefrierpunkt abgekühlt wird. Theoretisch kann die Eisdicke von der Gleichung, die den Wärmestrom durch das Eis beschreibt, abgeleitet werden. Bei der mathematischen Berechnung der Eisbildung und des Eiswachstums wird die Stefan-Methode (Wurzel-Gesetz) benutzt. Stefan hat bereits 1891 (Pounder, 1965) gezeigt, dass die Eisdickenzunahme im Wesentlichen von dem Wurzelwert der Kältesumme (KS, Summe der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur) abhängt. Für dünnes Eis (bis 10 cm)

addition to weather conditions and reports from neighbouring stations.

Description and classification of an ice winter requires uninterrupted data sets. Based on the methodology developed by the Ice Service and described below, it is possible to determine the date of the first and the last occurrence of ice in a given area and to calculate the increasing or decreasing ice thickness. The Ice Service has been using this method for several years for calculating missing ice thickness data; it works particularly well in secluded waters. It is not suitable for determining the ice concentration or the topography of the ice.

Theoretically obtained data is not exact and therefore must be regarded only as orientation values. For the closed (Szczecin Lagoon, Dänische Wiek, Vierendehlrinne) and semi-open (Bight of Greifswald, Lower Warnow) areas, the error margin for dates of first ice formation is estimated to be ± 5 days. The standard deviation for calculated ice thickness is ± 3 cm in the event of uninterrupted growth, for example, in the Szczecin Lagoon, and ± 10 cm in more open areas, for example, in the fairway section Palmer Ort – Freesendorfer Haken.

Cold sum (CS) dependence of ice thickness growth

This research was conducted in the context of a student internship by T. Düskau (University of Marburg). The aim of the study was to find or, rather, to update a method for prognostic forecasting of ice thickness and beginning of ice formation in various areas of the German Baltic Sea coast.

As is well known, ice formation occurs when water cools down to freezing point. Theoretically, ice thickness can be derived from the equation describing heat flow through the ice. The mathematical calculation of ice formation and ice growth uses the Stefan Method (root law). Stefan showed already in 1891 (Pounder, 1965) that ice thickness increase primarily depends on the root value of the cold sum (CS, sum of negative daily mean air temperatures). For thin ice (up to 10 cm), a linear function provides better results (Ashton, 1989). For calculating ice thickness in a

liefert eine lineare Funktion bessere Resultate (Ashton, 1989). Für die Berechnung der Eisdicken im bestimmten Gebiet sind zahlreiche physikalische Größen notwendig, die praktisch nicht verfügbar sind. Durch einige Vereinfachungen und Einschränkungen kann der Eisdickenzuwachs (h) durch die empirische Gleichung $h=a+b*KS^{1/2}$ beschrieben werden. Die Koeffizienten a und b sind für jeden einzelnen Bereich spezifisch und werden durch Anwendung der bekannten Daten ermittelt.

Als Basis der Untersuchung dienten die Tagesmittel der Lufttemperatur (Angaben der DWD) und die gemessenen oder geschätzten Eisdicken an den Eisbeobachtungsstationen. Für die Lufttemperaturen wurden die Messwerte der Stationen Greifswald, Schleswig, Rostock-Warnemünde und Arkona herangezogen, die Eisbeobachtungsstationen Kamminke, Dänische Wiek, Palmer Ort – Freesendorfer Haken, Vierendelehrinne, Wismar – Walfisch, Lübeck, Westermarkeisdorf, Kiel Leuchtturm und Arkona lieferten die Messwerte der Eisdicken.

In normalen Wintern erfasst die theoretische Gleichung den Eiszuwachs bis zu den maximal erreichten Werten in einem Winter. In starken Eiswintern ist die Gültigkeit des Wurzel-Gesetzes auf die Beschreibung der Eisdickenwerte, die bis zur ersten längeren Tauwetterperiode erreicht wurden, beschränkt. Die Tauwetterabschnitte im Winter sind für unsere Breiten typisch, sie können von einigen Tagen bis zu einigen Wochen dauern und verursachen eine Stagnation im Eiszuwachprozess oder sogar die Abnahme der Eisdicken. In der darauf folgenden Frostperiode setzt sich die Eisentwicklung fort, aber der Eisdickenzuwachs ist nicht mehr durch die Ausgangsgleichung beschreibbar.

Es kann, besonders bei Seestationen, vorkommen, dass keine Eisdicken direkt gemessen wurden. In diesen Fällen wurde anhand der Kodeziffern des Ostsee-Eisschlüssels manuell eine Eisdicke eingetragen. Dazu gab es zwei Methoden: Zum einen wurde entsprechend der Kodeziffer ein Mittelwert der Eisdicke eingetragen (z. B. Kodeziffer 2 (10–15 cm) Mittelwert: 12,5). Da dabei aber nicht die steigende Kältesumme oder vorherige Eisdicken betrachtet wurden, gab es noch eine zweite Herangehensweise zum Nachtrag der Eisdicken. Dabei wurden die Eisdicken zwar auch der Kodeziffer entsprechend eingetragen, jedoch wurden steigende Kältesummen beachtet, so dass die Eisdicken stetig stiegen.

*given area, numerous physical values are necessary, which in practice are not available. With some simplification and limitations, ice thickness increase (h) can be described by the empiric equation $h=a+b*CS^{1/2}$. The coefficients a and b are specific for each individual area and are obtained by application of the known data.*

The study is based on daily mean air temperatures (DWD data) and the measured or estimated ice thickness at the respective ice observation stations. The measured data from the stations Greifswald, Schleswig, Rostock-Warnemünde and Arkona provided the air temperatures; the ice observation stations Kamminke, Dänische Wiek, Palmer Ort – Freesendorfer Haken, Vierendelehrinne, Wismar – Walfisch, Lübeck, Westermarkeisdorf, Kiel Lighthouse and Arkona provided measurement data for ice thickness.

In normal winters, the theoretical equation captures ice thickness increase up to the maximum values in one winter. In strong ice winters, the validity of the root law is limited to description of those ice thickness values, which were reached up until the first longer thaw period. Thaw periods during winter are typical of our latitudes. They can last several days to several weeks and cause stagnation in the ice increase process or even reduction of ice thickness. Ice development continues during the subsequent frost period, but ice thickness increase can no longer be described by the basic equation.

It can happen, especially in the case of sea stations, that no single ice thickness was measured directly. In these cases, ice thickness was entered manually, using the code numbers of the Baltic Sea Ice Code. This was done using two methods: for a start, corresponding to the code number, a mean value of ice thickness was entered (e.g. code number 2 (10–15 cm) mean value: 12.5). Yet since this does not take into account the increasing cold sum or previous ice thickness, another method was employed for supplementing ice thickness values. Again, ice thickness was entered according to code number, but under observation of increasing cold sums, so that ice thickness steadily increased.

Zum Abschluss wurden die Ergebnisse der einzelnen Messstationen in einem Diagramm dargestellt. Hierbei stellte die y-Achse die Eisdicke dar und die x-Achse die Wurzel der Kältesumme. Die Quadratwurzel ist die beste Form die Problematik zu visualisieren.

Auch hier gab es wieder unterschiedliche Darstellungsmethoden. Einmal wurden nur die wirklich gemessenen Eisdicken dargestellt. In anderen Graphen flossen die gemessenen Werte und die gemittelten Werte mit ein. Bei der dritten Darstellung sind die gemessenen Werte und die manuell hinzugefügten Eisdicken enthalten, vgl. Beispiele in der Abbildung 4.5.

Letztlich wurde zu jeder der einzelnen Darstellungsmethoden der Korrelationskoeffizient ermittelt, um die Genauigkeit und die Verteilung der Messwerte genauer abschätzen zu können.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass eine Vorhersage der Eisdicken bei Seestationen sehr viel schwieriger ist als bei Stationen, die in geschützten Bereichen liegen. Vor allem lässt sich bei den Seestationen eine starke Streuung der Messwerte erkennen, zumal hier nur sehr wenige Daten vorliegen. So kann es vorkommen, dass die Eisdicken trotz steigender Kältesumme abnehmen, was auch auf wechselnde Windverhältnisse zurückzuführen ist. Diesbezüglich ist auch zu erwähnen, dass in dieser Arbeit ausschließlich der Zusammenhang zwischen Eisdicke und Kältesumme bzw. Lufttemperatur betrachtet wurde, andere Einflüsse wie Wind oder Schneebedeckung wurden nicht berücksichtigt. In geschützten Bereichen sind durchaus lineare Zusammenhänge und verwertbare Ergebnisse vorhanden. Dabei steigt die Kurve zunächst steil an, die Steigung wird langsamer mit höher werdenden Kältesummen. Die Streuung ist hier aufgrund sehr guter Messwerte und häufig auftretendem Eis nicht sehr groß. Die Werte der Kältesummen, die zur Eisbildung gebraucht werden, fallen hier sehr viel niedriger aus als bei den Seestationen. Allerdings kann es in Hafenstationen aufgrund des Schiffverkehrs dazu kommen, dass zur Eisbildung höhere Kältesummen notwendig sind als in schiffverkehrsfreien Gebieten. Außerdem kann festgestellt werden, dass der Anstieg des Graphen stärker ist, je später es zur Eisbildung kommt. Diese Tatsache ist vor allem bei Seestationen zu beobachten. Weiterhin sind die westlichen Gebiete länger eisfrei, was auf den Einfluss des wärmeren und salzreicheren Wassers der Nordsee zurückzuführen ist.

Finally, the results of the individual measurement stations were illustrated in a graph. Here, the y-axis represents ice thickness and the x-axis represents the root of the cold sum. The square root is the best way to visualise the problem.

Here, too, various methods of illustration apply. One graph shows only the actually measured ice thickness values. Other graphs include both the measured and the averaged values. The third graph gives the measured values and the manually added ice thickness values (cf. examples in Figure 4.5).

Ultimately, the correlation coefficient for each of the individual illustration methods was calculated in order to arrive at a more precise estimation of accuracy and distribution of measured data.

Principally, it can be said that prediction of ice thickness is far more difficult for sea stations than for stations located in sheltered areas. In particular, sea stations reveal a strong scattering of measured data, especially since only very sparse data is available here. It thus can happen that ice thickness decreases in spite of an increasing cold sum, which can be traced back also to changing wind conditions. In this context it must be mentioned also that this study exclusively focused on the correlation between ice thickness and cold sum or, rather, air temperature; other influences such as wind or snow coverage were not taken into consideration. Sheltered areas definitely display linear correlation and applicable results. Here, the upward curve is very steep initially and then the gradient slows down with increasing cold sums. Because of very good measured data and frequently occurring ice, scattering is not very high here. The cold sum values needed for ice formation are much lower here than in the case of sea stations. However, shipping traffic in harbour stations can necessitate higher cold sums for ice formation to occur than in areas free of shipping traffic. Moreover, it can be stated that the graph gradient is stronger the later ice forms. This fact can be observed in particular at sea stations. Also, the western regions remain ice-free for longer, which can be traced back to the influence of warmer and saltier water from the North Sea.

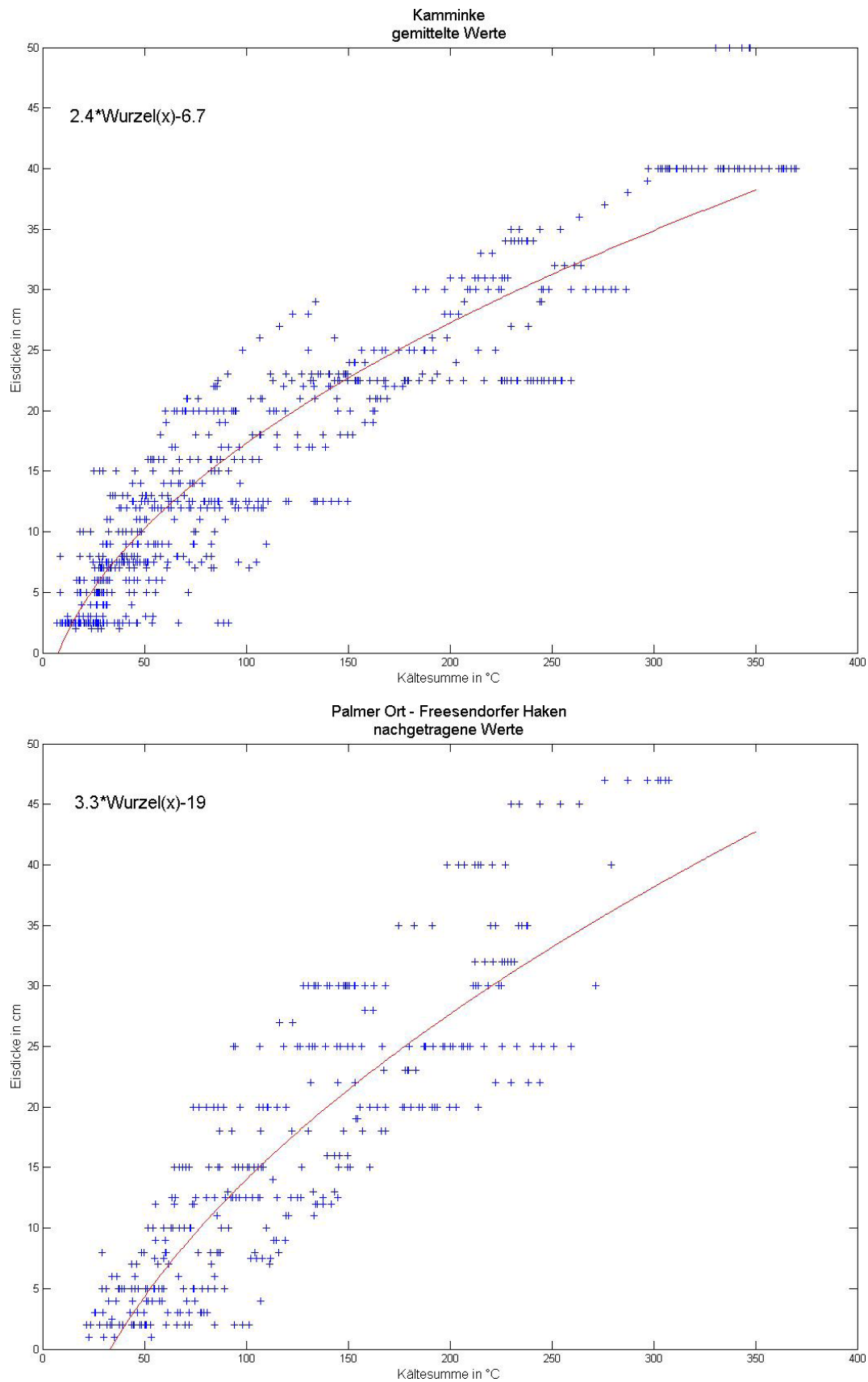


Abbildung 4.5: Abhängigkeit der Eisdicke von der Kältesumme im Stettiner Haff und im Greifswalder Bodden
Figure 4.5: Ice thickness as a function of cold sum in Szczecin Lagoon and the Bight of Greifswald

Bei der Auswertung der verschiedenen Darstellungsmethoden fiel auf, dass bei ausreichenden Messwerten eine Abweichung zwischen ausschließlich gemessenen Werten und nachträglich hinzugefügten Werten kaum bzw. gar nicht festzustellen ist. Anders ist es bei Seestationen mit wenigen Messwerten. Hier gibt es Abweichungen zwischen gemessenen, gemittelten und manuell hinzugefügten Werten. Dabei ist die Abweichung zwischen den gemessenen Werten und den manuell nachgetragenen jedoch nicht ganz so groß wie zwischen gemessenen und gemittelten Werten.

During evaluation of the various illustration methods, it was noted that, in the presence of sufficient measurement data, hardly any or no deviation at all can be discerned between strictly measured data and subsequently added data. This is not so in the case of sea stations with little measurement data. Here, there is deviation between measured, averaged and manually added values. However, deviation between measured and manually supplemented values is not quite as large as deviation between measured and averaged values.

	Kam	DänWiek	VierendehI	PO – FH	Wis-Walfisch	Lü-Trav	Arkona	Kiel-LT	WMD
a	-5.2	-7.4	-11.0	-19.0	-14.0	-20.0	-21.0	-24.0	-24.0
b	2.3	2.4	2.5	3.3	2.8	3.3	3.3	3.2	3.1
CorrCoeff	0.92	0.91	0.84	0.88	0.82	0.89	0.75	0.77	0.62

Tabelle 4.2: Koeffizienten der empirisch gefundenen Gleichung für die Bestimmung der Eisdicke (h) in Abhängigkeit von der Kältesumme (KS) $h=a+b \cdot J(KS)$

Table 4.2: Coefficients of the empirically found equation for determining ice thickness (h) as a function of the cold sum (CS) $h=a+b \cdot J(CS)$

Abhängigkeit der Eisdickenabnahme von der Wärmesumme (WS)

Die Abhängigkeit der Eisdicke von der Lufttemperatur in der Eisschmelzphase wurde für neun Bereiche der deutschen Ostseeküste analysiert. Die Bereiche umfassen sowohl innere, geschützte liegende Gewässer (Stettiner Haff, Dänische Wiek) als auch innere Fahrwasserabschnitte (Palmer Ort bis Freesendorfer Haken, Wismar bis Walfisch, Lübeck bis Travemünde) und offene Seebereiche bei Arkona, Kiel und Westermarkeisdorf. Die Datenreihen enthalten die gemessenen oder geschätzten Eisdicken aus dem Zeitraum 1981–2012 und Tagesmitteltemperaturen der Stationen Arkona, Greifswald, Warnemünde und Fehmarn im gleichen Zeitraum.

Warm sum (WS) dependence of ice thickness reduction

Dependence of ice thickness on air temperature during the thaw period was analysed for nine areas of the German Baltic Sea coast. These areas comprise inner, sheltered waters (Szczecin Lagoon, Dänische Wiek) and inner fairway sections (Palmer Ort to Freesendorfer Haken, Wismar to Walfisch, Lübeck to Travemünde) as well as the open sea at Arkona, Kiel and Westermarkeisdorf. The data series contain the measured or estimated ice thickness values during the period 1981–2012 and the mean daily temperatures at the stations Arkona, Greifswald, Warnemünde and Fehmarn during the same period.

Fehlerquellen

1. Beschaffenheit der Daten:

Die gemessenen Eisdicken liegen nur für innere, geschützte Gewässer (Stettiner Haff, Dänische Wiek) vor. In den anderen Bereichen wird die Eisdicke gemäß dem Ostsee-Eisschlüssel in Intervallen < 5 cm, 5–10 cm, 10–15 cm, 15–30 cm, 30–50 cm geschätzt.

Die Lufttemperaturen wurden nicht exakt an jeder betrachteten Eisbeobachtungsstation gemessen. Nur die Temperaturreihe von der Station Arkona wurde für die Anpassung der Eisdaten aus dem Seebereich vor Arkona verwendet. Die Temperaturreihe der Station Greifswald wurde für die Bereiche im Stettiner Haff und im Greifswalder Bodden, die Temperaturreihe der

Sources of error

1. Data quality:

Measured ice thickness values are available only for inner, sheltered waters (Szczecin Lagoon, Dänische Wiek). In the other areas, ice thickness is estimated on the basis of the Baltic Sea Ice Code in intervals of < 5 cm, 5–10 cm, 10–15 cm, 15–30 cm, 30–50 cm.

Air temperatures were not measured exactly at each of the analysed ice observation stations. Only the temperature series from the Arkona station was used for adapting the ice data for the sea off Arkona. The temperature series from the Greifswald station was used for the areas of Szczecin Lagoon and Bight of Greifswald; the temperature series from the Rostock-Warnemünde

Station Rostock-Warnemünde für die Bereiche in der Wismarbucht und in der Lübecker Bucht, die Temperaturreihe der Station Fehmarn für die Bereiche Westermarkelsdorf und Kiel-Leuchtturm benutzt.

2. Auswahl der Daten

Entsprechend dem meteorologischen Charakter der Winter in unseren Breiten mit mehreren Kälte- und Tauwetterperioden kann ein Eiswinter aus mehreren Eisperioden bestehen, die durch eisfreie Zeiträume voneinander getrennt sein können. Die Daten der schwachen Eiswinter wurden nicht in die Analyse einbezogen, weil in diesen Eiswintern mehr Perioden ohne Eis als Eisdaten existieren. Für die inneren Gewässer wurden Daten der mäßigen und starken bis extrem starken Eiswinter analysiert. Dabei wurde nur die Abschmelzphase der längsten Eisperiode berücksichtigt. Im Seebereich bildet sich Eis nur in sehr starken und extrem starken Eiswintern. Das Eis ist ständig in Bewegung, es ist hauptsächlich von Wind, Strömungen und Wellenbewegungen abhängig. Diese Tatsache und die kleine Anzahl der Daten lassen die Abhängigkeit der Eisdicken von der Lufttemperatur für den Seebereich nur sehr grob einschätzen. Selten bleibt das Eis im Beobachtungsbereich bis zur völligen Schmelze durch Temperaturanstieg liegen, meistens verschwindet es durch Aufbruch und anschließendes Abtreiben aus dem Beobachtungsbereich oder der Tauprozess wird durch Regen, Wasserstandsschwankungen und stärkere Durchmischung der Wassersäule beschleunigt. Deshalb wurden die Datenpaare „Wärmesumme – Eisdicke = 0 cm“ nicht in die Berechnung einbezogen.

3. Ergebnisse

Es sollte die thermisch bedingte Abnahme der Eisdicke untersucht werden. Da beim Verschwinden des Eises dynamische Prozesse eine bedeutende Rolle spielen, insbesondere in offenen Seebereichen, konnte man nicht von Anfang an sagen, welche Gleichung den Schmelzprozess am besten beschreiben wird. Es wurden sechs verschiedene Gleichungen getestet: $h=a+b*(WS)$, $h=a+b*/(WS)$, $h=a+b*(WS)+c*(WS)^2$, $h=a+b*(WS)^c$, $h=a*exp(b*WS)$, $h=a+b*Ln(WS)$.

Trotz besseren Standardabweichungen der anderen getesteten Gleichungen kommt in unserem Fall nur die lineare Abhängigkeit in Frage. Erfahrungsgemäß schmilzt das Eis zum Beginn der Tauperiode langsamer als am Ende, wenn es bereits morsch und porös ist. Bei linearem Verlauf nimmt die Eisdicke gleichmäßig ab, bei anderen Gleichungen wird der Schmelzprozess langsamer.

station was used for the areas in the Wismar Bight and in the Bay of Lübeck; the temperature series from the Fehmarn station was used for the areas Westermarkelsdorf and Kiel Lighthouse.

2. Data selection:

Corresponding to the meteorological character of winters in our latitudes with several cold spells and thaw periods, an ice winter can consist of several ice periods, which can alternate with ice-free periods. Data from mild ice winters was not included in the analysis, because these ice winters feature more periods without ice than ice-related data. For inner waters, the data from moderate and strong to extremely strong ice winters was analysed. In doing so, only the thaw phase of the longest ice period was taken into consideration. On the open sea, ice forms only in very strong and extremely strong ice winters. The ice is in constant motion, predominantly dependent on wind, currents and wave motion. This fact and the small number of data allow for only a very rough estimate of ice thickness dependence on air temperature as regards the open sea regions. The ice in the observation area rarely remains on site until total thawing by temperature increase; it usually disappears by breaking up and subsequent drift away from the observation area or thawing is accelerated by rain, fluctuations in the water level and stronger mixing of the water column. Therefore, the data pairs "warm sum – ice thickness = 0 cm" were not included in the analysis.

3. Results

The aim was to investigate the thermally caused decrease of ice thickness. Since dynamic processes play a significant part in the disappearance of ice, especially in open sea regions, it was not possible to say from the outset which equation would best describe the thawing process. Six different equations were tested: $h=a+b(WS)$, $h=a+b*/(WS)$, $h=a+b*(WS)+c*(WS)^2$, $h=a+b*(WS)^c$, $h=a*exp(b*WS)$, $h=a+b*Ln(WS)$.*

In spite of improved standard deviations of the other tested equations, only the linear function is suitable in our case. Experience has shown that the ice melts more slowly at the beginning of the thawing period than at the end, when it is already rotten and porous. In a linear trend, ice thickness decreases evenly, whereas in other equations the melting process slows down.

	Kam	DänWiek	Vierendehl	PO – FH	Wis-Walfisch	Lü-Trav	Arkona	Kiel-LT	WMD
a	26.46	27.5	25.650	34.370	22.060	21	25.260	18.50	21.94
b	-0.25	-0.3	-0.417	-0.567	-0.364	-0.693	-0.918	-1.91	-1.81
CorrCoeff	0.71	0.66	0.71	0.81	0.63	0.68	0.71	0.60	0.66

Tabelle 4.3: Koeffizienten der empirisch gefundenen Gleichung für die Bestimmung der Eisdicke (h) in Abhängigkeit von der Wärmesumme (WS) $h=a+b \cdot (WS)$

Table 4.3: Coefficients of the empirically found equation for determining ice thickness (h) as a function of the warm sum (WS) $h=a+b \cdot (WS)$

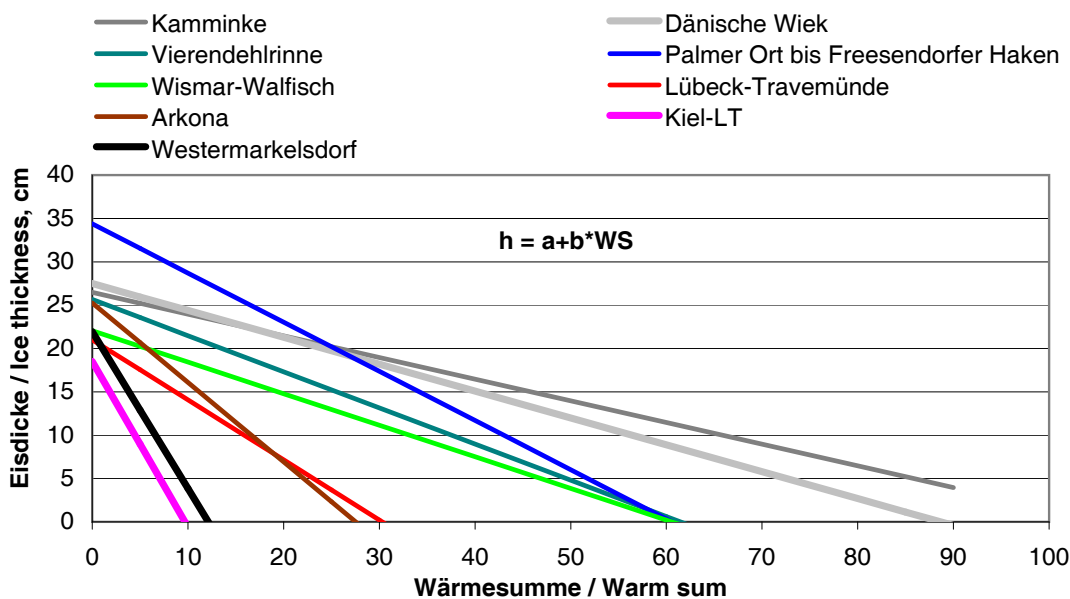


Abbildung 4.6: Vergleich der linearen Abhängigkeit der Eisdicke von der Wärmesumme für neun Stationen an der deutschen Ostseeküste

Figure 4.6: Comparison of ice thickness as a linear function of the warm sum for nine stations at the German Baltic Sea coast

In den inneren abgeschlossenen Gewässern verläuft das Verschwinden des Eises langsamer als in den inneren Fahrwasserabschnitten, wo durch Schiffsverkehr Eis aufgebrochen wird und mehr in Bewegung ist. In den Bereichen Palmer Ort bis Freesendorfer Haken, Vierendehlrinne und Wismar bis Walfisch schmilzt das Eis gleich schnell (Regressionsneigung ist fast identisch), obwohl die zugeführte Wärme für die westlicher liegenden Bereiche kleiner ist. Die günstigsten Schmelzbedingungen sind im Fahrwasser Lübeck – Travemünde vorhanden. Auf See ist das Gefälle Ost – West noch deutlicher, vgl. die Koeffizienten der Gleichungen für Arkona, Westermarkelsdorf und Kiel-Leuchtturm. Im Westen verschwindet das Eis schneller bei viel kleinerer Wärmesumme als im Osten. Um den Tauprozess einzuleiten, muss dem Seebereich vor Arkona die gleiche Wärmemenge wie der westlicher liegenden inneren Wismarbucht und der Untertrave zugeführt werden, der Einfluss der kalten Festlandluft aus dem Osten ist hier im Februar und März noch spürbar.

In the inner, secluded waters, the disappearance of ice is slower than in the inner fairway sections, where ice is crushed up by shipping traffic and is subjected to greater motion. In the areas Palmer Ort to Freesendorfer Haken, Vierendehlrinne and Wismar to Walfisch, the ice melts equally fast (regression tendency almost identical), even though warmth introduced to the more western areas is less. The most favourable melting conditions are given in the fairway Lübeck – Travemünde. At sea, the east – west divide is even more marked (cf. the coefficients of the equations for Arkona, Westermarkelsdorf and Kiel Lighthouse). In the West, the ice disappears much faster at a much smaller warm sum than in the East. To introduce the thawing process, the sea off Arkona needs the same amount of warmth as do the more western inner Wismar Bight and the Lower Trave; the influence of cold mainland air from the East remains palpable well into February and March.

Berechnung der Eisdicken für den Eiswinter 2012/13

Entsprechend den vier Kälteperioden sind in den Bereichen der deutschen Ostseeküste vier Eisperioden deutlich ausgeprägt, vgl. Abbildung 4.7. In den Tauwetterphasen dazwischen verschwand das Eis für längere Zeit vollständig, so dass jede Periode mit Eis als ein eigenständiger Abschnitt behandelt werden konnte.

In Abbildung 4.8 werden die Ergebnisse der Eisdickenberechnung für den Eiswinter 2012/13 und die vorhandenen gemessenen Werte gezeigt.

Ice thickness calculation for the ice winter of 2012/13

Corresponding to the four cold spells, four distinct ice periods were observed in the regions of the German Baltic Sea coast (cf. Figure 4.7). During the thaw periods in between, the ice disappeared completely over longer periods of time, so that each ice period could be treated as an independent phase.

Figure 4.8 shows the results of ice thickness calculations for the ice winter of 2012/13 and the available measured values.

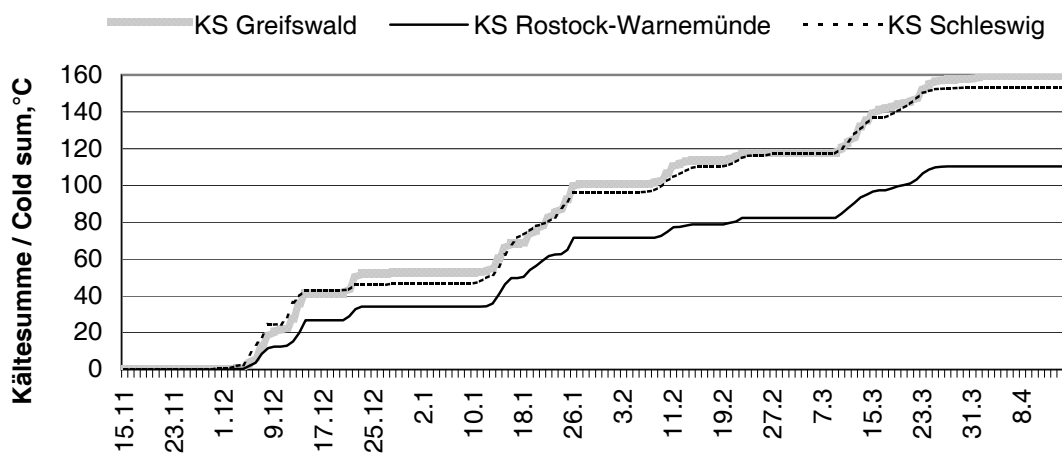


Abbildung 4.7: Verlauf der Kältesumme (Summe der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur) in Greifswald, Rostock-Warnemünde und Schleswig

Figure 4.7: Cold sum trend (sum of negative daily mean air temperatures) in Greifswald, Rostock-Warnemünde and Schleswig

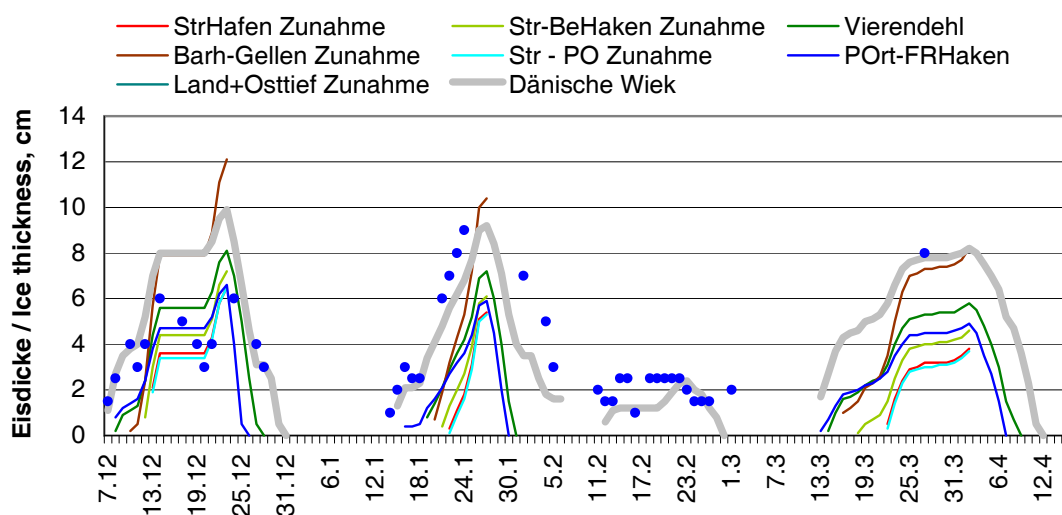


Abbildung 4.8: Verteilung der berechneten Eisdicken in einigen Bereichen der deutschen Ostseeküste im Eiswinter 2012/13 und Vergleich mit den in der Dänische Wiek gemessenen Werten

Figure 4.8: Distribution of calculated ice thickness in some areas of the German Baltic Sea coast in the ice winter of 2012/13 and comparison with the values measured in the Dänische Wiek

Die gemeldeten Eisdaten für die Stralsunder und Wolgaster Bereiche wurden im Weiteren durch die berechneten Werte ergänzt. In den Fahrwassern Lübeck – Travemünde und Wismar – Timmendorf wurde im Winter 2012/13 kein Eis beobachtet, auch theoretische Berechnungen ergaben, dass zu keinem Zeitpunkt des Winters in diesen Bereichen Eisbildung möglich war.

Beschreibung der Eis- und Schifffahrtsverhältnisse

Obwohl die Eisbildung in den inneren Gewässern der deutschen Ostseeküste bereits in den ersten Dezembertagen begann, kam es im Verlauf des Winters zu keiner flächendeckenden Vereisung. An der Küste Schleswig-Holsteins trat das Eis in einigen Häfen und in der Flensburger Innenförde während der zweiten Eisperiode im Januar nur an wenigen Tagen auf, ausgenommen die innere Schlei (91 Tage) mit Eisbildung in allen vier Perioden. Die Eisdicke erreichte die Werte von 5 bis 10 cm. An der Küste Mecklenburgs kam Eis im Hafen Wismar an 54 Tagen, im Rostocker Stadthafen und auf der Unterwarnow an etwa 30 Tagen vor. Im Überseehafen und im Warnemünder Seekanal wurden im Januar kleinere Mengen Neueis registriert. Die Schifffahrt wurde nicht behindert.

In den Boddengewässern südlich von Darß und Zingst hat sich in allen vier Perioden Eis gebildet, insgesamt an 60–80 Tagen. Die Eisdicke erreichte zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung in jeder Periode Werte zwischen 5 und 15 cm.

In den Fahrwassern nach Stralsund und in den Boddengewässern zwischen Rügen und Hiddensee trat an etwa 60 Tagen Neueis oder dünnes Eis auf. Besonders lange blieb das Eis in der vierten Eisperiode zusammengeschoben durch auffrischende östliche Winde an den Westküsten liegen. Bei kühler Witterung verlief der Eisrückgang sehr langsam, vollständig eisfrei wurden die Gewässer erst am 8. April.

Im Greifswalder Bodden bildete sich in den ufernahen Bereichen in allen vier Perioden Eis. In der geschützt liegenden Dänischen Wiek lag das Eis insgesamt 97, im Hafen Greifswald-Ladebow 74 Tage. In den Außenbereichen trat Neueis nur sporadisch und meist im Januar auf.

Auf dem südlichen Peenestrom, im Achterwasser und im Kleinen Haff wurde Eis in den ersten drei Kälteperioden beobachtet. Es blieb zwischen Anfang Dezember und Mitte März insgesamt etwa zwei Monate liegen, die thermisch gewa-

The reported ice data for the Stralsund and Wolgast areas were further supplemented by the calculated values. During the winter of 2012/13, no ice was observed in the fairways Lübeck – Travemünde and Wismar – Timmendorf and theoretical calculations likewise revealed that ice formation was impossible in these areas throughout the winter.

Description of ice and navigational conditions

Although ice formation in the inner waters of the German Baltic Sea coast began already during the first days of December, the further course of the winter brought with it no extensive ice production. At the coast of Schleswig-Holstein, ice occurred in some harbours and in the Flensburg Inner Fjord only on very few days during the second ice period in January; the exception is the inner Schlei (91 days) with ice formation in all four periods. Ice thickness reached values of 5 to 10 cm. At the Mecklenburg coast, ice occurred in the Wismar harbour on 54 days, in the Rostock city harbour and on the Lower Warnow on about 30 days. Small amounts of new ice were recorded in January in the overseas port and in the Warnemünde ship canal. Shipping was not obstructed.

In the bodden waters south of Darß and Zingst, ice formed in all four periods, on a total of 60–80 days. At the time of maximum ice formation, ice thickness reached values between 5 and 15 cm in each period.

New ice or thin ice occurred on about 60 days in the fairways to Stralsund and in the bodden waters between Rügen and Hiddensee. The ice remained for a particularly long time during the fourth ice period, accumulated on the western coastlines by freshened easterly winds. In cooler weather, ice decrease was very slow and the waters became fully ice-free only as late as on 8 April.

In the Bight of Greifswald, ice formed in the near-shore areas during all four periods. In the sheltered Dänische Wiek, ice was present for a total of 97 days and in the Greifswald-Ladebow harbour for 74 days. In the outer regions, new ice occurred only sporadically and usually in January.

On the southern Peenestrom, the Achterwasser and in the Kleine Haff of the Szczecin Lagoon, ice was observed during the first three cold spells. It remained in place for a total of about two months between early December and mid-March; the

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
für die Deutsche Ostseeküste
Jahrgang 86

Nr. 5

Rostock, den 28.01.2013

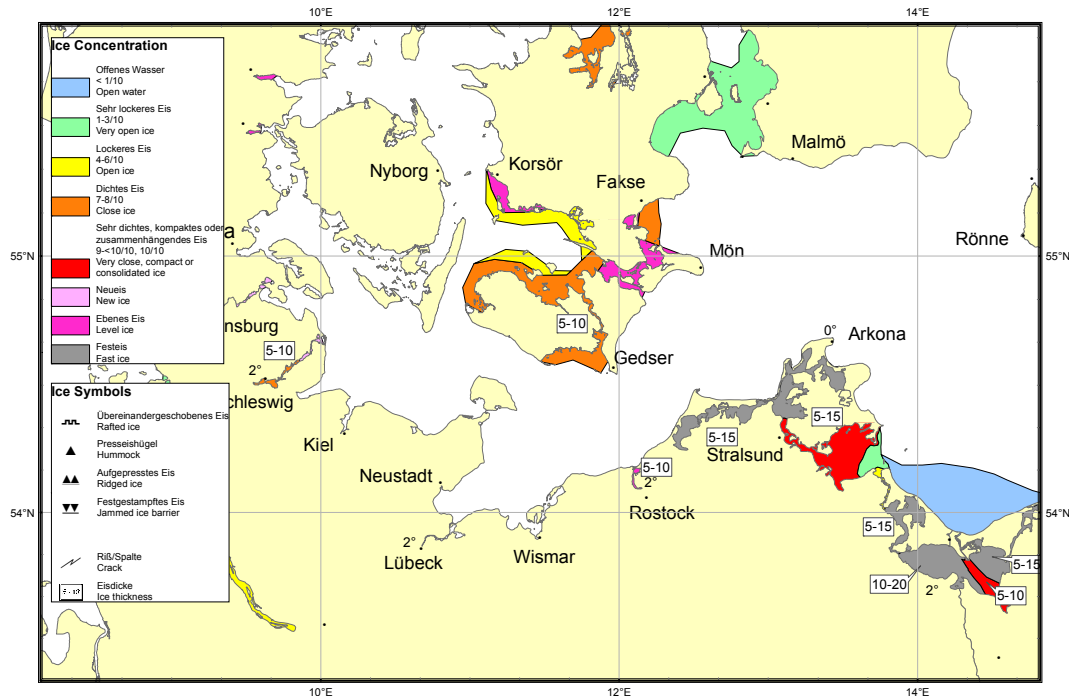


Abbildung 4.9: Eisverhältnisse an der deutsche Ostseeküste am 28. Januar 2013
Figure 4.9: Ice situation on the German Baltic Sea coast on 28 January 2013

chsenen Eisdicken erreichten Werte zwischen 10 und 15 cm. In der vierten Kälteperiode bildete sich das Eis während der frostigen Nächte, durch die längere Sonneneinstrahlung und frische Winde aus östlichen Richtungen verschwand es aber tagsüber fast vollständig.

thermally grown ice thickness reached values between 10 and 15 cm. In the fourth cold spell, ice formed during the frosty nights, but disappeared almost completely during the day because of longer hours of sunshine and fresh easterly winds.

Größere, stark gebaute Schiffe wurden in den vorpommerschen Gewässern nicht behindert, in der Zeit zwischen dem 24. Januar und dem 7. Februar wurden die Nordansteuerung Stralsund (einschließlich Boddengewässer West) sowie der südliche Peenestrom und das Kleine Haff jedoch für die Schifffahrt geschlossen (WSA Stralsund).

Larger, strongly built ships were not obstructed in the waters of Vorpommern; however, in the period 24 January to 7 February, the northern approach to Stralsund (including western bodden waters), the southern Peenestrom and the Kleine Haff remained closed to shipping (WSA Stralsund).

An der deutschen Außenküste trat das Neueis in den küstennahen Bereichen der Pommerschen Bucht an 2 bis 4 Tagen auf, für Eisbildung in anderen Abschnitten der Außenküste und im offenen Seebereich reichte die Kälte des Winters 2012/13 nicht aus.

On the German outer coast, new ice occurred in the near-shore areas of the Pomeranian Bight on 2 to 4 days; the coldness of the 2012/13 winter was not sufficient for ice formation in other sections of the outer coast and in the open sea regions.

Eisverhältnisse in der Deutschen Bucht, im Kattegat, Skagerrak sowie in den dänischen und schwedischen Gewässern der westlichen Ostsee

An der niederländischen Nordseeküste trat im Wattenmeer südlich der Westfriesischen Inseln zwischen dem 21. und dem 27. Januar Eis auf. Der Eisbedeckungsgrad variierte in diesen Tagen von sehr locker bis dicht, die Eisdicken erreichten Werte von 5 bis 10 cm, kurzzeitig war das Eis an einigen Stellen auf über 30 cm Höhe aufgeschoben. Im Limfjord an der dänischen Küste waren kleinere Buchten bereits am 22. Januar mit dünnem Eis oder Neueis bedeckt. In einigen geschützten Bereichen des Limfjords wuchs das Eis im Verlauf des Januars auf 5 bis 15 cm Dicke an. Bis Ende März änderte sich die Eisbedeckung im Limfjord ständig, die Schifffahrt wurde jedoch zu keinem Zeitpunkt ernsthaft behindert.

Im Skagerrak lag in einigen Häfen und kleineren Fjorden an der norwegischen Küste von Anfang Dezember bis Anfang April 30–50 cm dickes Festeis. Auf See bildete sich am 24. und 25. Januar großflächig Neueis, vgl. Abbildung 4.10. In den Häfen von Oslo und im Oslofjord trat Ende Januar dichtes bis sehr dichtes, 5–15 cm dickes Eis, im Februar und März meist Neueis auf.

Die inneren Buchten und an den dänischen und schwedischen Küsten des Kattegats waren in der dritten Januardekade mit Festeis oder ebenem Eis bedeckt, die Eisdicken erreichten Werte von 5 bis 15 cm. Zwischen dem 24. und dem 28. Januar wurde Neueis auch auf See sowie im Sund beobachtet. Vollständig verschwand das Eis im Kattegat Mitte Februar. Die Belte blieben im Eiswinter 2012/13 eisfrei.

Die Eissaison dauerte im Vänernsee und im Mälarsee von Anfang Dezember bis Ende April. Zu dem Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung Ende März waren die Schären an der Nordküste des Vänernsees sowie Vänersborgsviken und Kinnevik mit 20–40 cm, der Mälarsee mit 20–35 cm dickem Festeis bedeckt.

In den Buchten und geschützt liegenden Gewässern der dänischen und schwedischen Küste in der westlichen Ostsee trat in der zweiten Hälfte des Januars dünnes ebenes Eis oder Neueis auf. Das Seegebiet blieb auch im Winter 2012/13 eisfrei.

Ice conditions in the German Bight, Kattegat, Skagerrak, and in the Danish and Swedish waters of the western Baltic Sea

In the Wadden Sea south of the West Frisian Islands on the Dutch North Sea coast, ice occurred between 21 and 27 January. Ice concentration on these days varied from very open to close; ice thickness reached values between 5 and 10 cm; for a short while the ice was pushed together in some places to more than 30 cm in height. In the Limfjord on the Danish coast, smaller bays were covered with thin ice or new ice as early as on 22 January. Over the course of January, in some sheltered areas of the Limfjord, the ice grew to a thickness of 5 to 15 cm. The ice cover in the Limfjord changed persistently up until the end of March, but shipping was not seriously obstructed at any point in time.

In the Skagerrak, 30–50 cm thick fast ice persisted in some harbours and smaller fjords on the Norwegian coast from early December to early April. At sea, large expanses of new ice formed on 24 and 25 January (cf. Figure 4.10). In the Oslo harbours and the Oslofjord, close to very close ice of 5–15 cm thickness occurred at the end of January, February and March brought mostly new ice.

The inner bays and the Danish and Swedish coasts of the Kattegat were covered with fast ice or level ice in the third ten days of January; ice thickness reached values of 5 to 15 cm. Between 24 and 28 January, new ice was observed also at sea and in the Sound. The ice disappeared completely in the Kattegat by mid-February. The Belts remained free of ice in the ice winter of 2012/13.

On Lake Vänern and on Lake Mälaren, the ice season lasted from early December to end of April. At the time of maximum ice development end of March, the skerries on the northern coast of Lake Vänern as well as at Vänersborgsviken and Kinnevik were covered by 20–40 cm of fast ice, Lake Mälaren was covered by 20–35 cm of fast ice.

In the bays and sheltered waters of the Danish and Swedish coast in the western Baltic Sea, thin, level ice or new ice occurred in the second half of January. Offshore waters remained ice-free also in the winter of 2012/13.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
westliche Ostsee und Nordseeküste
Jahrgang 86

Nr. 4

Rostock, den 25.01.2013

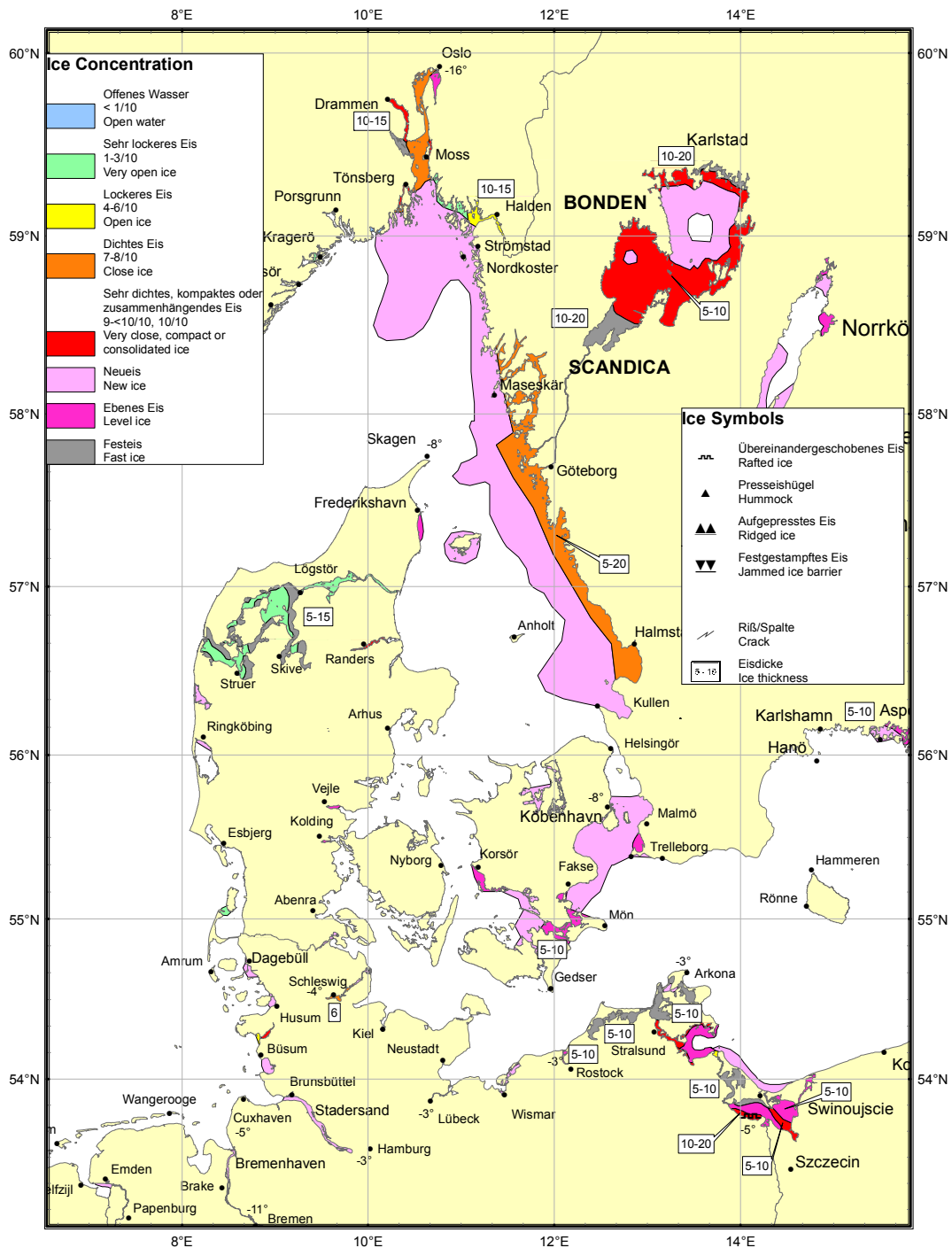


Abbildung 4.10: Eisverhältnisse in der Deutschen Bucht, im Kattegat, Skagerrak sowie in den dänischen und schwedischen Gewässern der westlichen Ostsee am 25. Januar 2013

Figure 4.10: Ice situation in the German Bight, the Kattegat, the Skagerrak, and in the Danish and Swedish waters of the western Baltic Sea on 25 January 2013

Eisverhältnisse an der polnischen und litauischen Küste der südlichen Ostsee

An der polnischen Küste beschränkte sich das Eisauftreten auf die Haffs und die Puck-Bucht. Die Festeisdicke erreichte im Frischen Haff Ende März den maximalen Wert von 20 cm. Das Stettiner Haff wurde Ende Januar vollständig mit sehr dichtem 5–20 cm dickem Eis bedeckt. Bis Mitte Februar nahm die Eisbedeckung stetig ab, zwischen Mitte und Ende März wurde nur an einigen Tagen Neueisbildung beobachtet. Im Kurischen Haff lag von Mitte Dezember bis Mitte April Festeis, dessen Eisdicke Ende März Werte von 20 bis 30 cm erreichte.

Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56° N)

Das erste Eis des Winters 2012/13 bildete sich in den nördlichen innersten Schären der Bottenvik in der zweiten Novemberdekade, im östlichen Finnischen Meerbusen etwa zwei Wochen später. Dies entspricht etwa den langjährigen durchschnittlichen Terminen. Vollständig eisfrei wird der Finnische Meerbusen normalerweise zum 1. Mai, die Bottenvik Ende Mai. Das letzte Eis des Winters 2012/13 wurde im Finnischen Meerbusen am 3. Mai, in der Bottenvik in der letzten Maiwoche beobachtet. Insgesamt entsprach die Eisentwicklung im vergangenen Winter der Entwicklung eines mäßigen Eiswinters. Zum Zeitpunkt der maximalen Eisausdehnung zwischen dem 25. und dem 29. März waren der Bottnische, Finnische und Rigaische Meerbusen vollständig mit Eis bedeckt, in den Schären und Buchten der nördlichen Ostsee lag südwärts bis Karlskrona Festeis oder ebenes Eis, vgl. Abbildung 4.11.

Anfang April betrug die Festeisdicke in den Schären der Bottenvik 35–80 cm, in den Schären der Bottensee 20–50 cm, im Schärenmeer 20–40 cm. Die Schären an der finnischen Küste im Finnischen Meerbusen waren mit 15–60 cm, die Kronstadt- und Vyborgbucht mit 35–65 cm, die Pärnubucht mit 35–70 cm dickem Festeis bedeckt. Die Schifffahrt im nördlichen Ostseeraum wurde, wie in jedem Winter, durch mehrere Eisbrecher unterstützt. Besonders schwierig waren die Eisverhältnisse mit stark aufgepresstem Eis und groben Presseisrücken in der Osthälfte der Bottenvik im März und April.

Ice conditions in the Polish and Lithuanian coastal waters in the southern Baltic Sea

On the Polish coast, ice occurred only in the lagoons and in the Puck Bay. The fast ice thickness grew to a maximum of 20 cm in the Vistula Lagoon at the end of March. The Szczecin Lagoon was completely covered by very close ice of 5 to 20 cm thickness at the end of January. Until mid-February, the ice cover continuously decreased; formation of new ice was observed only on some days between middle and end of March. In the Curonian Lagoon, fast ice persisted from mid-December to mid-April and the thickness reached values of 20 to 30 cm by the end of March.

Ice conditions in the northern Baltic Sea region (north of 56° N)

The first ice of the 2012/13 winter formed in the northern innermost skerries of the Bay of Bothnia during the second ten days of November and in the eastern Gulf of Finland about two weeks later. This corresponds largely to the long-term mean dates. Usually, the Gulf of Finland becomes completely ice-free by 1 May and the Bay of Bothnia by end of May. The last ice of the 2012/13 winter was observed in the Gulf of Finland on 3 May and in the Bay of Bothnia in the final week of May. In total, the ice development of the past winter corresponds to the development of a moderate ice winter. At the time of maximum ice extent between 25 and 29 March, the Gulf of Bothnia, the Gulf of Finland and the Gulf of Riga were completely covered by ice; in the skerries and bays of the northern Baltic Sea, fast ice or level ice was present southwards as far as Karlskrona (cf. Figure 4.11).

In early April, the fast ice thickness in the skerries of the Bay of Bothnia reached 35–80 cm, in the skerries of the Sea of Bothnia 20–50 cm and in the Archipelago Sea 20–40 cm. The skerries on the Finnish coast of the Gulf of Finland were covered by 15–60 cm of fast ice, the Kronstadt Bay and the Vyborg Bay by 35–65 cm, the Pärnu Bay by 35–70 cm. As in every winter, shipping in the northern Baltic Sea was supported by several icebreakers. Ice conditions were particularly difficult in the eastern half of the Bay of Bothnia in March and April, featuring strongly ridged ice and rough hummocks.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISÜBERSICHTSKARTE
Jahrgang 86

Nr. 21
Rostock, den 25.03.2013

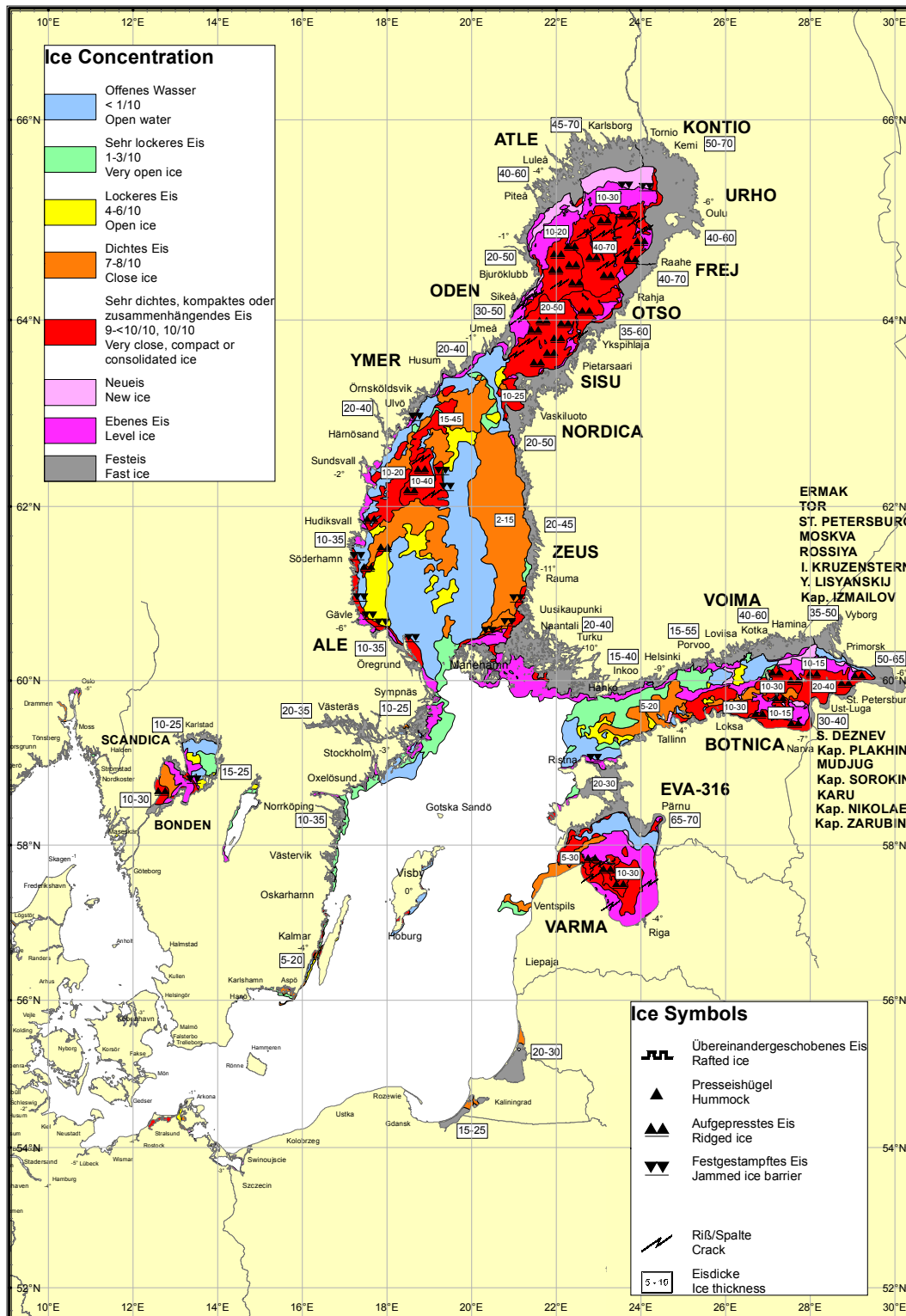


Abbildung 4.11: Eisübersichtskarte vom 25. März zur Zeit der maximalen Eisausdehnung im Winter 2012/13

Figure 4.11: General ice chart of 25 March showing maximum ice coverage in the northern Baltic Sea region in the winter of 2012/13

Anhang/Appendix

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Beginn des Eisauftritts <i>Beginning of ice occurrence</i>	Ende des Eisauftritts <i>End of ice occurrence</i>	Anzahl der Tage mit Eis <i>Number of days with ice</i>	Max. Dicke des ebenen Eises, cm <i>Max. ice thickness, cm</i>
Ellenbogen (Sylt), Listertief	06.12.2012	24.03.2013	22	5
Dagebüll, Hafen	24.01.2013	12.03.2013	5	< 5
Dagebüller Fahrwasser	24.01.2013	27.01.2013	4	< 5
Wyk auf Föhr, Hafen	24.01.2013	29.01.2013	6	5–10
Husum, Hafen	08.12.2012	29.01.2013	19	5–10
Husum, Au	08.12.2012	29.01.2013	12	< 5
Tönning, Hafen	08.12.2012	25.02.2013	26	5–15
Eiderdamm, Seegebiet	08.12.2012	24.02.2013	30	10
Büsum, Hafen	08.12.2012	30.01.2013	19	5
Büsum, Norderpiep	20.01.2013	30.01.2013	10	< 5
Büsum, Süderpiep	20.01.2013	30.01.2013	10	< 5
Harburg, Elbe	22.01.2013	29.01.2013	8	5
Hamburg, Elbbrücken – Kehrwieder	22.01.2013	29.01.2013	8	5
Hamburg – Landungsbrücken, Elbe	22.01.2013	29.01.2013	8	5
Altona, Elbe	22.01.2013	29.01.2013	8	5
Stadersand, Elbe	24.01.2013	28.01.2013	5	5–15
Glückstadt, Hafen u. Einfahrt	24.01.2013	29.01.2013	6	5–15
Glückstadt, Elbe	25.01.2013	29.01.2013	5	5–15
Brunsbüttel, Elbe	25.01.2013	29.01.2013	5	5–15
Cuxhaven, Hafen u. Einfahrten	28.01.2013	28.01.2013	1	< 5
Neuwerk, Elbe	28.01.2013	28.01.2013	1	< 5
Bremen, Weser	25.01.2013	26.01.2013	2	< 5
Bremerhaven, Weser	23.01.2013	27.01.2013	5	< 5
Papenburg – Emden	23.01.2013	30.01.2013	8	10
Norderney	Nicht beobachtet/ <i>No observations</i>			
Emden, Neuer Binnenhafen	25.01.2013	30.01.2013	6	5
Emden, Ems und Außenhafen	25.01.2013	30.01.2013	5	5–10
Ems, Emden – Randzelgat	21.01.2013	30.01.2013	9	5–15
Borkum, Randzelgat	20.01.2013	21.01.2013	2	< 5

Tabelle A4.1: Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2012/13

Table A4.1: Ice conditions on the German North Sea coast in the winter of 2012/13

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Beginn des Eisauftretens <i>Beginning of ice occurrence</i>	Ende des Eisauftretens <i>End of ice occurrence</i>	Anzahl der Tage mit Eis <i>Number of days with ice</i>	Max. Dicke des ebenen Eises, cm <i>Max. ice thickness, cm</i>
Kamminke, Hafen und Umgebung	11.12.2012	15.03.2013	55	11
Ueckermünde, Hafen	13.12.2012	15.02.2013	25	10
Ueckermünde, Hf. – Ueckermündung	23.01.2013	30.01.2013	8	10
Ueckermünde, Stettiner Haff	12.12.2012	28.02.2013	47	10–15
Karnin, Stettiner Haff	08.12.2012	01.02.2013	34	5–10
Karnin, Peenestrom	08.12.2012	01.02.2013	34	5–10
Anklam, Hafen	08.12.2012	01.02.2013	29	7
Anklam, Hafen – Peenestrom	08.12.2012	01.02.2013	30	7
Brücke Zecherin, Peenestrom	08.12.2012	01.02.2013	36	10–15
Rankwitz, Peenestrom	06.12.2012	17.03.2013	69	12
Warthe, Peenestrom	07.12.2012	26.03.2013	60	13
Wolgast – Peenemünde*	08.12.2012	04.04.2013	58	5–15
Peenemünde – Ruden*	15.12.2012	17.03.2013	24	5–10
Koserow, Seegebiet	15.12.2012	27.01.2013	4	5–10
Stralsund, Hafen*	13.12.2012	04.04.2013	58	5–15
Stralsund – Palmer Ort*	11.12.2012	04.04.2013	55	5–15
Palmer Ort – Freesendorfer Haken*	14.12.2012	17.03.2013	38	5–15
Greifswald-Wieck, Hafen	10.12.2012	02.04.2013	60	5–15
Dänische Wiek	06.12.2012	03.04.2013	97	5–15
Greifswald-Ladebow, Hafen	08.12.2012	05.04.2013	74	10–15
Osttief*	17.12.2012	17.03.2013	17	5–10
Landtiefrinne*	28.12.2012	14.03.2013	15	5–15
Thiessow, Boddengebiet	14.12.2012	26.03.2013	28	5–10
Thiessow, Seegebiet	25.12.2012	24.03.2013	17	5–10
Lauterbach, Hafen und Umgebung	13.12.2012	22.03.2013	41	10
Greifswalder Oie, östliches Seegebiet	26.01.2013	27.01.2013	2	< 5
Sassnitz, Hafen und Umgebung	26.01.2013	18.03.2013	16	5–10
Sassnitz, Seegebiet	14.03.2013	17.03.2013	4	< 5
Stralsund – Bessiner Haken*	13.12.2012	08.04.2013	57	5–10
Vierendehrinne*	12.12.2012	08.04.2013	64	5–10
Barhöft – Gellenfahrwasser*	11.12.2012	04.04.2013	65	5–10
Neuendorf, Hafen und Umgebung	07.12.2012	08.04.2013	89	10–15
Neuendorf, Seegebiet	26.01.2013	23.03.2013	6	< 5
Kloster, Boddengebiet	08.12.2012	05.04.2013	74	10
Schaprode – Hiddensee, Fahrwasser	15.01.2013	04.02.2013	21	5–10
Dranske, Boddengebiet	11.12.2012	30.03.2013	61	5–10
Wittower Fähre, Gewässer bei	11.12.2012	31.01.2013	36	10
Althagen, Hafen und Umgebung	13.12.2012	04.04.2013	63	5–15
Zingst, Zingster Strom	07.12.2012	25.03.2013	38	6
Barth, Hafen und Umgebung	07.12.2012	05.04.2013	82	5–15
Rostock, Stadthafen*	09.12.2012	22.03.2013	36	5–15
Rostock – Warnemünde*	10.12.2012	14.03.2013	31	5–15
Rostock, Seehäfen*	08.12.2012	13.03.2013	10	5
Warnemünde, Seekanal*	25.01.2013	13.03.2013	5	< 5
Warnemünde, Seegebiet*	13.03.2013	13.03.2013	1	< 5
Wismar, Hafen	06.12.2012	03.04.2013	54	5
Neustadt, Hafen	15.01.2013	15.03.2013	14	5
Kiel, Binnenhafen	12.12.2012	15.03.2013	8	< 5
Heiligenhafen, Hafen	26.01.2013	16.03.2013	8	< 5
Fehmarnbelt, Osteingang	23.12.2012	24.03.2013	4	< 5
Eckernförde, Hafen	16.01.2013	12.03.2013	17	< 5
Schlei, Schleswig – Kappeln	06.12.2012	03.04.2013	91	5–10
Schlei, Kappeln – Schleimünde	24.01.2013	29.01.2013	6	5
Flensburg – Holnis	12.12.2012	15.03.2013	10	< 5

* Orientierungswerte, Angaben aus rekonstruierten Daten/Orientation values, information from reconstructed data

Tabelle A4.2: Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2012/13
Table A4.2: Ice conditions on the German Baltic Sea coast in the winter of 2012/13

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Tage mit $K_B=2^*$ <i>Days with $K_B=2^*$</i>	Tage mit $K_B=3,5,6^*$ <i>Days with $K_B=3,5,6^*$</i>	Tage mit $K_B=8,9^*$ <i>Days with $K_B=8,9^*$</i>
Ellenbogen (Sylt), Listertief	3		
Tönning, Hafen	10		
Eiderdamm, Seegebiet	11	3	
Stadersand, Elbe	1		
Glückstadt, Hafen u. Einfahrt	1		
Glückstadt, Elbe	1		
Ems, Emden – Randzelgat	1		

Tabelle A4.3: Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2012/13

Table A4.3: Navigational conditions on the German North Sea coast in the winter of 2012/13

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Tage mit $K_B=2^*$ <i>Days with $K_B=2^*$</i>	Tage mit $K_B=3,5,6^*$ <i>Days with $K_B=3,5,6^*$</i>	Tage mit $K_B=8,9^*$ <i>Days with $K_B=8,9^*$</i>
Kamminke, Hafen und Umgebung	15		13
Ueckermünde, Stettiner Haff	5	1	8
Karnin, Stettiner Haff	6		9
Karnin, Peenestrom	6		9
Anklam, Hafen	6		
Anklam, Hafen – Peenestrom	6		9
Brücke Zecherin, Peenestrom	2		9
Rankwitz, Peenestrom	1		14
Warthe, Peenestrom	17	1	12
Wolgast – Peenemünde	5		
Stralsund, Hafen	6		
Stralsund – Palmer Ort	7		
Palmer Ort – Friesendorfer Haken	7		
Greifswald-Wieck, Hafen	5		
Dänische Wiek	8		
Greifswald-Ladebow, Hafen	26	6	
Thiessow, Boddengebiet	5	1	
Thiessow, Seegebiet	1		
Lauterbach, Hafen und Umgebung	7		
Stralsund – Bessiner Haken	4		13
Vierendehlrinne	5		15
Barhöft – Gellenfahrwasser			14
Neuendorf, Hafen und Umgebung	36	12	
Kloster, Boddengebiet	33		
Schaprode – Hiddensee, Fahrwasser	8		
Dranske, Boddengebiet	26	11	
Wittower Fähre, Gewässer bei	6		
Althagen, Hafen und Umgebung	1		10
Zingst, Zingster Strom	6		
Barth, Hafen und Umgebung	20	1	9
Rostock, Stadthafen	3		
Rostock – Warnemünde	8		
Schlei, Schleswig – Kappeln	29		

Tabelle A4.4: Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2012/13

Table A4.4: Navigational conditions on the German Baltic Sea coast in the winter of 2012/13

* Schlüsselzahlen nach dem Ostsee-Eiskode/*Code numbers according to the Baltic Sea Ice Code*

$K_B = 2$ Schifffahrt für nichteisverstärkte Schiffe oder für Stahlschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig, für Holzschiffe sogar mit Eisschutz nicht ratsam/*Navigation difficult for low-powered vessels, for wooden vessels not advisable*

$K_B = 3,5,6$ Schifffahrt ist nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich (ohne oder mit Eisbrecherunterstützung)/*Navigation is possible only for high-powered vessels of strong construction and suitable for navigation in ice (without or with ice breaker assistance)*

$K_B = 8,9$ Schifffahrt ist vorübergehend eingestellt oder hat aufgehört/*Navigation is temporarily closed or has ceased*

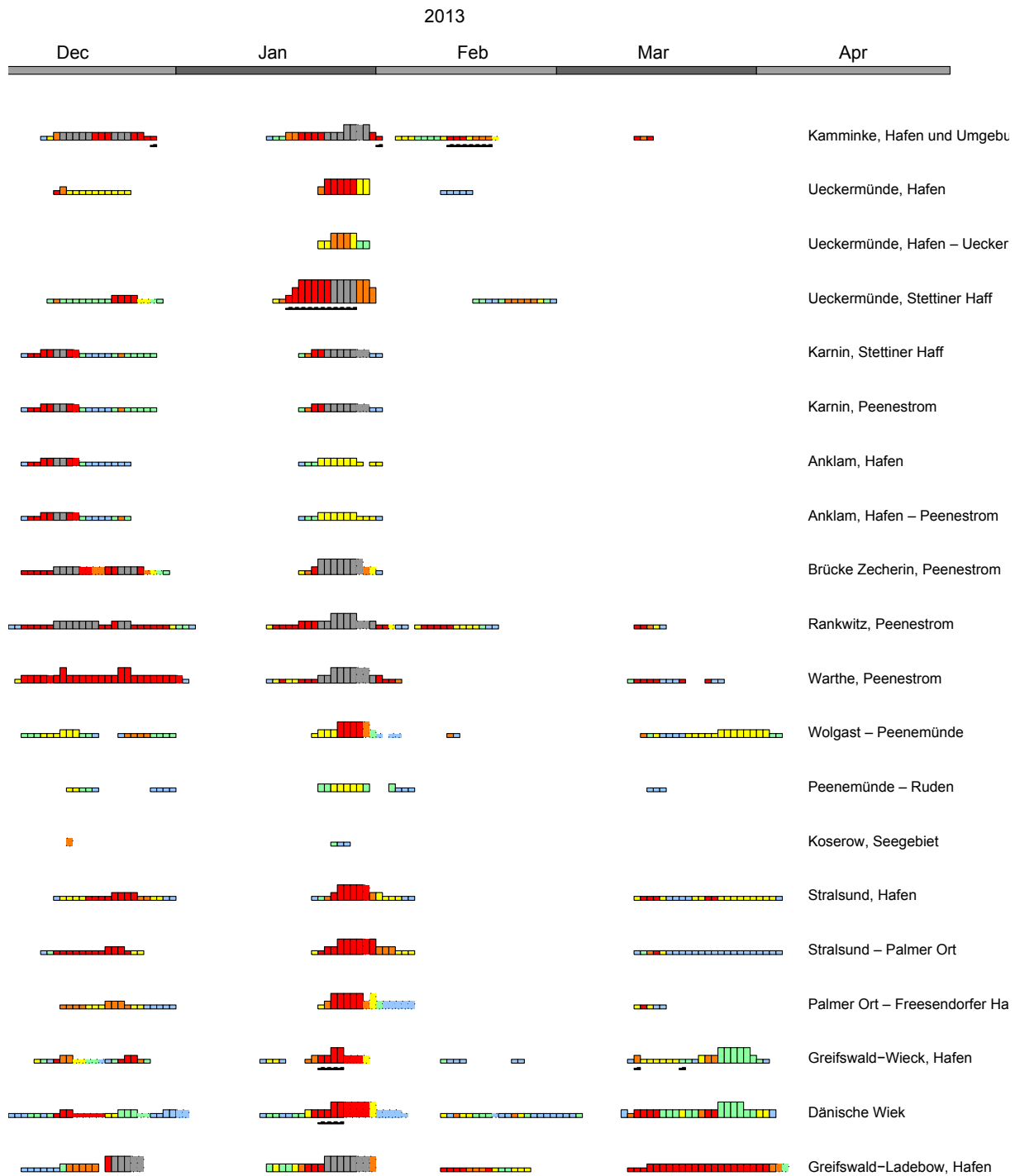


Abbildung A4.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2012/13
 Figure A4.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2012/13

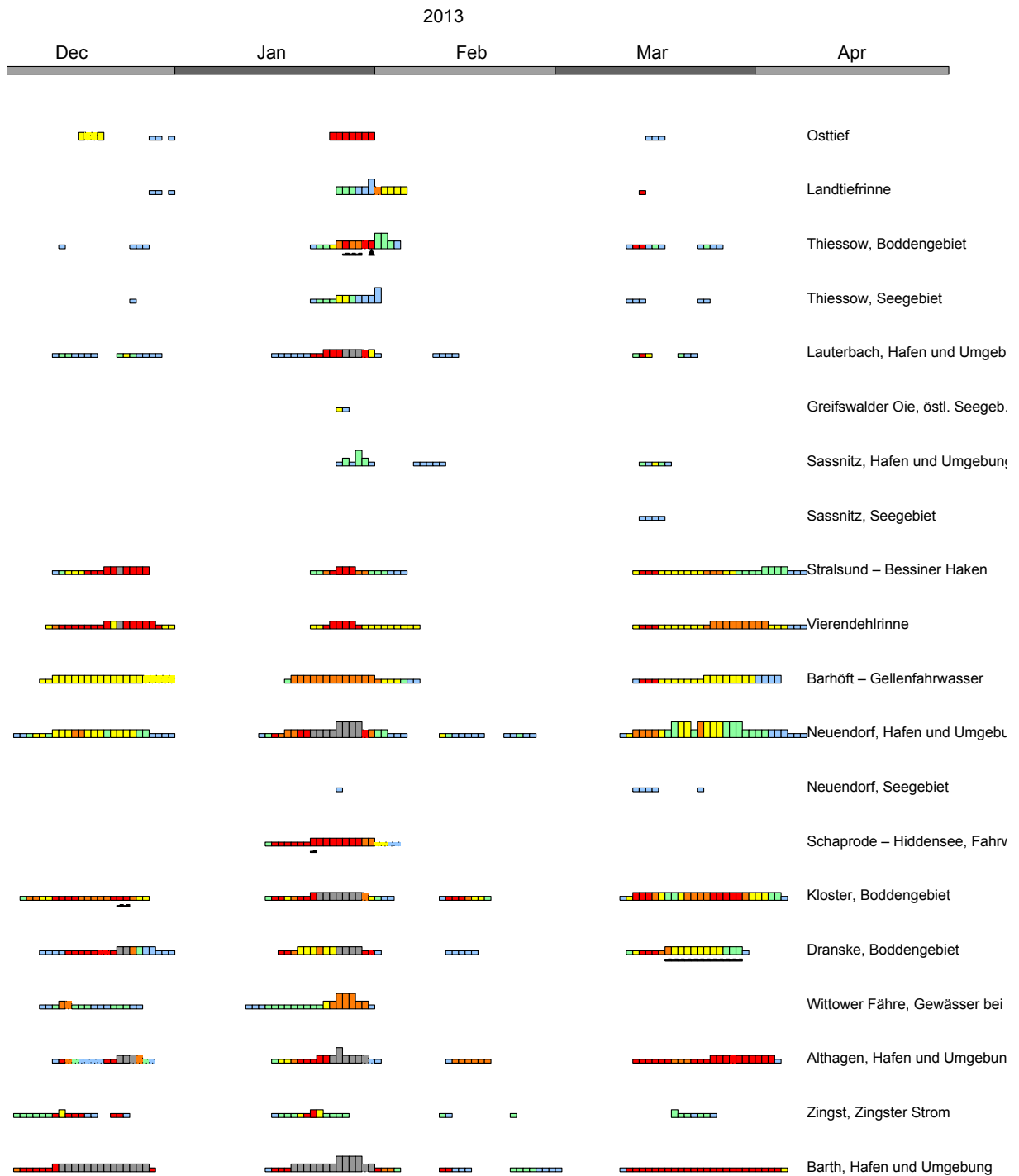


Abbildung A4.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2012/13 (Fortsetzung)
 Figure A4.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2012/13 (continued)

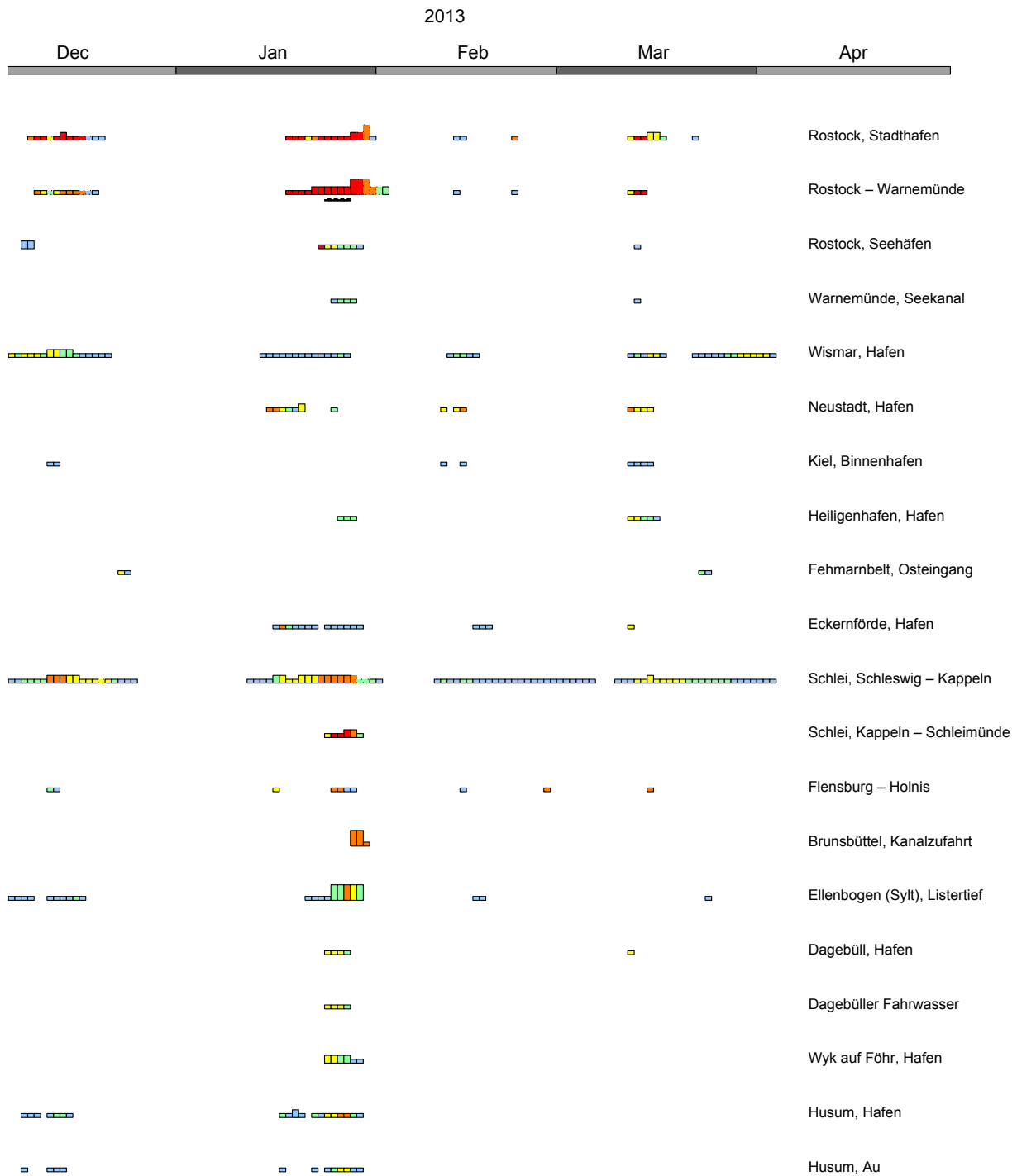


Abbildung A4.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2012/13 (Fortsetzung)
 Figure A4.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2012/13 (continued)

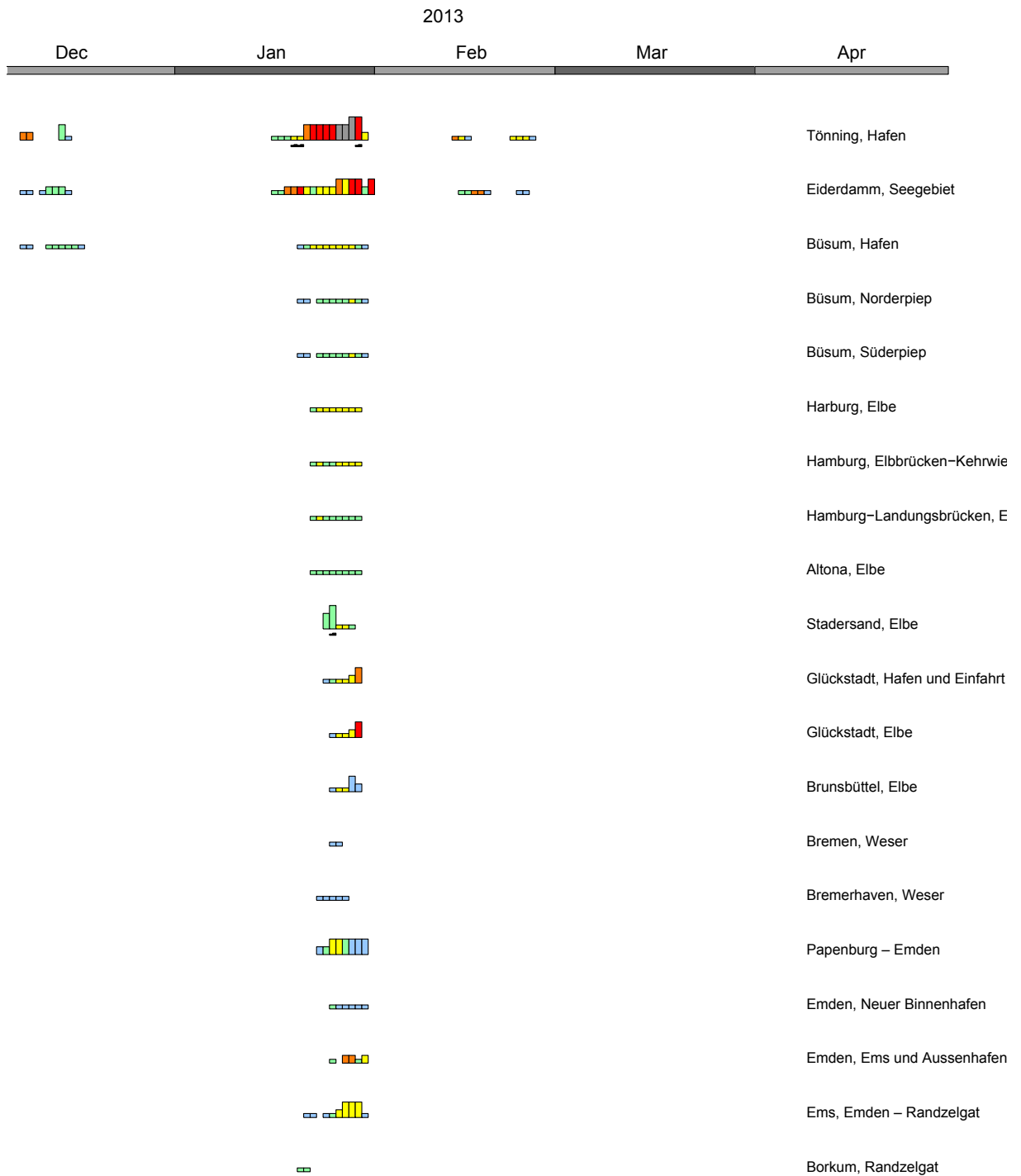
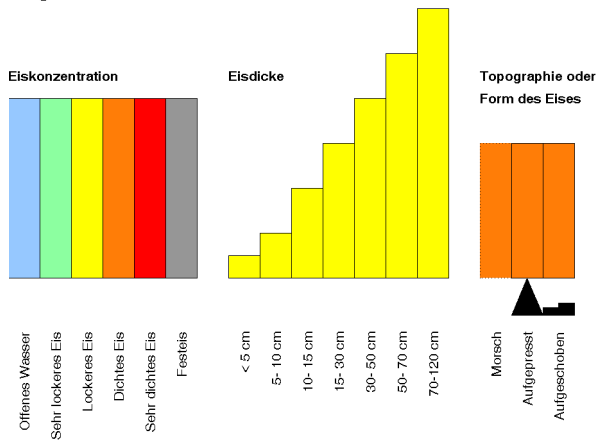


Abbildung A4.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2012/13 (Fortsetzung)
 Figure A4.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2012/13 (continued)

Legende



Legend

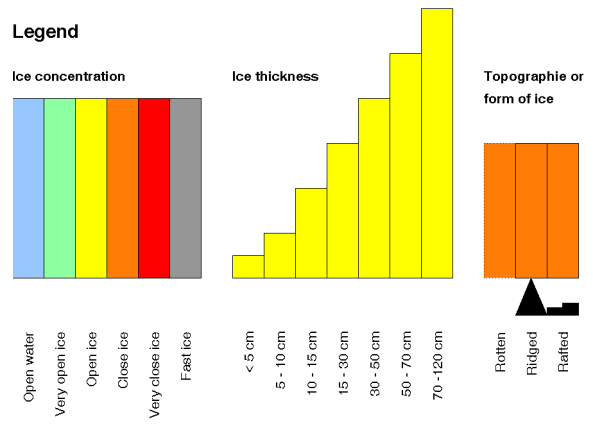


Abbildung A4.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2012/13 (Fortsetzung)
Figure A4.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2012/13 (continued)

5 Der Eiswinter 2013/2014 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten mit einem Überblick über die Eisverhältnisse im gesamten Ostseeraum/*The ice winter of 2013/2014 on the German North and Baltic Sea coasts and a brief description of ice conditions in the entire Baltic Sea region*

Inhaltsverzeichnis/*Contents*

Die Stellung des Eiswinters 2013/14 im langjährigen Vergleich <i>Status of the ice winter of 2013/14 in long-term comparison</i>	148
Verlauf des Eiswinters an den deutschen Nord- und Ostseeküsten <i>Progression of the ice winter at the German North and Baltic Sea coasts</i>	151
Eisverhältnisse in der westlichen und südlichen Ostsee <i>Ice conditions in the Western and Southern Baltic Sea</i>	157
Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56° N) <i>Ice conditions in the Northern Baltic Sea region (north of 56° N)</i>	157
Die maximale Eisausdehnung und das maximale Eisvolumen in der Ostsee <i>Maximum ice extent and maximum ice volume in the Baltic Sea</i>	161
Vergleich der theoretisch berechneten und von den Eisbeobachtern gemeldeten Eisdicken in einigen Bereichen der deutschen Ostseeküste <i>Comparison of theoretically computed ice thickness values and those reported by ice observers in some regions of the German Baltic Sea coast</i>	162
Anhang <i>Appendix</i>	165



Südstrand bei Thiessow im Greifswalder Bodden am 08.02.2014
Southern beach at Thiessow in the Bight of Greifswald, 08.02.2014

Foto/Photo: Frank Sakuth

Die Stellung des Eiswinters 2013/14 im langjährigen Vergleich

Der Winter 2013/14 ergibt in Hinblick auf die erzeugte Eismenge und die Dauer der Eisbedeckung an den deutschen Küsten eine schwache Eissaison. Die Maßzahlen für die Stärke eines Eiswinters werden aus den Beobachtungsdaten der 13 klimatologischen Stationen an der Ostseeküste und 13 klimatologischen Stationen an der Nordseeküste berechnet und durch die **reduzierte Eissumme** bzw. durch die **flächenbezogene Eisvolumensumme** ($V_{A\Sigma}$) ausgedrückt, Erläuterung der Begriffe sind unter <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/Kuesten.jsp> zu finden.

Die berechneten Maßzahlen für den Eiswinter 2013/14 sind in der Tabelle 5.1 zusammengefasst.

Status of the ice winter of 2013/14 in long-term comparison

In view of the degree of ice formation and duration of ice cover along the German coastline, the winter of 2013/14 resulted in a weak ice season. The indices for the intensity of an ice winter are calculated from observation data from the 13 climatological stations at the Baltic Sea coast and 13 climatological stations at the North Sea coast and are expressed in terms of the **reduced ice sum**, or, respectively, the **accumulated areal ice volume** ($V_{A\Sigma}$); an explanation of terminology is available on <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/Kuesten.jsp>.

The calculated indices for the ice winter of 2013/14 are summarised in Table 5.1.

Bereich Area	Reduzierte Eissumme Reduced ice sum	Flächenbezogene Eisvolumensumme Accumulated areal ice volume
Nordseeküste/North Sea	4.2	0.14 m
Ostseeküste/Baltic Sea	6.0	0.37 m
Küste von/Coast of Mecklenburg-Vorpommern	7.7	0.56 m
Schleswig-Holstein	4.0	0.14 m

Tabelle 5.1: Reduzierte Eissumme und flächenbezogene Eisvolumensumme an den deutschen Küsten im Winter 2013/14

Table 5.1: Reduced ice sum and accumulated areal ice volume on the German coasts in the winter of 2013/14

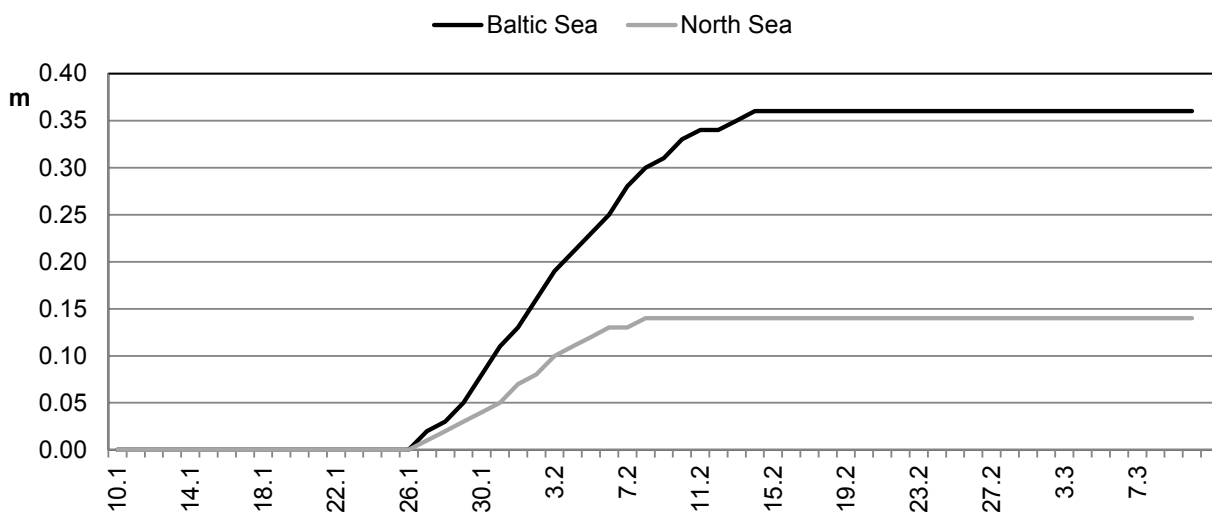


Abbildung 5.1: Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an den deutschen Küsten im Winter 2013/14

Figure 5.1: Accumulated areal ice volume on the German coasts in the winter of 2013/14

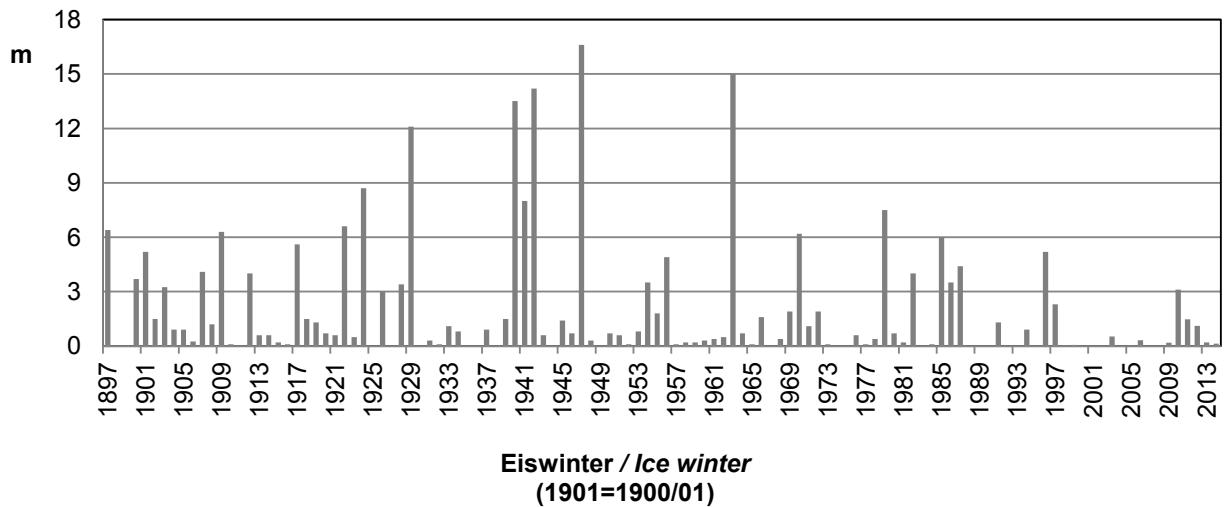


Abbildung 5.2: Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste
Figure 5.2: Distribution of accumulated areal ice volume for the German North Sea coast

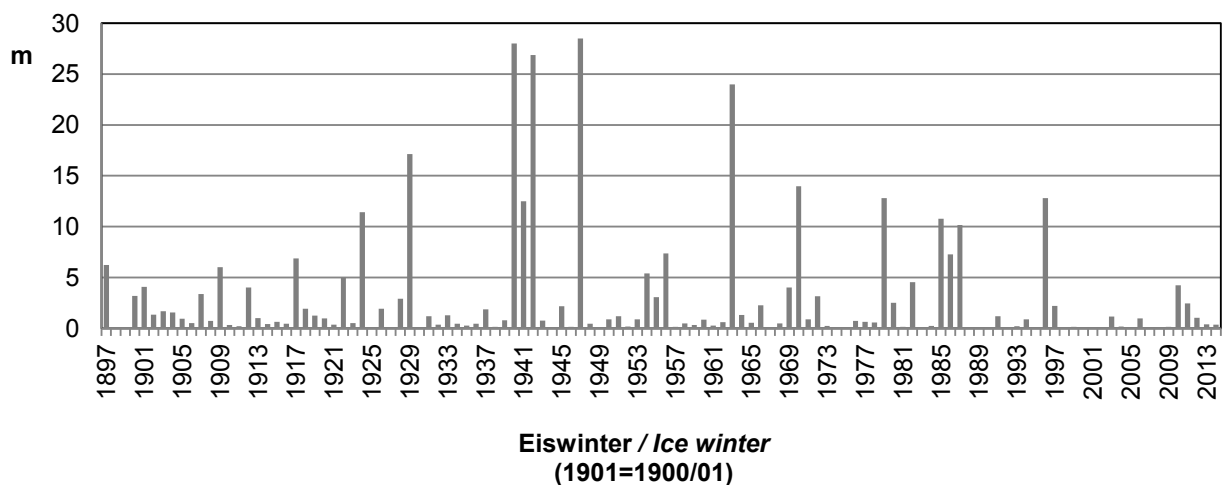


Abbildung 5.3: Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Ostseeküste
Figure 5.3: Distribution of accumulated areal ice volume for the German Baltic Sea coast

Wie in jedem Winter war die Eisproduktion in den östlichen Abschnitten der deutschen Ostseeküste ergiebiger als im westlichen Teil, was sich grundsätzlich durch den stärkeren Einfluss des kontinentalen Klimas erklären lässt. Der Winter 2013/14 war ein sehr schwacher Eiswinter an der Küste von Schleswig-Holstein, liegt aber im unteren Bereich der mäßigen Eiswinter für die Küste von Mecklenburg-Vorpommern, vgl. Tabelle 5.1.

Die Stellung des Eiswinters 2013/14 im langjährigen Vergleich geht aus Abbildung 5.2 und 5.3 hervor. In der seit 1896/97 bestehenden Beobachtungsreihe (119 Jahre) waren an der deutschen Nordseeküste 39, an der Ostseeküste 42 Eiswinter schwächer als die Eissaison 2013/14.

As in every winter, ice formation was more abundant in the eastern sections of the German Baltic Sea than in the western part, which can be generally explained by the stronger influence of the continental climate. The winter of 2013/14 was a very weak ice winter at the coast of Schleswig-Holstein; however, it is classified within the lower range of moderate ice winters for the coast of Mecklenburg-Vorpommern (cf. Table 5.1).

The status of the ice winter 2013/14 in long-term comparison is illustrated in Figures 5.2 and 5.3. Within the observation series since 1896/97 (119 years), 39 ice winters on the German North Sea coast and 42 ice winters on the Baltic Sea coast were weaker than the ice season 2013/14.

Die maximale Eisausdehnung im gesamten Ostseeraum wurde in den ersten 10 Tagen des Februars erreicht und beträgt etwa 95 000 km². Das entsprechende maximale Eisvolumen ist 15,7 km³. Der Eiswinter 2013/14 kann auch für die Ostsee insgesamt als ein schwacher bzw. extrem schwacher Eiswinter eingestuft werden, siehe auch den Abschnitt „Die maximale Eisausdehnung und das maximale Eisvolumen der Ostsee“ auf der Seite 111.

Über die Eislage und voraussichtliche Eisentwicklung in der gesamten Ostsee und in den deutschen Küstengewässern im Eiswinter **2013/14** hat das BSH informiert mit:

- 111 Eisberichten (Mo–Fr herausgegebenes Amtsblatt),
- 28 German Ice Reports (internationaler Austausch bei Vereisung deutscher Fahrwasser),
- ca. 20 NAVTEX-Meldungen (in deutscher und englischer Sprache für die deutsche Nordsee- und Ostseeküste),
- 21 Eisberichten „Deutsche Ostseeküste“ (detaillierte Eislagebeschreibung für deutsche Nutzer),
- 10 Eisberichten „Deutsche Nordseeküste“ (detaillierte Eislagebeschreibung für deutsche Nutzer),
- 24 Wochenberichten (zur Information des BMVBW und für MURSYS),
- 19 Eisübersichtskarten (einmal wöchentlich als Referenzeiskarte für die ganze Ostsee),
- 21 speziellen Eiskarten (Deutsche Ostseeküste).

Die aktuellen Eisberichte und Eiskarten des BSH sind kostenfrei im Internet unter: <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/> verfügbar. Das Archiv mit allen bisher erstellten Eiskarten ist unter <ftp://ftp.bsh.de/outgoing/Eisbericht> erreichbar.

The maximum ice extent in the entire Baltic Sea region was reached during the first 10 days of February and comprised about 95,000 km². The corresponding maximum ice volume is 15.7 km³. The ice winter of 2013/14 can be classified as a weak or extremely weak ice winter also for the entire Baltic Sea; cf. also section “Maximum ice extent and maximum ice volume in the Baltic Sea” on page 111 of this report.

*The BSH reported on ice conditions and expected ice development in the entire Baltic Sea region and German coastal waters in the ice winter **2013/14** by way of:*

- 111 ice reports (official reports issued Monday – Friday),*
- 28 German Ice Reports (international exchange, issued when ice forms in German shipping lanes),*
- about 20 NAVTEX reports (in German and English for the German North and Baltic Sea coasts),*
- 21 ice reports “German Baltic Sea coast”(detailed description of ice situation for German users),*
- 10 ice reports “German North Sea coast“ (detailed description of ice situation for German users),*
- 24 weekly reports (information for the Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development and for MURSYS),*
- 19 general ice charts (once a week, as a reference ice chart for the entire Baltic Sea),*
- 21 special ice charts (German Baltic Sea coast).*

The current ice reports and ice charts of the BSH are available free of charge online under: <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/>. The archive with all ice charts heretofore issued is available at <ftp://ftp.bsh.de/outgoing/Eisbericht>.

Verlauf des Eiswinters an den deutschen Nord- und Ostseeküsten

Wetterverhältnisse in den deutschen Küstengebieten

Die jahreszeitliche Abkühlung der Luft bzw. des Wassers verlief im November und Dezember 2013 langsamer als gewöhnlich, da oftmals von West nach Ost über Nordskandinavien ziehende Tiefdruckgebiete immer wieder milde Luftmassen von Westen und Süden her in die deutschen Küstenbereiche führten. Die Monatsmitteltemperaturen an den Küsten lagen im Dezember deutlich über den Werten der Referenzperiode 1961–1990 (Ch. Lefebvre, 2013).

Progression of the ice winter at the German North and Baltic Sea coasts

Weather conditions in the German coastal areas

The seasonal cooling of the air and water in November and December 2013 progressed slower than usual, because low-pressure systems moving from West to East across Northern Scandinavia frequently introduced mild air masses from West and South to the German coastal areas. In December, the monthly mean temperatures at the coastal areas were significantly above the values of the reference period 1961–1990 (Ch. Lefebvre, 2013).

Station	November		December		January		February		March	
	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K
Greifswald	5.7	1.1	4.7	3.6	0.0	0.6	4.6	4.6	6.5	3.8
Rostock-Warnemünde	6.7	1.4	5.4	3.5	0.9	0.7	5.2	4.5	6.6	3.5
Schleswig	5.6	0.7	4.7	3.0	1.8	1.5	5.0	4.4	6.4	3.6
Norderney	7.8	1.5	5.9	2.7	3.2	1.6	5.5	3.7	7.0	3.0

Tabelle 5.2: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2013/14 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961–1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Table 5.2: Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2013/14 and their deviation from the 1961–1990 (K) climate means (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

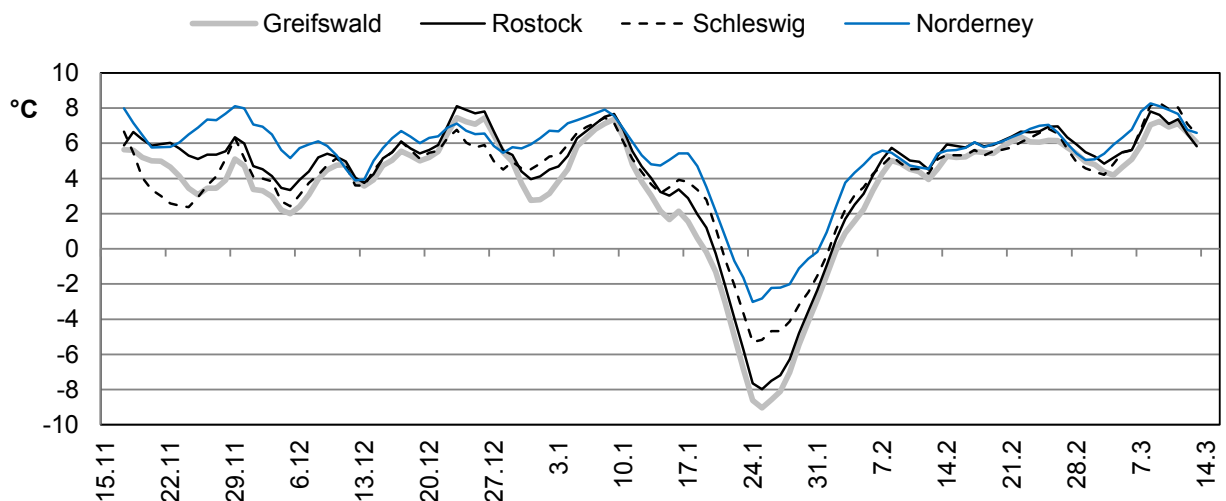


Abbildung 5.4: 5-Tage gleitendes Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2013/14 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Figure 5.4: 5-day running mean of air temperatures in the winter of 2013/14 (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

Der kälteste Monat des Winters 2013/14 war der Januar. Die Witterung im Ostseeraum wurde etwa ab der Mitte des Monats durch ein Hochdruckgebiet über Nordskandinavien bestimmt. Mit nördlichen und nordöstlichen Winden wurde polare Kaltluft erst in die Bereiche des nördlichen Ostseeraumes, zum Ende des Monats auch in die Regionen des südlichen Ostseeraumes transportiert. Der Winter bestand aus einer einzigen von Mitte Januar bis Anfang Februar 2014 dauernden Kälteperiode. An den deutschen Küsten herrschte Dauerfrost vor. Die tiefsten Werte der Tagesmitteltemperaturen lagen in diesem Zeitraum zwischen -7 und -12 °C (am kältesten war es im Nordosten) und wurden am 26. Januar erreicht. In den ersten Februartagen verlagerte sich das Hoch langsam ostwärts und blieb über Russland liegen. Zwischen ihm und einem Tiefdruckgebiet über dem Nordatlantik floss ab dem 3. Februar mit Winden aus südlichen Richtungen milde Luft in die Küstenbereiche ein. Damit wurde die einzige Frostperiode im Winter 2013/14 beendet.

Die Gefrierbereitschaft des Wassers wurde in den inneren Gewässern der Ostseeküste zum 20. Januar und an der Außenküste in unmittelbarer Ufernähe am 26. Januar erreicht. An der Nordseeküste kühlte sich das Wasser nur in geschützt liegenden Bereichen in den letzten Tagen des Januars kurzzeitig bis zum Gefrierpunkt ab, vgl. Abbildung 5.5.

January was the coldest month in the winter of 2013/14. As of about the middle of the month, the weather in the Baltic Sea region was determined by a high-pressure area above Northern Scandinavia. Northerly and north-easterly winds transported polar cold air first to the sections of the Northern Baltic Sea region and by end of the month also to the Southern Baltic Sea regions. The winter was comprised of one single cold spell from mid-January to early February 2014. The German coasts were subjected to continuous frost. During this period, the lowest values of mean daily temperatures were between -7 and -12 °C (with the North-East being the coldest area) and were reached on 26 January. During the first days of February, the high-pressure area slowly moved east and settled over Russia. As of 3 February, between this high and a low-pressure system above the Northern Atlantic, mild air was introduced by southerly winds to the coastal zones. This terminated the sole frost period in the winter of 2013/14.

The propensity of the water to freeze was reached by 20 January for the internal waters of the Baltic Sea coast and by 26 January on the external coast in immediate vicinity to the shore. At the North Sea coast, the water only briefly cooled down to freezing point in the final days of January and only in protected areas (cf. Figure 5.5).

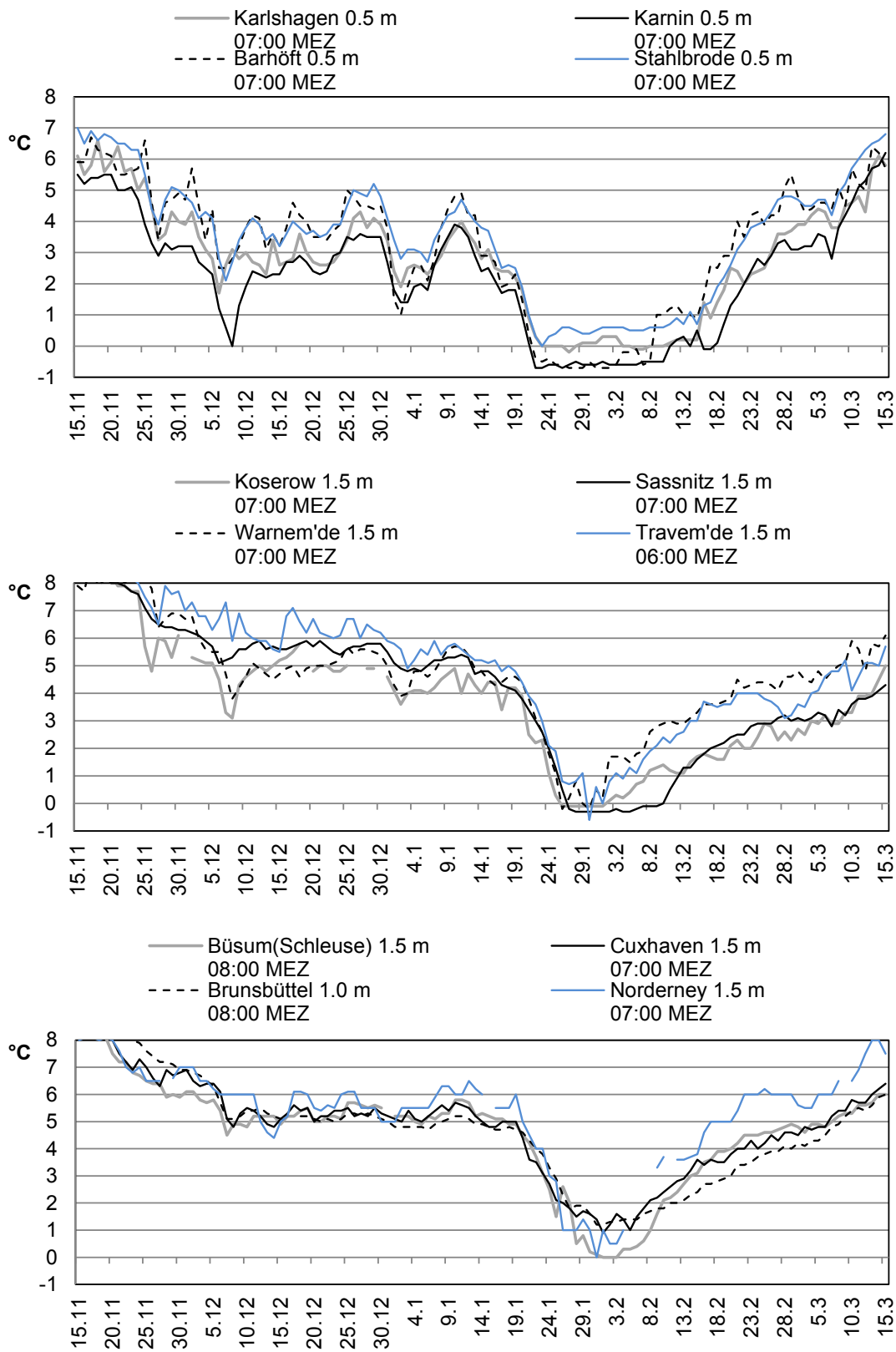


Abbildung 5.5: Wassertemperaturen in den deutschen Küstengewässern
 Figure 5.5: Water temperatures of German coastal waters

Quellen der Messungen/Measurement sources: Karlshagen, Karnin, Barhöft, Stahlbrode, Koserow, Sassnitz und Warnemünde – WSA Stralsund; Travemünde – WSA Lübeck; Büsum – Schleuse Büsum; Cuxhaven und Norderney – Deutscher Wetterdienst; Brunsbüttel – WSA Brunsbüttel.

Eisverhältnisse an den deutschen Nord- und Ostseeseeküsten

Entsprechend den meteorologischen Bedingungen bestand der Eiswinter 2013/14 an den deutschen Küsten aus einer Eisperiode, die insgesamt vom 23. Januar bis zum 28. Februar dauerte. Der Verlauf des Eiswinters ist in der Abbildung A5.1 im Anhang dargestellt. In den Tabellen A5.1 und A5.2 des Anhangs sind die wichtigsten Eisparameter zusammengefasst.

Die erste Eisbildung begann in kleineren Häfen und geschützt liegenden Gewässern an beiden Küsten relativ gleichzeitig, und zwar zwischen dem 22. und dem 28. Januar, und setzte sich bis Anfang Februar kontinuierlich fort. Zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung am 3. Februar 2014 (Abbildung 5.6) trat an der nordfriesischen Küste und auf der Elbe örtlich dichtes bis lockeres Eis auf, außerhalb der Küste trieb sehr lockeres Neueis. Die Eisdicke erreichte Werte von 5 bis 15 cm, stellenweise wurde das Eis bis auf 20 oder 30 cm zusammengeschoben. Auf der Schlei, Untertrave, in der Neustädter Bucht und in der Wismar Bucht lag sehr dichtes bis dichtes 5–15 cm dickes Eis. An der vorpommerschen Küste waren alle inneren Gewässer mit etwa 15 cm dickem Eis bedeckt. In der Pommerschen Bucht erstreckte sich entlang der Küsten Rügens und Usedom ein Gürtel mit dichtem 5–10 cm dicken Eis. In den ersten Februartagen setzte sich mit südlichen Winden nach und nach wärmere Luft in den Küstenregionen durch und leitete den Eisrückgang ein. Die Nordseeküste war am 7. Februar, die Gewässer an der Ostseeküste von Schleswig-Holstein am 13. Februar vollkommen eisfrei. In den Boddengewässern Mecklenburg-Vorpommerns wurde das tauende Eis aufgebrochen und durch südliche Winde an den Nordküsten zusammengeschoben, dadurch verzögerte sich die Eisabnahme deutlich: Das Eis verschwand vollständig erst am 28. Februar. Die Anzahl der Tage mit Eis variierte auch im Eiswinter 2013/14 erheblich: Von 3 Tagen an der ostfriesischen Küste bis 36 Tagen an den Nordküsten des Greifswalder Boddens und des Kleinen Haffs. Auf der Elbe kam das Eis an 11 Tagen, an den Außenküsten der Insel Rügen und Usedom an 5 Tagen vor. Die Ems und die Weser sowie der Nord-Ostsee-Kanal und das der deutschen Küste vorgelagerte Seegebiet blieben im Winter 2013/14 eisfrei.

Ice conditions on the German North and Baltic Sea coasts

Corresponding to the meteorological conditions, the ice winter of 2013/14 consisted of only one ice period at the German coasts, which lasted in total from 23 January to 28 February. The progression of the ice winter is illustrated in Figure A5.1 in the appendix. The tables A5.1 and A5.2 of the appendix present a summary of the most important ice parameters.

The first formation of ice started in smaller harbours and protected waters on both coasts at more or less the same time between 22 and 28 January and continuously progressed until early February. At the time of maximum ice formation on 3 February 2014 (Figure 5.6), close to open ice occurred locally at the North Frisian coast and on the Elbe; very open new ice drifted off the coast. Ice thickness reached values of 5 to 15 cm; in some areas, the ice was pushed together to 20 or even 30 cm. Very close to close ice with a thickness of 5 to 15 cm covered the Schlei, Lower Trave, Neustadt Bay and Wismar Bay. At the coast of Vorpommern, all internal waters were covered by about 15 cm thick ice. In the Pomeranian Bight, the coasts of Rügen and Usedom were encircled by close ice of 5 to 10 cm thickness. In the first days of February, southerly winds gradually warmed up the air in the coastal regions and introduced the melting of the ice. The North Sea coast was completely free of ice on 7 February; the Baltic Sea coast off Schleswig-Holstein was ice-free on 13 February. In the bodden waters of Mecklenburg-Vorpommern, the thawing ice broke up and was pushed together by southerly winds to accumulate at the northern coasts, which considerably delayed ice reduction: complete disappearance of ice was not achieved until 28 February. The number of days with ice varied significantly also in the ice winter of 2013/14: from 3 days at the East Frisian coast to 36 days at the northern coasts of the Bight of Greifswald and the Kleines Haff. On the Elbe, ice occurred on 11 days; on the external coasts of the islands of Rügen and Usedom on 5 days. The Ems and Weser as well as the Kiel Canal and the sea off the German coast remained free of ice in the winter of 2013/14.

Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste (Vgl. auch Tabelle A5.3)

An der deutschen Nordseeküste und in den westlichen inneren Fahrwassern an der Ostseeküste gab es in dem vergangenen Winter keine nennenswerten Behinderungen der Schifffahrt. Einige Probleme bereitete das Eisvorkommen in den Küstengewässern Vorpommerns. Im Zeitraum zwischen dem 27. Januar und dem 11. Februar wurde Eisbrecherunterstützung in der Ostzufahrt nach Stralsund, im Greifswalder Bodden und auf dem nördlichen Peenestrom nur solchen Fahrzeugen gegeben, die für die Eisfahrt geeignet waren und über eine Eisklasse E1 (IC) und höher verfügten. Die Maschinenleistung dieser Fahrzeuge musste mindestens 1 000 kW betragen. Zudem wurde der Schifffahrt dringend empfohlen, die o. g. Bereiche nur in der Tagesfahrt zu befahren (WSA Stralsund, 2014).

Im Zeitraum zwischen dem 30. Januar und dem 17. Februar wurden die Nordansteuerung nach Stralsund (einschließlich Boddengewässer West), die inneren Boddengewässer von Rügen, der südliche Peenestrom und das Kleine Haff für die Schifffahrt geschlossen (WSA Stralsund, 2014).

Navigational conditions on the German Baltic Sea coast (cf. also Table A5.3)

In the past winter, navigation was not impeded to any mentionable degree along the German North Sea coast and on the western internal navigation channels. Ice formation did cause some problems in the coastal waters off Vorpommern. In the period between 27 January and 11 February, ice breaking escort operations in the eastern approach to Stralsund, in the Bight of Greifswald and on the northern Peenestrom were granted only to those vessels suitable for navigation in ice-covered waters and classified as E1 (IC) or higher. The engine power of these vessels had to be at least 1,000 kW. In addition, the shipping industry was advised to navigate the above-mentioned areas only during the day (WSA Stralsund, 2014).

In the period between 30 January and 17 February, the northern approach to Stralsund (including western bodden waters), the internal bodden waters of Rügen, the southern Peenestrom and the Kleines Haff were closed for navigation (WSA Stralsund, 2014).



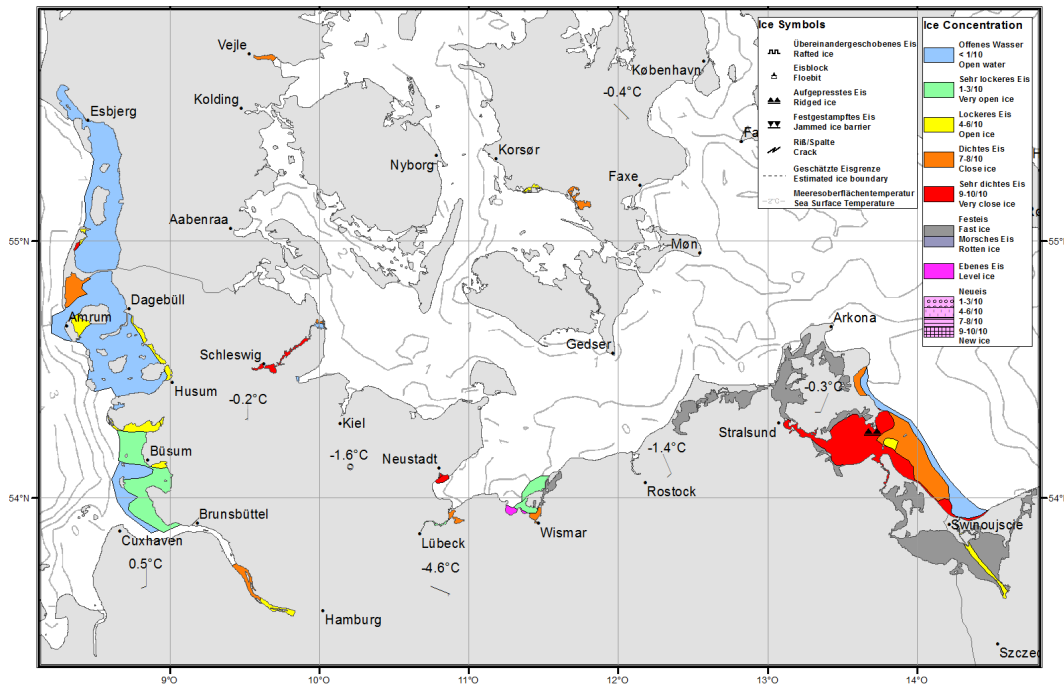
Mehrweckschiff ARKONA unterstützt die Schifffahrt im Greifswalder Bodden
ARKONA works in the Bight of Greifswald

Foto/Photo: Frank Sakuth

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE Deutsche Ostseeküste
Jahrgang 87

Nr. 8
Rostock, den 03.02.2014



Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE Deutsche Ostseeküste
Jahrgang 87

Nr. 8
Rostock, den 03.02.2014

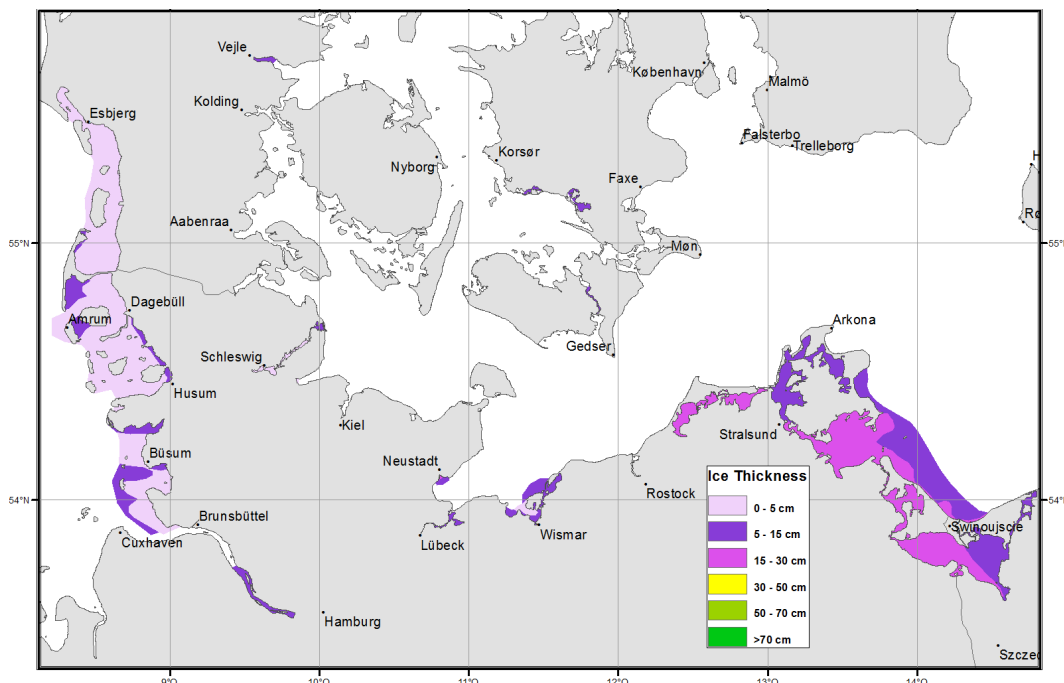


Abbildung 5.6: Eisausdehnung und Eisdicke in den deutschen Gewässern an den Nord- und Ostseeküsten zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung des Eiswinters 2013/14

Figure 5.6: Ice extent and ice thickness in the German waters off the North and Baltic Sea coasts at the time of maximum ice formation during the ice winter of 2013/14

Ab dem Winter 2013/14 erscheinen die Eiskarten des BSH in neuer Gestaltung. Eine Karte zeigt Menge und Anordnung sowie Topographie oder Form des Eises, Einsatzbereiche der Eisbrecher, die Lufttemperatur und die Windverhältnisse an den Küstenstationen sowie Isothermen der Wassertemperatur. Auf der anderen Karte sind Eisdicken und Schifffahrtsbeschränkungen dargestellt.

Starting with the winter of 2013/14, the BSH ice charts will be published in new design. One map shows the amount and arrangements of the ice as well as its topography or form, the areas of icebreaker operation, the air temperature and wind conditions at the coastal stations as well as isotherms of water temperature. The other map illustrates ice thickness and restrictions to navigation.

Eisverhältnisse in der westlichen und südlichen Ostsee

In den dänischen Gewässern der westlichen Ostsee trat an einigen Tagen zwischen dem 28. Januar und dem 11. Februar in kleineren Häfen und flachen geschützt liegenden Küstenabschnitten 5–15 cm dickes Eis unterschiedlicher Eiskonzentration auf. Die große Schifffahrt wurde nicht behindert. In der südlichen Ostsee lag im Stettiner Haff an der polnischen Küste bereits am 27. Januar 10–15 cm dickes Festeis, das erst am 22. Februar völlig verschwand. In der Putziger Wiek (Zatoka Pucka) kam ebenes 5–10 cm dickes Eis vor.

Das Frische und das Kurische Haff waren zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung mit 15–30 cm dickem Festeis bedeckt

Ice conditions in the Western and Southern Baltic Sea

In the Danish waters of the Western Baltic Sea, 5 to 15 cm thick ice of varying ice concentration occurred on some days between 28 January and 11 February in smaller harbours and shallow, protected sections of the coastline. Major navigation was not impeded. In the Southern Baltic Sea, 10 to 15 cm thick fast ice was present in the Szczecin Lagoon as early as on 27 January; it fully disappeared only as late as on 22 February. Level ice with a thickness of 5 to 10 cm occurred in the Bay of Puck (Zatoka Pucka).

At the time of maximum ice formation, the Vistula Lagoon and the Curonian Lagoon were covered by 15 to 30 cm thick fast ice.

Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56° N)

Das erste Eis bildete sich in den innersten Schären von Luleå um den 11. November 2013. In den folgenden Tagen intensivierte sich die Eisbildung unter dem Einfluss kalter Luft aus Norden, aber die Eisbedeckung beschränkte sich auf die inneren Schären der nördlichen Bottenvik. Im östlichen Finnischen Meerbusen begann die Eisbildung erst in der 2. Dezemberdekade. Bis Mitte Januar verlief die Eiszunahme in allen Bereichen sehr langsam, die Eisentwicklung lag im Vergleich zu langjährigen Mittelwerten etwa vier Wochen zurück. Ab Mitte Januar wurde die Witterung im nördlichen Ostseeraum durch ein Hochdruckgebiet über Nordskandinavien bestimmt. An den Küsten des Bottnischen, Finnischen und Rigaischen Meerbusens herrschte mäßiger bis sehr strenger Frost vor. Die Eisbildung in allen Küstenbereichen, sowie in der Bottenvik und in Norra Kvarken auch auf See wurde intensiver und setzte sich bei schwachen nördlichen bis östlichen Winden weiter fort. Die Ostseeregion blieb bis Ende Januar unter Hochdruckeinfluss und im Zustrom sehr kalter Luft aus Ost und Nordost. Intensive Eisbildung setzte sich weiter fort, Eisausdehnung und Eisdicke nahmen zu. Der Höhepunkt des Eisvorkommens im nördlichen Ostseeraum wurde um den 6. Februar erreicht: Die Bottenvik und Norra Kvarken waren vollständig mit Eis bedeckt, in der Bottensee, im Finnischen und Rigaischen Meerbusen kam außerhalb des Schärenfesteises dünnes Eis oder Neueis vor, außerhalb der Baltischen Küste in der nördlichen Ostsee trieben einige Neueisstreifen, siehe die Eiskarte in der Abbildung 5.7.

Ice conditions in the Northern Baltic Sea region (north of 56° N)

The first ice formed on the inner archipelago of Luleå around 11 November 2013. In the following days, ice formation intensified due to cold air from the North, but ice cover was limited to the inner archipelago of the Northern Bay of Bothnia. In the Eastern Gulf of Finland, ice formation started only as late as in the second ten days of December. Until mid-January, ice increase progressed very slowly in all areas; compared to the long-term mean values, ice formation lagged behind by about four weeks. As of mid-January, the weather in the Northern Baltic Sea region was determined by a high-pressure area above Northern Scandinavia. The coasts of the Gulf of Bothnia, the Gulf of Finland and the Gulf of Riga were subjected to moderate to very strong frost. Ice formation intensified in all coastal zones and also at sea in the Bay of Bothnia and in Norra Kvarken and further progressed under the influence of weak northerly to easterly winds. Up until the end of January, the Baltic Sea region remained under the influence of a high-pressure and the influx of very cold air from the East and North-East. Intensive ice formation continued, ice extent and ice thickness increased. The climax of ice formation in the Northern Baltic Sea region was reached around 6 February. The Bay of Bothnia and Norra Kvarken were fully covered by ice; thin or new ice beyond the archipelago fast ice had formed in the Sea of Bothnia, the Gulf of Finland and the Gulf of Riga; some strips of new ice drifted off the Baltic coast in the Northern Baltic Sea (cf. the ice chart in Figure 5.7).

Das Festeis in den Schären der Bottenvik war zu dieser Zeit 25 bis 60 cm, in der Bottensee 10 bis 30 cm, im östlichen Finnischen Meerbusen 15 bis 35 cm, im westlichen Finnischen Meerbusen und im Schärenmeer 15 bis 20 cm, im Rigaischen Meerbusen 10 bis 20 cm dick. Im weiteren Winterverlauf überwogen im nördlichen Ostseeraum milde Witterung, frische Winde aus meist südlichen Richtungen und windbedingte Änderungen der Eislage. Das Eis auf See in der Bottenvik, im Finnischen und Rigaischen Meerbusen wurde an den Nordküsten zusammengeschoben oder aufgepresst, die Dicken erreichten Werte von 20 bis 60 cm in der Bottenvik, von 15 bis 35 cm im Finnischen Meerbusen und von 15 bis 30 cm im Rigaischen Meerbusen. Die Schifffahrt wurde in diesen Seebereichen durch Bildung von Presseisrücken, Pressungen im Eis sowie Eiszusammenschiebungen behindert. Schwierige Schifffahrtsverhältnisse herrschten besonders an der finnischen Bottenvikküste vor. Bereits Mitte März setzte im Finnischen und Rigaischen Meerbusen der Eisrückgang ein, beide Meerbusen waren Anfang April – 4 Wochen früher als normal – eisfrei. Das letzte Treibeis im zentralen Seegebiet der Bottenvik hat sich Mitte Mai, etwa 10 Tage früher als gewöhnlich, aufgelöst.

Ausgehend von der maximalen Eisausdehnung (ca. 95 000 km²) und der finnischen Klassifizierung der Eiswinter (Seinä und Palosuo, 1996) gehört die Eissaison 2013/14 zur Kategorie der schwachen Eiswinter.

At that time, the fast ice in the Bay of Bothnia archipelago was 25 to 60 cm thick; in the Gulf of Bothnia 10 to 30 cm; in the Eastern Gulf of Finland 15 to 35 cm; in the Western Gulf of Finland and in the Archipelago Sea 15 to 20 cm; in the Gulf of Riga 10 to 20 cm. In the further course of the winter, mild weather prevailed in the Northern Baltic Sea region with fresh, mostly southerly winds and mostly wind-induced changes to ice conditions. The sea ice in the Bay of Bothnia, in the Gulf of Finland and in the Gulf of Riga was pushed together or compressed on the northern coasts; thickness increased to 20 to 60 cm in the Bay of Bothnia, to 15 to 35 cm in the Gulf of Finland and to 15 to 30 cm in the Gulf of Riga. Navigation in these parts of the sea was impeded by the formation of hummocks, compressed ice and ice that was pushed together. Navigation was particularly difficult along the Finnish coast of the Bay of Bothnia. Thawing started as early as in mid-March in the Gulf of Finland and the Gulf of Riga; both gulfs were free of ice by the beginning of April – 4 weeks earlier than usual. The last bits of drift ice in the central zone of the Bay of Bothnia had dissolved by mid-May, about 10 days earlier than usual.

Based on the maximum ice extent (about 95,000 km²) and the Finnish ice winter classification (Seinä and Palosuo, 1996), the ice season 2013/14 belongs to the category of mild ice winters.

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

EISKARTE Übersichtskarte Ostsee Nr. 4
Jahrgang 87 Rostock, den 06.02.2014

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

EISKARTE Übersichtskarte Ostsee Nr. 4
Jahrgang 87 Rostock, den 06.02.2014

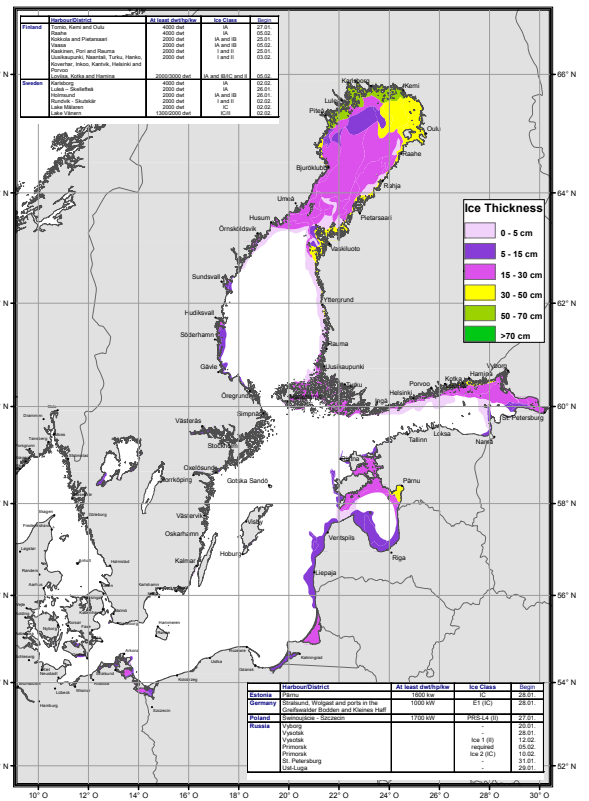
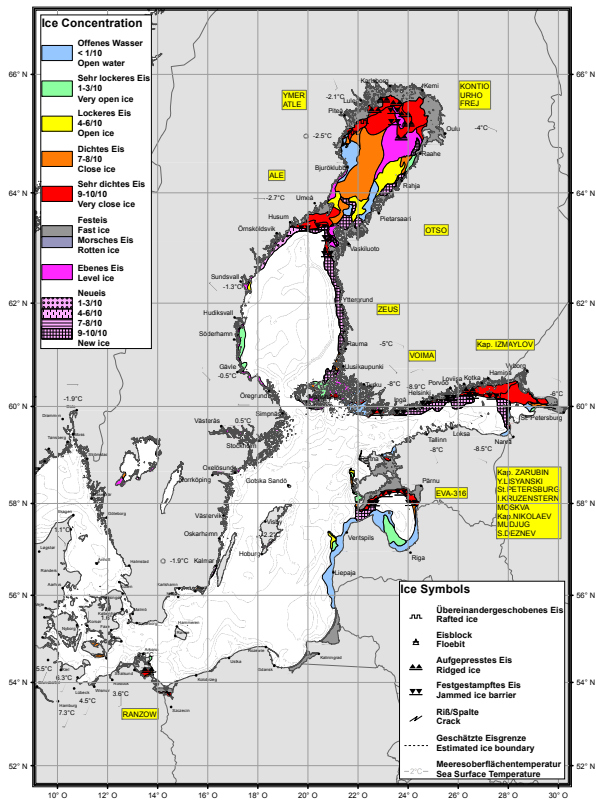
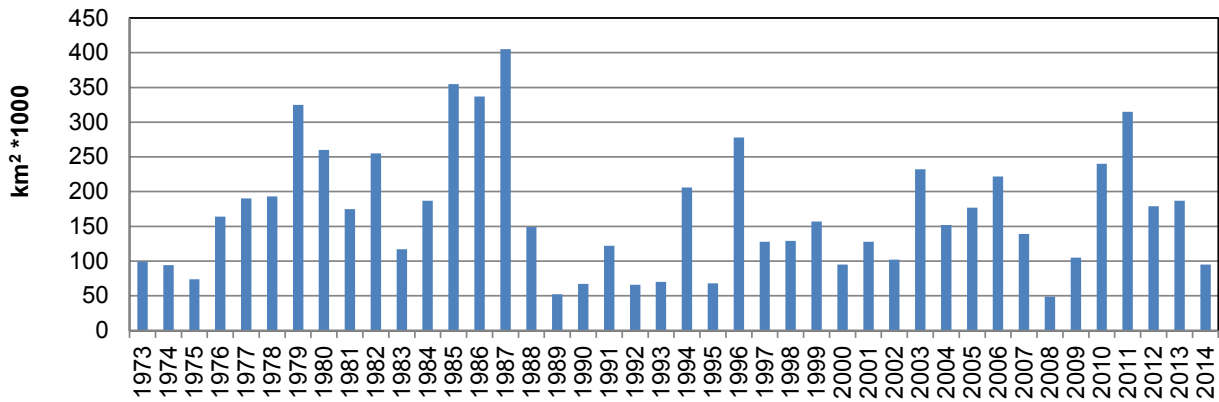
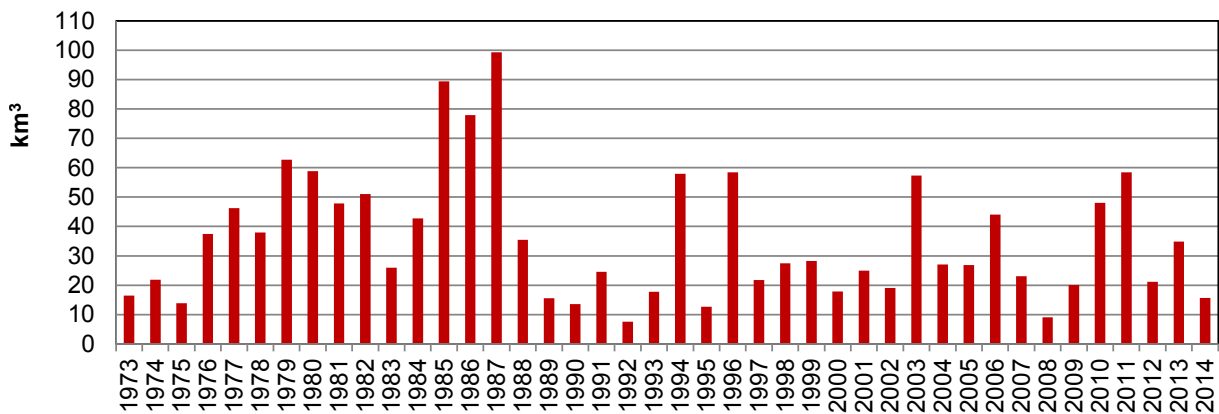


Abbildung 5.7: Eisübersichtskarte vom 6. Februar 2014 mit der maximalen Eisausdehnung
Figure 5.7: General ice chart for 6 February 2014 with maximum ice extent

Maximale Eisausdehnung in der Ostsee
Maximum ice extent in the Baltic Sea



Maximales Eisvolumen in der Ostsee
Maximum ice volume in the Baltic Sea



Max. Fläche Max. area 1000*km ²	Min. Fläche Min. area 1000*km ²		Max. Volumen Max. volume km ³	Min. Volumen Min. volume km ³
405 (1987)	> 380	Extrem starke Eiswinter/ <i>Extremely strong</i>	99.4 (1987)	> 89
380	295	Starke Eiswinter/ <i>Strong ice winters</i>	89	65
294	171	Mäßige Eiswinter/ <i>Moderate ice winters</i>	64	30
170	85	Schwache Eiswinter/ <i>Weak ice winters</i>	29	17
< 85	49 (2008)	Extrem schwache Eiswinter/ <i>Extremely weak</i>	< 17	7.6 (1992)

Abbildung 5.8: Maximale Eisausdehnung und maximales Eisvolumen der Ostsee mit den Klassengrenzen von verschiedenen Eiswintertypen; Zeitraum 1973–2014

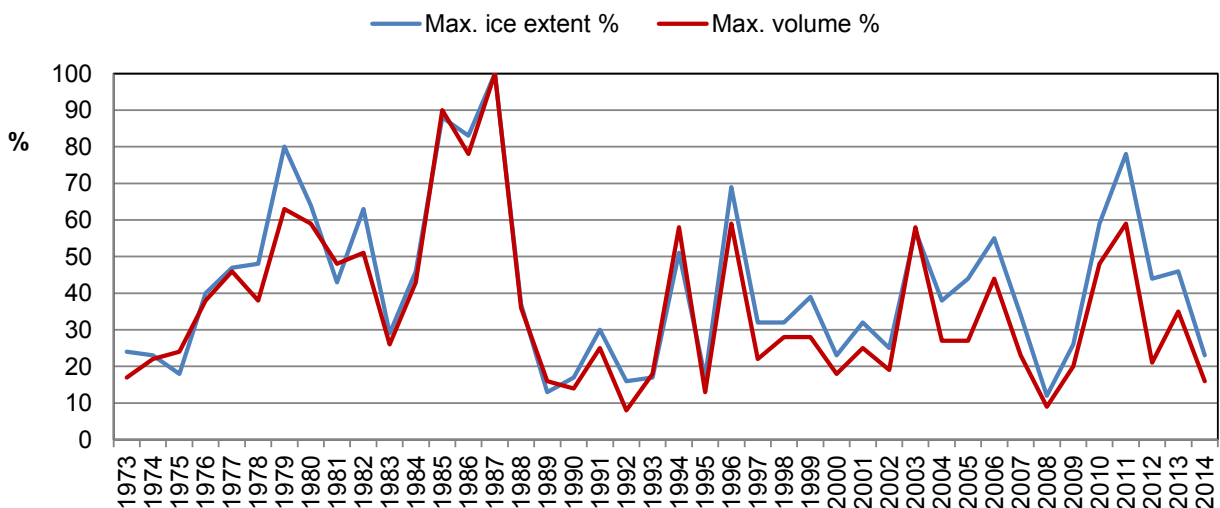
Figure 5.8: Maximum ice extent and maximum ice volume in the Baltic Sea with class boundaries of various types of ice winters; period 1973–2014

Die maximale Eisausdehnung und das maximale Eisvolumen in der Ostsee

Der finnische Eisdienst benutzt für die Klassifizierung der Stärke eines Eiswinters die rekonstruierten oder berechneten Daten der jährlichen maximalen Eisausdehnung der Ostsee (Seinä und Palosuo, 1996). Diese Datenreihe erfasst den Zeitraum von 1720 bis heute. Maximales jährliches Eisvolumen für die ganze Ostsee wurde im Eisdienst des BSH auf Grundlage der Daten berechnet, die Eiskonzentration und die Eisdicke für das Gitter $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ enthalten (Feistel et al, 2008). Da es zuverlässige Angaben der Eisdicke erst ab 1973 vorhanden sind, wird hier die 42-jährige Reihe (1973–2014) der Ausdehnung und des Volumens analysiert. In der Abbildung 5.8 sind maximale Eisausdehnung und maximales Eisvolumen für jeden Winter von 1973 bis heute, sowie die nach Nusser-Methode (Nusser, 1948) ermittelten Klassengrenzen der 5 Eiswintertypen dargestellt. Die beiden Größen variieren von Winter zu Winter erheblich: im Winter 1986/87 war die Ostsee fast vollständig mit Eis bedeckt (405 000 km²), und im Winter 2007/08 waren es nur 12 % der Fläche (49 000 km²). Ähnlich verhält sich das

Maximum ice extent and maximum ice volume in the Baltic Sea

For classifying the intensity of an ice winter, the Finnish ice service uses the reconstructed or computed data of annual maximum ice extent in the Baltic Sea (Seinä and Palosuo, 1996). This data series comprises the period from 1720 to today. Maximum annual ice volume for the entire Baltic Sea was computed at the ice service of the BSH on the basis of the data that contains ice concentration and ice thickness for the grid $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ (Feistel et al, 2008). Since reliable data on ice thickness is available only for the years as of 1973, the 42-year series (1973–2014) of extent and volume is analysed here. Figure 5.8 illustrates maximum ice extent and maximum ice volume for each winter from 1973 to today as well as the class boundaries of the 5 ice winter types as determined by the Nusser method (Nusser, 1948). These two values vary significantly from winter to winter: in the winter of 1986/87, the Baltic Sea was almost entirely covered by ice (405,000 km²), compared to only 12 % (49,000 km²) in the winter of 2007/08. It is a very similar picture with regards to maximum ice volume; however, the lowest



Max. Fläche Max. area %	Min. Fläche Min. area %		Max. Volumen Max. volume %	Min. Volumen Min. volume %
	> 94	Extrem starke Eiswinter/Extremely strong		> 90
94	73	Starke Eiswinter/Strong ice winters	90	65
75	42	Mäßige Eiswinter/Moderate ice winters	64	30
41	21	Schwache Eiswinter/Weak ice winters	29	17
< 21		Extrem schwache Eiswinter/Extremely weak	< 17	

Abbildung 5.9: Maximale Eisausdehnung und maximales Eisvolumen der Ostsee relativ zu dem stärksten Eiswinter im Zeitraum 1973–2014 und die Klassengrenzen von verschiedenen Eiswintertypen in %

Figure 5.9: Maximum ice extent and maximum ice volume in the Baltic Sea relative to the strongest ice winter in the period 1973–2014 and class boundaries of various types of ice winter in %

maximale Eisvolumen, allerdings wurde die geringste Eismasse im Winter 1991/92 und nicht in 2007/08 produziert. Zum Vergleich der beiden Maßzahlen wurde für jeden Winter ein prozentualer Wert relativ zur größten Bedeckung bzw. zum größten Volumen in der Reihe 1973–2014 berechnet, siehe Abbildung 5.9.

Abgesehen von drei extrem milden Wintern zum Beginn der 70er- und der 90er-Jahre verhalten sich die beiden Größen konform: mit steigender Ausdehnung wird auch das Volumen größer. Auffallend ist die Tatsache, dass die maximale Ausdehnung häufig bedeutend größer ist als das maximale Volumen, besonders in den letzten 20 Jahren. Dies ist mit einer kurzzeitigen großen Ausdehnung des dünnen Eises, oft unter 5 cm Dicke, erklärbar, führt aber zur Einordnung eines Eiswinters in unterschiedliche Klassen, z. B. der Winter 1978/79 wird nach der Ausdehnung als stark und nach dem Volumen als mäßig klassifiziert. Ähnlich verhalten sich die Winter, 2004/05, 2010/11, 2011/12.

Da das maximale jährliche Eisvolumen nicht nur die Eisausdehnung sondern auch die Eisdicke berücksichtigt, ist dies ein besseres Maß für Beschreibung der Stärke eines Eiswinters. Die Klassifizierung der Eiswinter könnte sich auch durch die Einbeziehung der Länge des Eisvorkommens deutlich verbessern.

Vergleich der theoretisch berechneten und von den Eisbeobachtern gemeldeten Eisdicken in einigen Bereichen der deutschen Ostseeküste

In der Beschreibung des Eiswinters 2012/13 (Schmelzer et al, 2013) wurde die Methodik zur theoretischen Bestimmung der Eisdicken für einige Bereiche der deutschen Ostseeküste vorgestellt. Die Abbildung 5.10 zeigt den Vergleich der theoretischen und der gemeldeten Eisdicken im Winter 2013/14.

Die Eisdicken wurden für die Eisbeobachtungsstationen Kamminke und Ueckermünde im Kleinen Haff, Dänische Wiek und Palmer Ort – Freesendorfer Haken im Greifswalder Bodden, Wismar – Walfisch (Wismar-Bucht), Lübeck – Travemünde (Untertrave) berechnet. Dazu wurden die Tagesmittel der Lufttemperatur (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de) der Stationen Greifswald und Rostock-Warnemünde verwendet.

volume of ice formed in the winter 1991/92 and not in 2007/08. To compare these two measures, a percentage relative to maximum coverage and, respectively, to maximum volume was computed in the series 1973–2014 (cf. Figure 5.9).

Apart from three extremely mild winters in the early 1970s and 1990s, the two measures remain consistent: with increasing extent, volume increases as well. What is remarkable is the fact that maximum extent often turns out to be significantly greater than maximum volume, especially in the past 20 years. This can be explained by short-term, major expansion of thin ice, often less than 5 cm in thickness; however, these results in an ice winter being classified into different classes. For example, the winter of 1978/79 is classified as strong on the basis of extent and moderate on the basis of volume. Much the same is true for the winters of 2004/05, 2010/11 and 2011/12.

As the maximum annual ice volume takes into consideration not only ice extent, but also ice thickness, this is a better measure for describing the intensity of an ice winter. Classification of ice winters could be considerably improved also by including the duration of ice formation.

Comparison of theoretically computed ice thickness values and those reported by ice observers in some regions of the German Baltic Sea coast

The methodology for theoretical determination of ice thickness for some regions of the German Baltic Sea coast was presented in the account of the ice winter of 2012/13 (Schmelzer et al, 2013). Figure 10 shows the comparison between theoretical and reported ice thickness values in the winter of 2013/14.

The ice thickness values were computed for the ice observation stations Kamminke and Ueckermünde in the Kleines Haff, Dänische Wiek and Palmer Ort – Freesendorfer Haken in the Bight of Greifswald, Wismar – Walfisch (Wismar Bay), Lübeck – Travemünde (Lower Trave) The computation used the daily mean air temperatures (data courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de) from the stations Greifswald and Rostock-Warnemünde.

Da der Eiswinter 2013/14 aus einer Kälteperiode bestand, wird das Verhalten der Eisdicken in einem Bereich durch eine theoretische Kurve beschrieben. Die maximalen berechneten Dicken des ebenen Eises erreichen Werte zwischen 10 und 15 cm. Die gemeldeten Daten aus den Bereichen Ueckermünde und Untertrave liegen um 5 bis 10 cm höher. Eine der Ursachen dieser Differenz kann sein, dass die Lufttemperaturen nicht exakt an jeder betrachteten Eisbeobachtungsstation gemessen wurden. So fielen z. B. die Temperaturen in Ueckermünde Ende Januar niedriger aus, als die benutzten Werte von Greifswald. Der Tauprozess in Kamminke hat länger gedauert, als durch den Temperaturanstieg erwartet. Hier spielten andere Witterungsfaktoren eine größere Rolle: Zum Ende der Eisperiode wurde das morsch werdende Eis im Kleinen Haff aufgebrochen und durch auffrischende südliche Winde an der Nordküste zusammengeschoben. Die Wärme alleine reichte nicht aus, um diesen kompakten Eisgürtel zum berechneten Termin verschwinden zu lassen. An der Südküste des Haffs (Ueckermünde) verlief der Schmelzprozess entsprechend den thermischen Bedingungen.

Since the ice winter of 2013/14 consisted of only one cold spell, the behaviour of ice thickness levels in a given area is described by a theoretical curve. The maximum computed thickness of level ice reached values between 10 and 15 cm. The reported values from the areas Ueckermünde and Lower Trave are 5 to 10 cm more. One of the reasons for this difference may be the fact that the air temperatures were not measured exactly at each of the ice observation stations in question. For instance, the temperatures in Ueckermünde towards the end of January were lower than the used data from Greifswald. The thawing process in Kamminke went on for longer than was expected on the basis of the increase in temperature. Here, other weather factors played a greater role: towards the end of the ice period, the rotten ice in the Kleines Haff was broken up and pushed together at the northern coast by freshening southerly winds. Warmth alone was not sufficient to thaw this compact belt of ice by the computed point in time. At the southern coast of the Kleines Haff (Ueckermünde), the thawing process progressed according to the thermal conditions.

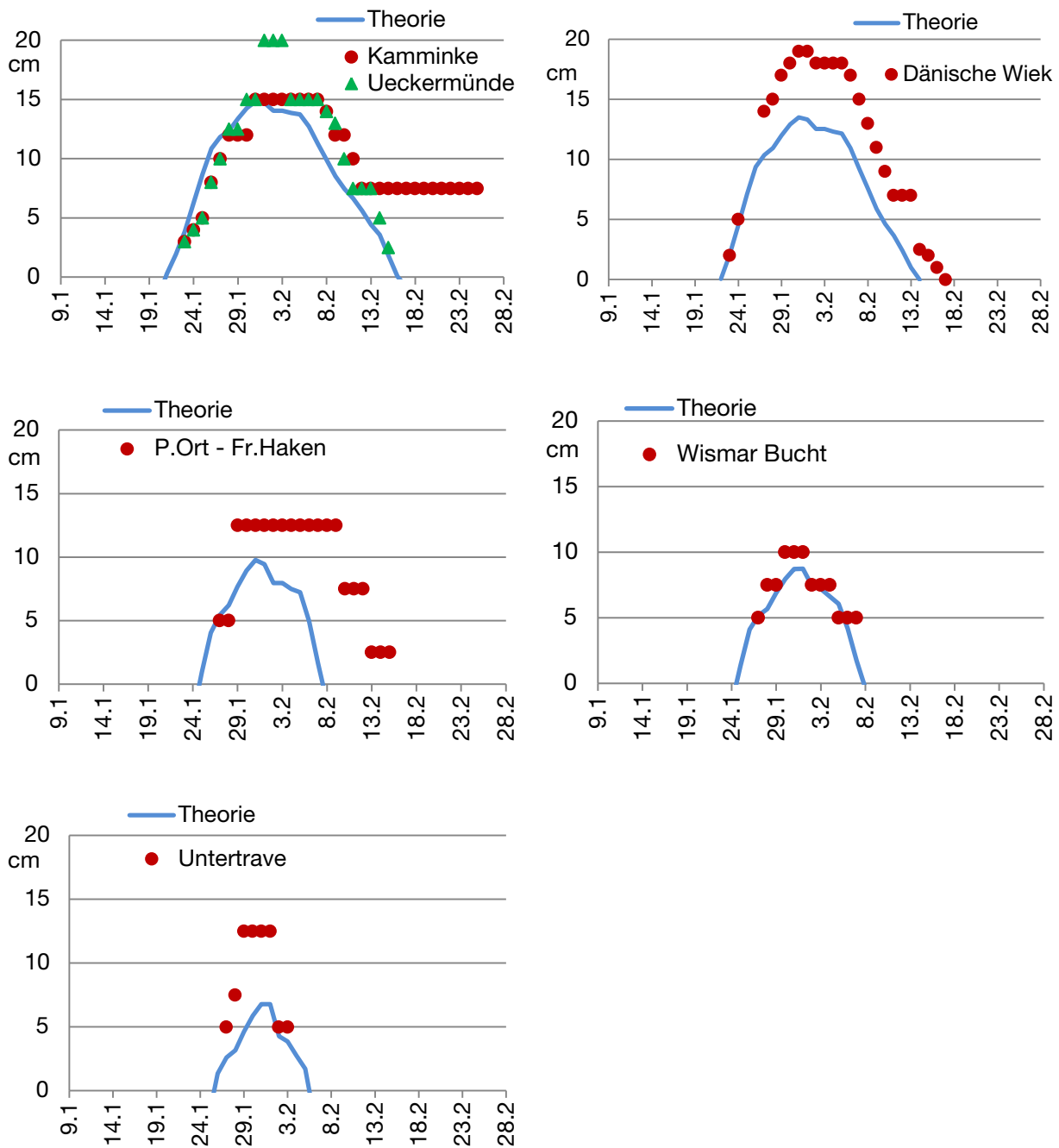


Abbildung 5.10: Theoretisch berechnete und von Eisbeobachtern gemeldete Eisdicken für einige Bereiche der deutschen Ostseeküste im Winter 2013/14

Figure 5.10: Theoretically computed ice thickness values and corresponding values as reported by ice observers for some regions of the German Baltic Sea coast in the winter of 2013/14

Anhang/Appendix

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Beginn des Eisauftritts <i>Beginning of ice occurrence</i>	Ende des Eisauftritts <i>End of ice occurrence</i>	Anzahl der Tage mit Eis <i>Number of days with ice</i>	Max. Dicke des ebenen Eises, cm <i>Max. ice thickness, cm</i>
Ellenbogen (Sylt), Listertief	26.01.2014	04.02.2014	10	10–15 cm
Sylt, Hafen List	23.01.2014	07.02.2014	16	10–15 cm
Dagebüller Fahrwasser	03.02.2014	05.02.2014	3	< 5 cm
Wyk auf Föhr, Hafen	28.01.2014	04.02.2014	8	15 cm*
Wyk auf Föhr, Norderaue	30.01.2014	03.02.2014	5	5–10 cm*
Amrum, Hafen Wittdün	28.01.2014	07.02.2014	11	15 cm*
Amrum, Vortrapptief	28.01.2014	07.02.2014	11	10–15 cm
Amrum, Schmaltief	28.01.2014	07.02.2014	11	10–15 cm
Husum, Hafen	27.01.2014	03.02.2014	8	5 cm
Husum, Au	27.01.2014	03.02.2014	8	5 cm
Nordstrand, Hever	01.02.2014	05.02.2014	5	5–10 cm**
Tönning, Hafen	26.01.2014	07.02.2014	13	5–10 cm
Eiderdamm, Seegebiet	25.01.2014	05.02.2014	12	5 cm
Büsum, Hafen	25.01.2014	06.02.2014	13	5–10 cm
Büsum, Norderpiep	25.01.2014	05.02.2014	12	5–10 cm
Büsum, Süderpiep	25.01.2014	05.02.2014	12	5–10 cm
Harburg, Elbe	27.01.2014	06.02.2014	11	5–10 cm
Hamburg, Elbbrücken-Kehrwieder	27.01.2014	06.02.2014	11	5–10 cm
Hamburg-Landungsbrücken, Elbe	27.01.2014	06.02.2014	11	5–10 cm
Altona, Elbe	27.01.2014	06.02.2014	11	5–10 cm
Stadersand, Elbe	29.01.2014	05.02.2014	8	5–10 cm
Glückstadt, Hafen und Einfahrt	03.02.2014	03.02.2014	1	10–15 cm
Norderney, Watten	26.01.2014	28.01.2014	3	5–10 cm
Norderney, Seegat	26.01.2014	28.01.2014	3	5–10 cm

* zusammengeschoben bis 20 cm/compacted up to 20 cm
 ** zusammengeschoben 15–30 cm/compacted to 15–30 cm

Tabelle A5.1: Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2013/14
Table A5.1: Ice conditions on the German North Sea coast in the winter of 2013/14

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Beginn des Eisauftretens <i>Beginning of ice occurrence</i>	Ende des Eisauftretens <i>End of ice occurrence</i>	Anzahl der Tage mit Eis <i>Number of days with ice</i>	Max. Dicke des ebenen Eises, cm <i>Max. ice thickness, cm</i>
Kamminke, Hafen und Umgebung	23.01.2014	27.02.2014	36	15 cm
Ueckermünde, Hafen	23.01.2014	12.02.2014	21	15 cm
Ueckermünde, Hafen – Ueckermündung	23.01.2014	12.02.2014	21	15 cm
Ueckermünde, Stettiner Haff	23.01.2014	15.02.2014	24	25 cm
Karnin, Stettiner Haff	24.01.2014	16.02.2014	24	15 cm
Karnin, Peenestrom	24.01.2014	16.02.2014	24	15 cm
Anklam, Hafen	25.01.2014	09.02.2014	16	10 cm
Anklam, Hafen – Peenestrom	25.01.2014	09.02.2014	16	10 cm
Brücke Zecherin, Peenestrom	24.01.2014	14.02.2014	22	15–20 cm
Rankwitz, Peenestrom	23.01.2014	16.02.2014	25	15 cm
Warthe, Peenestrom	24.01.2014	17.02.2014	25	18 cm
Wolgast – Peenemünde	24.01.2014	13.02.2014	21	10–15 cm
Peenemünde – Ruden	28.01.2014	12.02.2014	16	10–15 cm
Koserow, Seegebiet	30.01.2014	03.02.2014	5	5–15 cm
Stralsund, Hafen	26.01.2014	18.02.2014	24	15 cm
Stralsund – Palmer Ort	24.01.2014	18.02.2014	26	10–15 cm
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	27.01.2014	15.02.2014	20	10–20 cm
Greifswald-Wieck, Hafen	23.01.2014	16.02.2014	24	14 cm
Dänische Wiek	22.01.2014	16.02.2014	26	19 cm
Greifswald-Ladebow, Hafen	24.01.2014	12.02.2014	20	18 cm
Osttief	30.01.2014	12.02.2014	14	10–15 cm
Landtiefrinne	27.01.2014	12.02.2014	16	10–20 cm
Thiessow, Boddengebiet	24.01.2014	23.02.2014	29	19 cm**
Thiessow, Seegebiet	27.01.2014	19.02.2014	20	21 cm**
Lauterbach, Hafen und Umgebung	24.01.2014	28.02.2014	36	10 cm
Greifswalder Oie, östl. Seegebiet	31.01.2014	03.02.2014	4	5 cm
Fährhafen Sassnitz und Umgebung	29.01.2014	12.02.2014	15	10–15 cm
Fährhafen Sassnitz, Seegebiet	03.02.2014	07.02.2014	5	5–10 cm
Sassnitz, Hafen und Umgebung	29.01.2014	15.02.2014	18	15 cm
Sassnitz, Seegebiet	01.02.2014	08.02.2014	8	15 cm
Stralsund – Bessiner Haken	28.01.2014	18.02.2014	22	10–15 cm
Vierendehlrinne	26.01.2014	18.02.2014	24	10–15 cm
Barhöft – Gellenfahrwasser	28.01.2014	17.02.2014	21	10–15 cm
Neuendorf, Hafen und Umgebung	23.01.2014	18.02.2014	27	10–15 cm
Schaprode – Hiddensee, Fahrwasser	24.01.2014	16.02.2014	24	13 cm
Kloster, Boddengebiet	23.01.2014	16.02.2014	25	14 cm
Dranske, Boddengebiet	24.01.2014	16.02.2014	24	10–15 cm
Wittower Fähre, Gewässer bei	23.01.2014	08.02.2014	17	10–12 cm
Althagen, Hafen und Umgebung	24.01.2014	20.02.2014	28	16 cm
Zingst, Zingster Strom	24.01.2014	09.02.2014	17	16 cm
Barth, Hafen und Umgebung	24.01.2014	16.02.2014	24	16 cm
Rostock, Stadthafen	26.01.2014	30.01.2014	4	< 5 cm
Wismar, Hafen	27.01.2014	09.02.2014	14	5 cm
Wismar – Walfisch	27.01.2014	09.02.2014	14	10–12 cm
Walfisch – Timmendorf	27.01.2014	06.02.2014	10	3 cm
Lübeck – Travemünde	27.01.2014	07.02.2014	12	10–15 cm
Travemünde, Hafen	27.01.2014	28.01.2014	2	5 cm
Neustadt, Hafen	24.01.2014	13.02.2014	21	16 cm
Neustadt, Seegebiet	27.01.2014	11.02.2014	16	7 cm*
Kiel, Binnenhafen	26.01.2014	31.01.2014	6	< 5 cm
Heiligenhafen, Hafen	25.01.2014	08.02.2014	15	5–7 cm
Eckernförde, Hafen	26.01.2014	06.02.2014	12	3 cm
Schlei, Schleswig – Kappeln	26.01.2014	11.02.2014	21	5 cm
Schlei, Kappeln – Schleimünde	26.01.2014	06.02.2014	12	5–10 cm

* zusammengeschoben bis 17 cm/compacted up to 17 cm
 ** an aufgesprenten Stellen > 30 cm/in the ridged areas > 30 cm

Tabelle A5.2: Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2013/14
Table A5.2: Ice conditions on the German Baltic Sea coast in the winter of 2013/14

Beobachtungsstationen <i>Observations stations</i>	Beginn des Eisauftritts <i>Beginning of ice occurrence</i>	Ende des Eisauftritts <i>End of ice occurrence</i>	Anzahl der Tage mit $K_B=2^*$ $K_B=3^*$ $K_B=6^*$ $K_B=8,9^*$ <i>Number of days with $K_B=2^*$ $K_B=3^*$ $K_B=6^*$ $K_B=8,9^*$</i>			
Kamminke, Hafen und Umgebung	23.01.2014	27.02.2014		10	3	20
Ueckermünde, Hafen	23.01.2014	18.02.2014	1		3	20
Ueckermünde, Hafen – Ueckermündung	23.01.2014	18.02.2014	1		3	20
Ueckermünde, Stettiner Haff	23.01.2014	18.02.2014	1	1	3	20
Karnin, Stettiner Haff	24.01.2014	18.02.2014		3	3	20
Karnin, Peenestrom	24.01.2014	18.02.2014		3	3	20
Anklam, Hafen	25.01.2014	18.02.2014			3	20
Anklam, Hafen – Peenestrom	25.01.2014	18.02.2014			3	20
Brücke Zecherin, Peenestrom	24.01.2014	18.02.2014	1		3	20
Rankwitz, Peenestrom	23.01.2014	18.02.2014			3	20
Warthe, Peenestrom	24.01.2014	18.02.2014	1		3	20
Wolgast – Peenemünde	24.01.2014	13.02.2014	1	1	15	
Peenemünde – Ruden	27.01.2014	12.02.2014			15	
Stralsund, Hafen	26.01.2014	18.02.2014			15	
Stralsund – Palmer Ort	24.01.2014	18.02.2014			15	
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	27.01.2014	15.02.2014			15	
Greifswald-Wieck, Hafen	23.01.2014	16.02.2014			15	
Dänische Wiek	22.01.2014	16.02.2014			15	
Greifswald-Ladebow, Hafen	24.01.2014	12.02.2014	1	3	15	
Osttief	27.01.2014	12.02.2014			15	
Landtiefrinne	27.01.2014	12.02.2014	1		15	
Thiessow, Boddengebiet	24.01.2014	23.02.2014	8		15	
Thiessow, Seegebiet	27.01.2014	19.02.2014			15	
Lauterbach, Hafen und Umgebung	24.01.2014	28.02.2014	6	1	15	
Stralsund – Bessiner Haken	27.01.2014	18.02.2014			3	20
Vierendehlrinne	26.01.2014	18.02.2014			3	20
Barhöft – Gellenfahrwasser	27.01.2014	18.02.2014			3	20
Neuendorf, Hafen und Umgebung	23.01.2014	18.02.2014	5			14
Schaprode – Hiddensee, Fahrwasser	24.01.2014	16.02.2014	4	1		
Kloster, Boddengebiet	23.01.2014	16.02.2014	3	1		14
Dranske, Boddengebiet	24.01.2014	18.02.2014		1	3	20
Wittower Fähre, Gewässer bei	23.01.2014	08.02.2014	4	7		
Althagen, Hafen und Umgebung	24.01.2014	20.02.2014		1	3	20
Zingst, Zingster Strom	24.01.2014	18.02.2014	2		3	20
Barth, Hafen und Umgebung	24.01.2014	18.02.2014	1	1	3	20
Neustadt, Hafen	24.01.2014	13.02.2014	4	3		
Neustadt, Seegebiet	27.01.2014	11.02.2014		3		

Tabelle A5.3: Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2013/14

Table A5.3: Navigational conditions on the German Baltic Sea coast in the winter of 2013/14

* Schlüsselzahlen nach dem Ostsee-Eiskode/Code numbers according to the Baltic Sea Ice Code

- $K_B = 2$ Schifffahrt für nichteisverstärkte Schiffe oder für Stahlschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig, für Holzschiffe sogar mit Eisschutz nicht ratsam/*Navigation difficult for unstrengthened or low-powered vessels built of iron or steel, for wooden vessels even with ice sheathing not advisable*
- $K_B = 3$ Schifffahrt ist nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich/*Navigation without icebreaker assistance possible only for high-powered vessels of strong construction and suitable for navigation in ice*
- $K_B = 6$ Eisbrecherunterstützung kann nur Schiffen von bestimmter Eisklasse und Größe gegeben werden/*Navigation without icebreaker assistance possible only for high-powered vessels of strong construction and suitable for navigation in ice*
- $K_B = 8,9$ Schifffahrt ist vorübergehend eingestellt oder hat aufgehört/*Navigation temporarily closed or ceased*

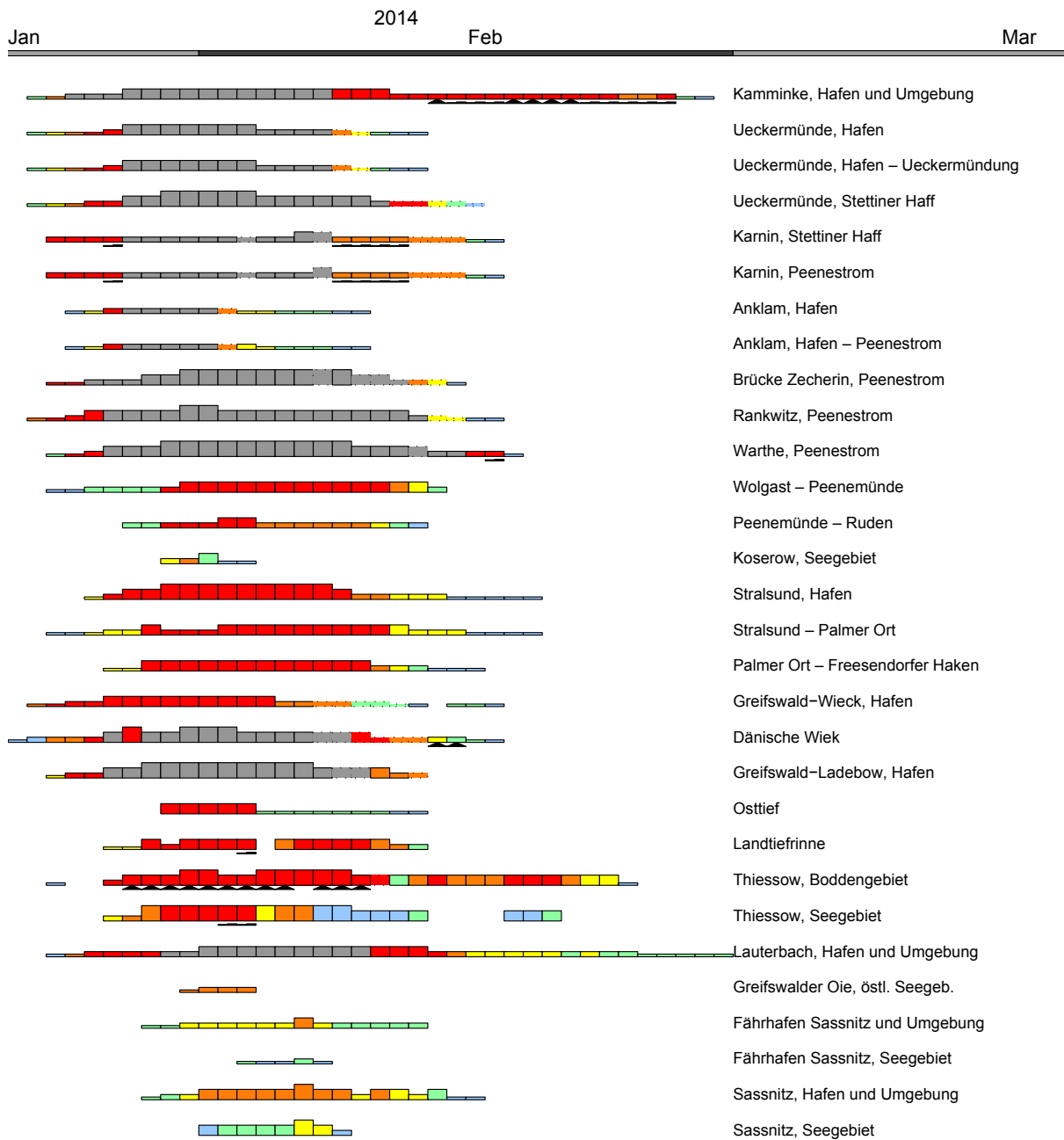


Abbildung A5.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2013/14
Figure A5.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2013/14

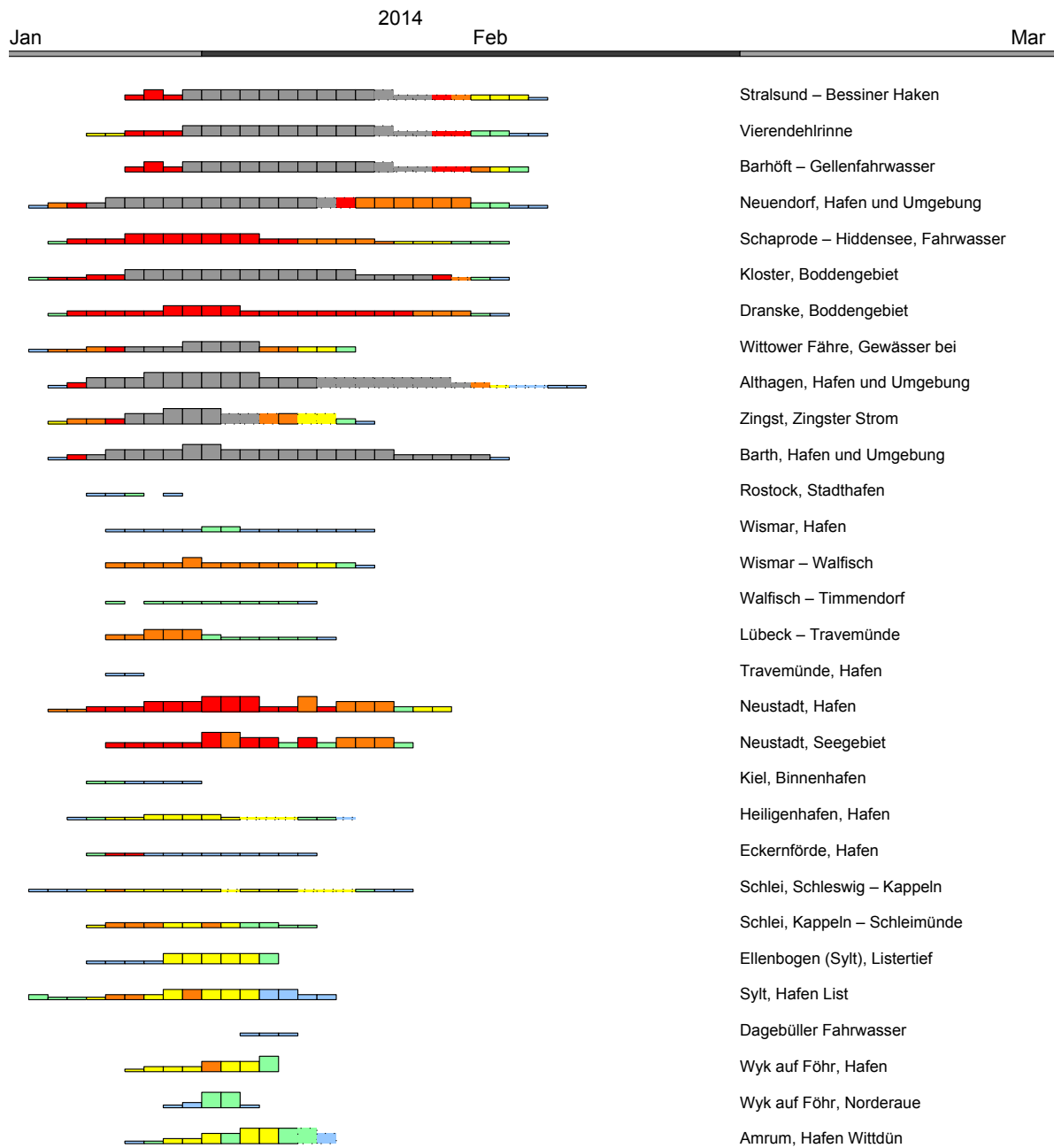


Abbildung A5.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2013/14 (Fortsetzung)
Figure A5.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2013/14 (continued)

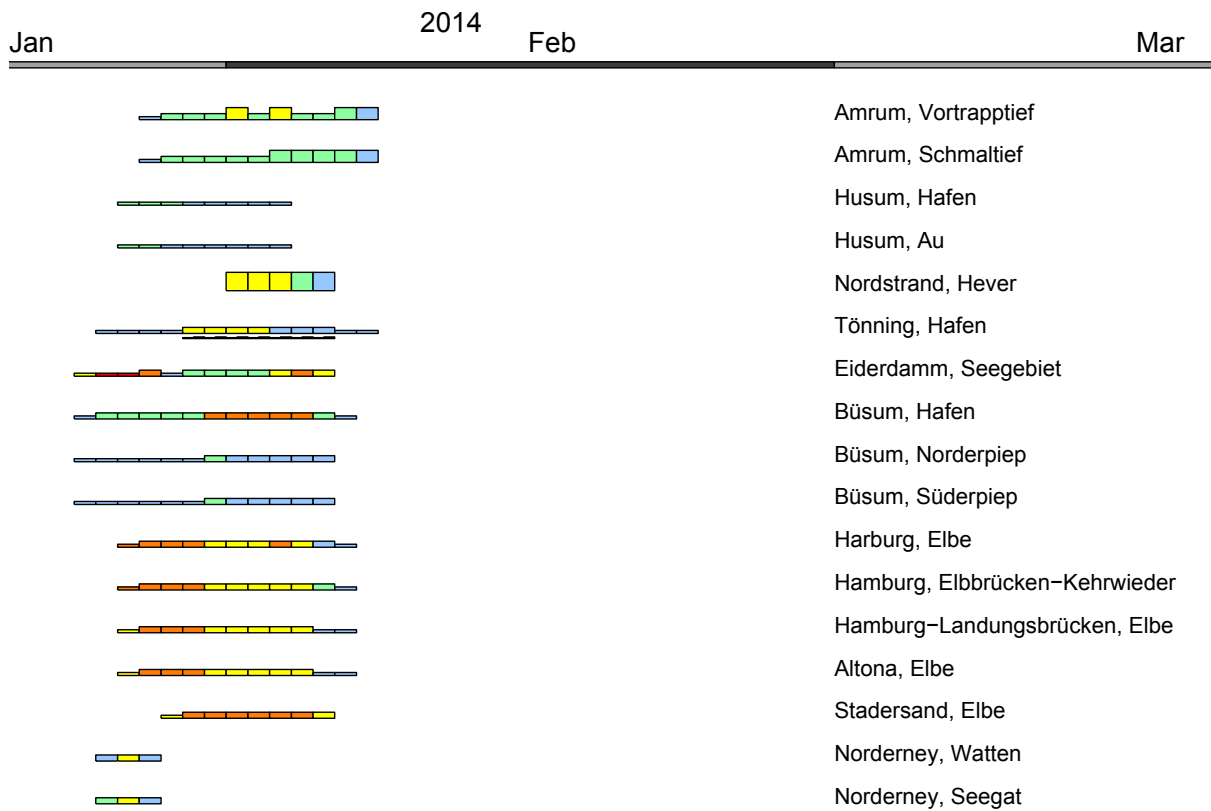


Abbildung A5.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2013/14 (Fortsetzung)
 Figure A5.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2013/14 (continued)

Legende

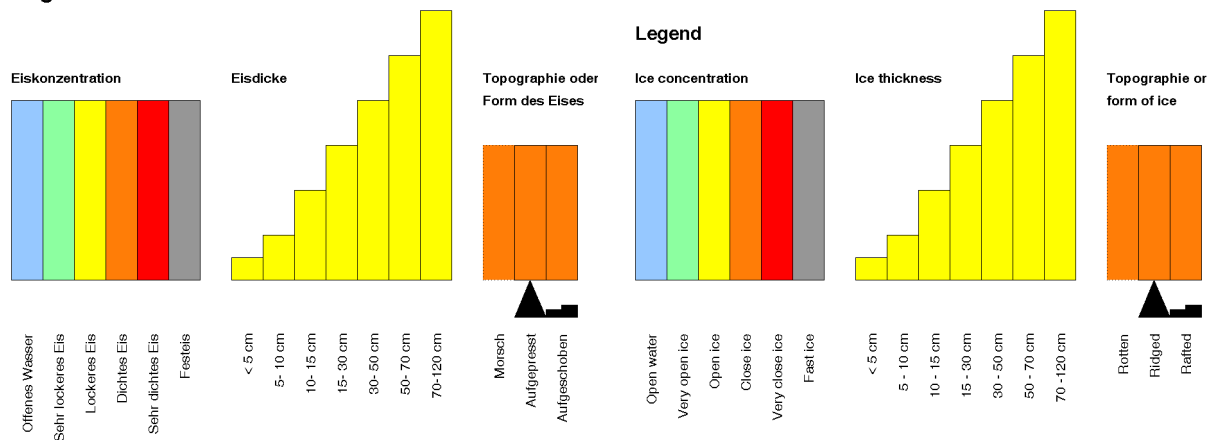


Abbildung A5.1: Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2013/14 (Fortsetzung)
Figure A5.1: Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2013/14 (continued)

Literatur/References

Ashton, George D., 1989: Thin Ice Growth, WATER RESOURCES RESEARCH, Vol. 25, No. 3, 564–566

*BIM, 2012: Baltic Sea Icebreaking Report 2011 – 2012:
http://portal.fma.fi/sivu/www/baltice/BIM_Joint_Annual__2011__2012-1.pdf*

Feistel, R., G. Nausch, N. Wasmund (Eds), 2008: State and Evaluation of the Baltic Sea, 1952–2005

Haeseler, S., 2010: Die Witterung in den deutschen Küstengebieten im November und Dezember 2010, Der Wetterlotse, Jg. 62, Nr. 767/768, S. 222–231

Koslowski, G., 1989: Die flächenbezogene Eisvolumensumme, eine neue Maßzahl für die Bewertung des Eiswinters an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins und ihr Zusammenhang mit dem Charakter des meteorologischen Winters, Dt. Hydrogr. Z. 42, 61–80, 1989

Lefebvre, Ch., 2012: Der Wetterlotse, Jg. 64, Nr. 781/782, Hamburg Jan./Feb. 2012

Lefebvre, Ch., 2013: Der Wetterlotse, Jg. 65, Nr. 803/804, Hamburg Nov./Dez. 2013

Lefebvre, Ch., 2014: Der Wetterlotse, Jg. 66, Nr. 805/806, Hamburg Jan./Feb. 2014

Nusser, F., 1948: Die Eisverhältnisse des Winters 1947/48 an den deutschen Küsten. Dt. hydrogr. Z. 1, 149–156

Pounder, E. R., 1965: The physics of ice, Pergamon Press

Schmelzer, N., 2004: Die Eiswinter 1999/2000 bis 2003/04 an der deutschen Nord- und Ostseeküste, Berichte des BSH, Nr. 37

*Schmelzer, N., J. Holfort, T. Düskau, 2013:
http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/Eiswinter_2012_13.pdf*

Seinä, A., E. Palosuo, 1996: The classification of the maximum annual extent of ice cover in the Baltic Sea 1720-1995, Meri – Report Series of the Finnish Institute of Marine Research, No. 27, 79–91

WSA Stralsund, 2014: Bekanntmachung für Seefahrer (T)012/2014, Bekanntmachung für Seefahrer (T)013/2014, Bekanntmachung für Seefahrer (T)023/2014, Bekanntmachung für Seefahrer (T)027/2014

Abbildungsverzeichnis/Figure Index

Abbildung/Figure 1

Eisklimatologische Stationen an der deutschen Nordseeküste
Ice climatological stations at the German North Sea coast 9

Abbildung/Figure 2

Eisklimatologische Stationen an der deutschen Ostseeküste
Ice climatological stations at the German Baltic Sea coast 9

Abbildung/Figure 3

Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste
Distribution of accumulated areal ice volume for the German North Sea coast 10

Abbildung/Figure 4

Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Ostseeküste
Distribution of accumulated areal ice volume for the German Baltic Sea coast 10

Abbildung/Figure 5

Maximale Eisausdehnung in der Ostsee im Zeitraum 1720–2014 (Seinä und Palosuo, 1996;
http://www.itameriportaali.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/jaatalvi/)
*Maximum extent of ice coverage in the Baltic Sea in the period 1720–2014 (Seinä and Palosuo, 1996;
http://www.itameriportaali.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/jaatalvi/)* 11

Abbildung/Figure 6

Maximales Eisvolumen in der Ostsee im Zeitraum 1973–2014
Maximum ice volume in the Baltic Sea in the period 1973–2014 11

Abbildung/Figure 1.1

Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an den deutschen Küsten im Winter 2009/10
Accumulated areal ice volume on the German coasts in the winter of 2009/10 15

Abbildung/Figure 1.2

Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme und die Winterzahl
 ($T_m < -2.0\text{ °C}$) von Schleswig: $V_{A\Sigma} = -0,1017 + 0,0506 W_z^* + 0,4033 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,9588 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$
Regression curve for the accumulated areal ice volume and "Winterzahl"
 ($T_m < -2.0\text{ °C}$) of Schleswig: $V_{A\Sigma} = -0,1017 + 0,0506 W_z^* + 0,4033 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,9588 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$ 15

Abbildung/Figure 1.3

Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme und die Winterzahl
 ($T_m < -3.0\text{ °C}$) von Schleswig: $V_{A\Sigma} = -0,068 + 0,092 W_z^* + 0,276 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,946 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$
Regression curve for the accumulated areal ice volume and "Winterzahl"
 ($T_m < -3.0\text{ °C}$) of Schleswig: $V_{A\Sigma} = -0,068 + 0,092 W_z^* + 0,276 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,946 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$ 16

Abbildung/Figure 1.4

Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme und die Winterzahl
 ($T_m < -2.0\text{ °C}$) von Putbus (Greifswald): $V_{A\Sigma} = -0,00071 + 0,062 W_z^* + 0,213 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,458 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$
Regression curve of the accumulated areal ice volume and "Winterzahl"
 ($T_m < -2.0\text{ °C}$) of Putbus (Greifswald): $V_{A\Sigma} = -0,00071 + 0,062 W_z^* + 0,213 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0,458 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$ 16

Abbildung/Figure 1.5

Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Ostseeküste
Distribution of accumulated areal ice volume on the German Baltic Sea coast 17

Abbildung/Figure 1.6

Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste
Distribution of accumulated areal ice volume on the German North Sea coast 17

Abbildung/Figure 1.7

Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2009/10 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)
Daily mean air temperatures in the winter of 2009/10 (data from Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de) 18

Abbildung/Figure 1.8

Wassertemperatur (7 Uhr MEZ, Helgoland, 14 MEZ) in den deutschen Küstengewässern
Water temperatures (7 h CET; Helgoland 14 h CET) in the German coastal waters 18

Abbildung/Figure 1.9

Wassertemperatur (etwa 7 Uhr MEZ) in den Seebereichen der westlichen Ostsee und in der Deutschen Bucht
Water temperatures (about 7 h CET) in the offshore waters of the western Baltic Sea and in the German Bight 19

Abbildung/Figure 1.10

Beginn der Eisbildung an der deutschen Ostseeküste
Beginning of ice formation on the German Baltic coast 20

Abbildung/Figure 1.11

Eisausdehnung an den deutschen Nord- und Ostseeküsten Ende Januar 2010
Ice extent on the German North and Baltic Sea coasts at the end of January 2010 22

Abbildung/Figure 1.12

Eisausdehnung an den deutschen Nord- und Ostseeküsten sowie im Kattegat und Skagerrak zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung im Winter 2009/10
Ice extent on the German North and Baltic Sea coasts, and in the Kattegat and Skagerrak at the time of maximum ice development in the winter of 2009/10 24

Abbildung/Figure 1.13

Eisübersichtskarte vom 8. März 2010 mit der maximalen Eisausdehnung
General ice map of 8 March 2010 with maximum ice extent 24

Abbildung/Figure 1.14

Eisverhältnisse in der westlichen Ostsee, im Kattegat und Skagerrak im sehr starken Eiswinter 1995/96 am 14. Februar
Ice conditions in the western Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak in the very strong ice winter of 1995/96, on 14 February 30

Abbildung/Figure 1.15

Eisverhältnisse in der Ostsee im sehr starken Eiswinter 1986/87 am 13. März
Ice conditions in the Baltic Sea in the very strong ice winter of 1986/87, on 13 March 31

Abbildung/Figure A1.1

Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2009/10
Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2009/10 38

Abbildung/Figure 2.1

Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste im Zeitraum 1897–2011 und für die deutsche Ostseeküste im Zeitraum 1879–2011
Distribution of accumulated areal ice volume on the German North Sea coast in the period from 1897–2011 and on the German Baltic Sea coast in the period from 1879–2011 44

Abbildung/Figure 2.2

Vergleich der maximalen Eisausdehnung (26./27.03.) im sehr schwachen Eiswinter 2007/08 mit der Eislage am 05.01.2011
Comparison of maximum ice extent (26./27.03.) in the very weak ice winter of 2007/08 with the ice situation on 05.01.2011 45

Abbildung/Figure 2.3

Maximale Eisausdehnung am 24. Februar 2011 in der gesamten Ostsee
Maximum ice extent in the entire Baltic Sea on 24 February 2011 46

Abbildung/Figure 2.4	
Tägliche Eisausdehnung im Winter 2010/11 für die gesamte Ostsee <i>Daily ice extent in the entire Baltic Sea in the winter of 2010/11</i>	47
Abbildung/Figure 2.5	
5-Tage gleitendes Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2010/11 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de) <i>5-day daily running mean of air temperatures in the winter of 2010/11</i> (data from Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)	49
Abbildung/Figure 2.6	
Wassertemperatur in der westlichen Ostsee und in der Deutschen Bucht <i>Water temperature in the western Baltic Sea and in the German Bight</i>	50
Abbildung/Figure 2.7	
Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der deutschen Nordseeküste in den Wintern 2009/10 und 2010/11 <i>Accumulated areal ice volume on the German North Sea coast in the winters of</i> <i>2009/10 and 2010/11</i>	52
Abbildung/Figure 2.8	
Tägliches Eisvorkommen an der deutschen Nordseeküste im Eiswinter 2010/11 <i>Daily ice occurrence on the German North Sea coast in the ice winter of 2010/11</i>	54
Abbildung/Figure 2.9	
Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2010/11 zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung <i>Ice conditions on the German North Sea coast in the winter of 2010/11 at the time of</i> <i>maximum ice development</i>	55
Abbildung/Figure 2.10	
Tägliches Eisvorkommen auf dem Nord-Ostsee-Kanal im Eiswinter 2010/11 <i>Daily ice occurrence on the Kiel Canal in the ice winter of 2010/11</i>	56
Abbildung/Figure 2.11	
Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der deutschen Ostseeküste in den Wintern 2009/10 und 2010/11 <i>Accumulated areal ice volume on the German Baltic Sea coast in the ice winters of</i> <i>2009/10 and 2010/11</i>	56
Abbildung/Figure 2.12	
Tägliches Eisvorkommen an der deutschen Ostseeküste im Eiswinter 2010/11 <i>Daily ice occurrence on the German Baltic Sea coast in the winter of 2010/11</i>	57
Abbildung/Figure 2.13	
Eissituation in der westlichen Ostsee am 30. Dezember 2010 <i>Ice situation in the western Baltic Sea on 30 December 2010</i>	61
Abbildung/Figure 2.14	
Eissituation in der westlichen Ostsee am 27. Februar 2011 <i>Ice situation in the western Baltic Sea on 27 February 2011</i>	62
Abbildung/Figure 2.15	
Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme an der Küste Schleswig-Holsteins und die Winterzahl Wz^* ($T_m < -2.0$ °C) von Schleswig <i>Regression curve for the accumulated areal ice volume on the coast of Schleswig-Holstein</i> <i>and winter severity index Wz^* ($T_m < -2.0$ °C) for Schleswig</i>	64

Abbildung/Figure 2.16

Regressionskurven für die flächenbezogene Eisvolumensumme an der Küste Schleswig-Holsteins und die Winterzahl Wz^* ($T_m < -2.0\text{ °C}$) von Schleswig

Regression curves for the accumulated areal ice volume on the coast of Schleswig-Holstein and winter severity index Wz^ ($T_m < -2.0\text{ °C}$) for Schleswig* 64

Abbildung/Figure 2.17

Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns und die Winterzahl Wz^* ($T_m < -2.0\text{ °C}$) von Greifswald

Regression curve for the accumulated areal ice volume on the coast of Mecklenburg-Vorpommern and winter severity index Wz^ ($T_m < -2.0\text{ °C}$) for Greifswald* 65

Abbildung/Figure 2.18

Eislage in der westlichen Ostsee, Skagerrak und Kattegat am 31. Dezember 2010

Ice situation in the western Baltic, Skagerrak and Kattegat on 31 December 2010 67

Abbildung/Figure 2.19

Eislage in der westlichen Ostsee, Skagerrak und Kattegat am 27. Februar 2011

Ice situation in the western Baltic, Skagerrak and Kattegat on 27 February 2011 68

Abbildung/Figure 2.20

Eislage in der südlichen Ostsee am 24. Februar 2011

Ice situation in the southern Baltic Sea on 24 February 2011 69

Abbildung/Figure 2.21

Eisübersichtskarte vom 24. Februar 2011 mit der maximalen Eisausdehnung

General ice chart of 24 February 2011 with maximum ice extent 71

Abbildung/Figure A2.1

Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2010/11

Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2010/11 78

Abbildung/Figure 3.1

Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste im Zeitraum 1897–2012 und für die deutsche Ostseeküste im Zeitraum 1879–2012

Distribution of accumulated areal ice volume on the German North Sea coast between 1897–2012, and on the German Baltic Sea coast between 1879–2012 86

Abbildung/Figure 3.2

Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an den deutschen Küsten im Winter 2011/12

Accumulated areal ice volume on the German coasts in the winter of 2011/12 87

Abbildung/Figure 3.3

Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der deutschen Nordseeküste in den Wintern 2009/10, 2010/11 und 2011/12

Accumulated areal ice volume on the German North Sea coast in the winters of 2009/10, 2010/11 and 2011/12 87

Abbildung/Figure 3.4

Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der deutschen Ostseeküste in den Wintern 2009/10, 2010/11 und 2011/12

Accumulated areal ice volume on the German Baltic Sea coast in the winters of 2009/10, 2010/11 and 2011/12 87

Abbildung/Figure 3.5

Eisverhältnisse in der Bottenvik (Ausschnitt der Eiskarte Nr. 13) und Fernerkundungsdaten von Envisat ASAR, NOAA AVHRR und Terra MODIS vom 6. März 2012

Ice conditions in the Bay of Bothnia (section of ice chart no. 13) and remote sensing data from Envisat ASAR, NOAA AVHRR and Terra MODIS on 6 March 2012 91

Abbildung/Figure 3.6	
Übersichtskarte mit der Lage der Luft- und Wassertemperaturmessstellen <i>General chart showing air and water temperature measuring stations</i>	92
Abbildung/Figure 3.7	
5-Tage gleitendes Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2011/12 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de) <i>5-day running mean of air temperatures in the winter of 2011/12</i> (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)	93
Abbildung/Figure 3.8a	
Wassertemperaturen an der Nordseeküste <i>Water temperatures on the North Sea coast</i>	94
Abbildung/Figure 3.8b	
Wassertemperaturen in der westlichen und südlichen Ostsee <i>Water temperatures in the western and southern Baltic Sea</i>	94
Abbildung/Figure 3.9	
Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2011/12 zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung <i>Ice conditions on the German North Sea coast in the winter of 2011/12 at the time of</i> <i>maximum ice formation</i>	96
Abbildung/Figure 3.10	
Eissituation in der westlichen Ostsee am 13. Februar 2012 <i>Ice situation in the western Baltic Sea on 13 February 2012</i>	98
Abbildung/Figure 3.11	
Eislage in der Deutschen Bucht, in der westlichen Ostsee, Skagerrak und Kattegat am 10. Februar 2012 <i>Ice situation in the German Bight, western Baltic Sea, Skagerrak and Kattegat on 10 February 2012</i>	100
Abbildung/Figure 3.12	
Eisübersichtskarten vom 8. und 14. Februar zur Zeit der maximalen Eisausdehnung im Winter 2011/12 <i>General ice charts of 8 and 14 February at the time of maximum ice extent in the winter of 2011/12</i>	101
Abbildung/Figure 3.13	
Eisübersichtskarte am 6./7. März mit maximalen Eisdicken im nördlichen Ostseeraum im Winter 2011/12 <i>General ice chart of 6/7 March showing maximum ice thicknesses in the northern Baltic Sea region in the</i> <i>winter of 2011/12</i>	103
Abbildung/Figure A3.1	
Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2011/12 <i>Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2011/12</i>	110
Abbildung/Figure 4.1	
Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste im Zeitraum 1897–2013 und für die deutsche Ostseeküste im Zeitraum 1879–2013 <i>Distribution of accumulated areal ice volume on the German North Sea coast in the period between</i> <i>1897 and 2013, and on the German Baltic Sea coast in the period between 1879 and 2013</i>	118
Abbildung/Figure 4.2	
Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an den deutschen Küsten im Winter 2012/13 <i>Accumulated areal ice volume on the German coasts in the winter of 2012/13</i>	119
Abbildung/Figure 4.3	
5-Tage gleitendes Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2012/13 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de) <i>5-day running mean of air temperatures in the winter of 2012/13</i> (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)	121

Abbildung/Figure 4.4

Wassertemperaturen in den Küstengewässern der südlichen Ostsee und der Deutschen Bucht
Water temperatures in the coastal waters of the southern Baltic Sea and of the German Bight 122

Abbildung/Figure 4.5

Abhängigkeit der Eisdicke von der Kältesumme im Stettiner Haff und im Greifswalder Bodden
Ice thickness as a function of cold sum in Szczecin Lagoon and the Bight of Greifswald 127

Abbildung/Figure 4.6

Vergleich der linearen Abhängigkeit der Eisdicke von der Wärmesumme für neun Stationen an der deutschen Ostseeküste
Comparison of ice thickness as a linear function of the warm sum for nine stations at the German Baltic Sea coast 130

Abbildung/Figure 4.7

Verlauf der Kältesumme (Summe der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur) in Greifswald, Rostock-Warnemünde und Schleswig
Cold sum trend (sum of negative daily mean air temperatures) in Greifswald, Rostock-Warnemünde and Schleswig 131

Abbildung/Figure 4.8

Verteilung der berechneten Eisdicken in einigen Bereichen der deutschen Ostseeküste im Eiswinter 2012/13 und Vergleich mit den in der Dänischen Wiek gemessenen Werten
Distribution of calculated ice thickness in some areas of the German Baltic Sea coast in the ice winter of 2012/13 and comparison with the values measured in the Dänische Wiek 131

Abbildung/Figure 4.9

Eisverhältnisse an der deutsche Ostseeküste am 28. Januar 2013
Ice situation on the German Baltic Sea coast on 28 January 2013 133

Abbildung/Figure 4.10

Eisverhältnisse in der Deutschen Bucht, im Kattegat, Skagerrak sowie in den dänischen und schwedischen Gewässern der westlichen Ostsee am 25. Januar 2013
Ice situation in the German Bight, the Skagerrak, the Kattegat, and in the Danish and Swedish waters of the western Baltic Sea on 25 January 2013 135

Abbildung/Figure 4.11

Eisübersichtskarte vom 25. März zur Zeit der maximalen Eisausdehnung im Winter 2012/13
General ice chart of 25 March showing maximum ice coverage in the northern Baltic Sea region in the winter of 2012/13 137

Abbildung/Figure A4.1

Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2012/13
Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2012/13 142

Abbildung/Figure 5.1

Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an den deutschen Küsten im Winter 2013/14
Accumulated areal ice volume on the German coasts in the winter of 2013/14 148

Abbildung/Figure 5.2

Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste
Distribution of accumulated areal ice volume for the German North Sea coast 149

Abbildung/Figure 5.3

Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Ostseeküste
Distribution of accumulated areal ice volume for the German Baltic Sea coast 149

Abbildung/Figure 5.4

5-Tage gleitendes Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2013/14
 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)
5-day running mean of air temperatures in the winter of 2013/14
 (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de) 151

Abbildung/Figure 5.5

Wassertemperaturen in den deutschen Küstengewässern

Water temperatures of German coastal waters 153**Abbildung/Figure 5.6**

Eisausdehnung und Eisdicke in den deutschen Gewässern an den Nord- und Ostseeküsten zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung des Eiswinters 2013/14

Ice extent and ice thickness in the German waters off the North and Baltic Sea coasts at the time of maximum ice formation during the ice winter of 2013/14 156**Abbildung/Figure 5.7**

Eisübersichtskarte vom 6. Februar 2014 mit der maximalen Eisausdehnung

General ice chart for 6 February 2014 with maximum ice extent 159**Abbildung/Figure 5.8**

Maximale Eisausdehnung und maximales Eisvolumen der Ostsee mit den Klassengrenzen von verschiedenen Eiswintertypen; Zeitraum 1973–2014

Maximum ice extent and maximum ice volume in the Baltic Sea with class boundaries of various types of ice winters; period 1973–2014 160**Abbildung/Figure 5.9**

Maximale Eisausdehnung und maximales Eisvolumen der Ostsee relativ zu dem stärksten Eiswinter im Zeitraum 1973–2014 und die Klassengrenzen von verschiedenen Eiswintertypen in %

Maximum ice extent and maximum ice volume in the Baltic Sea relative to the strongest ice winter in the period 1973–2014 and class boundaries of various types of ice winter in % 161**Abbildung/Figure 5.10**

Theoretisch berechnete und von Eisbeobachtern gemeldete Eisdicken für einige Bereiche der deutschen Ostseeküste im Winter 2013/14

Theoretically computed ice thickness values and corresponding values as reported by ice observers for some regions of the German Baltic Sea coast in the winter of 2013/14 164**Abbildung/Figure A5.1**

Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2013/14

Daily ice occurrence on the German North and Baltic Sea coasts in the ice winter of 2013/14 168

Tabellenverzeichnis/Table Index

Tabelle/Table 1.1

Reduzierte Eissumme und flächenbezogene Eisvolumensumme an den deutschen Küsten im Winter 2009/10

Reduced ice sums and accumulated areal ice volumes on the German coasts in the winter of 2009/10 14

Tabelle/Table 1.2

Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2009/10 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961–1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2009/10, and deviations from the 1961–1990 climate means (K) (data from Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de) 17

Tabelle/Table 1.3

Charakteristische Merkmale der Eiswintertypen im deutschen Ostseebereich (Anzahl und % sind im Zeitraum 1961–2000 angegeben)

Characteristic features of ice winter types in the German Baltic Sea region (Occurrence and percentage of winter types are given for the period 1961–2000) 29

Tabelle/Table A1.1

Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2009/10

Ice conditions on the German North Sea Coast in the winter of 2009/10 33

Tabelle/Table A1.2

Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2009/10

Ice conditions on the German Baltic Sea Coast in the winter of 2009/10 34

Tabelle/Table A1.3

Schiffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2009/10

Navigation conditions on the German North Sea Coast in the winter of 2009/10 35

Tabelle/Table A1.4

Schiffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2009/10

Navigation conditions on the German Baltic Sea Coast in the winter of 2009/10 36

Tabelle/Table 2.1

Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2010/11 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961–1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2010/11, and deviations from the 1961–1990 climate means (K) (data from Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de) 49

Tabelle/Table A2.1

Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2010/11

Ice conditions in the waters of the German North Sea coast in the winter of 2010/11 73

Tabelle/Table A2.2

Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2010/11

Ice conditions on the German Baltic Sea Coast in the winter of 2010/11 74

Tabelle/Table A2.3

Schiffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2010/11

Navigation conditions in the waters of the German North Sea coast in the winter of 2010/11 76

Tabelle/Table A2.4

Schiffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste, 2010/11

Navigation conditions in the waters of the German Baltic Sea coast, 2010/11 77

Tabelle/Table 3.1

Reduzierte Eissumme (R_E) und flächenbezogene Eisvolumensumme ($V_{A\Sigma}$) für die deutschen Nord- und Ostseeküsten in den Wintern 2009/10, 2010/11 und 2011/12 <i>Reduced ice sum (R_E) and accumulated areal ice volume ($V_{A\Sigma}$) on the German North and Baltic Sea coasts in the winters of 2009/10, 2010/11 and 2011/12</i>	88
--	----

Tabelle/Table 3.2

Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2011/12 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961–1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de) <i>Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2011/12 and their deviation from the 1961–1990 (K) climate means (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)</i>	92
--	----

Tabelle/Table A3.1

Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste und auf dem Nord-Ostsee-Kanal im Winter 2011/12 <i>Ice conditions on the German North Sea coast and on Kiel Canal in the winter of 2011/12</i>	105
---	-----

Tabelle/Table A3.2

Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2011/12 <i>Ice conditions on the Baltic Sea coast in the winter of 2011/12</i>	106
--	-----

Tabelle/Table A3.3

Schiffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2011/12 <i>Navigational conditions on the German North Sea coast in the winter of 2011/12</i>	108
--	-----

Tabelle/Table A3.4

Schiffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2011/12 <i>Navigational conditions on the German Baltic Sea coast in the winter of 2011/12</i>	109
--	-----

Tabelle/Table 4.1

Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2012/13 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961–1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de) <i>Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2012/13 and their deviation from the 1961–1990 (K) climate means (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)</i>	120
--	-----

Tabelle/Table 4.2

Koeffizienten der empirisch gefundenen Gleichung für die Bestimmung der Eisdicke (h) in Abhängigkeit von der Kältesumme (KS) $h=a+b*\sqrt{KS}$ <i>Coefficients of the empirically found equation for determining ice thickness (h) as a function of the cold sum (KS) $h=a+b*\sqrt{KS}$</i>	128
---	-----

Tabelle/Table 4.3

Koeffizienten der empirisch gefundenen Gleichung für die Bestimmung der Eisdicke (h) in Abhängigkeit von der Wärmesumme (WS) $h=a+b*(WS)$ <i>Coefficients of the empirically found equation for determining ice thickness (h) as a function of the warm sum (WS) $h=a+b*(WS)$</i>	130
---	-----

Tabelle/Table A4.1

Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2012/13 <i>Ice conditions on the German North Sea coast in the winter of 2012/13</i>	139
---	-----

Tabelle/Table A4.2

Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2012/13 <i>Ice conditions on the German Baltic Sea coast in the winter of 2012/13</i>	140
---	-----

Tabelle/Table A4.3

Schiffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2012/13 <i>Navigational conditions on the German North Sea coast in the winter of 2012/13</i>	141
--	-----

Tabelle/Table A4.4

Schiffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2012/13 <i>Navigational conditions on the German Baltic Sea coast in the winter of 2012/13</i>	141
--	-----

Tabelle/Table 5.1

Reduzierte Eissumme und flächenbezogene Eisvolumensumme an den deutschen Küsten im Winter 2013/14

Reduced ice sum and accumulated areal ice volume on the German coasts in the winter of 2013/14 148

Tabelle/Table 5.2

Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2013/14 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961–1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2013/14 and their deviation from the 1961–1990 (K) climate means (courtesy of Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de) 151

Tabelle/Table A5.1

Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2013/14

Ice conditions on the German North Sea coast in the winter of 2013/14 165

Tabelle/Table A5.2

Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2013/14

Ice conditions on the German Baltic Sea coast in the winter of 2013/14 166

Tabelle/Table A5.3

Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2013/14

Navigational conditions on the German Baltic Sea coast in the winter of 2013/14 167

Autoren/Authors

Dr. Natalija Schmelzer

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Neptunallee 5
18057 Rostock
E-Mail: natalija.schmelzer@bsh.de

Dr. Jürgen Holfort

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Neptunallee 5
18057 Rostock
E-Mail: juergen.holfort@bsh.de

Jan Tegtmeier

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Neptunallee 5
18057 Rostock
E-Mail: jan.tegtmeier@bsh.de

Toni Düska

Universität Marburg
E-Mail: toni.dueskau@gmx.de

Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

Verzeichnis der veröffentlichten Arbeiten

- 1 (1994) Sy, A., Ulrich, J. North Atlantic Ship-of-Opportunity XBT Programme 1990 – Data Report, 134 pp.
- 2 (1994) Hagen, E., Mittelstaedt, E., Feistel, R., Klein, H. Hydrographische Untersuchungen im Ostrandstromsystem vor Portugal und Marokko 1991–1992, 49 pp.
- 3 (1994) Oliczewski, J., Schmidt, D. Entwicklung einer Bestrahlungsapparatur zum photochemischen Aufschluß von Meerwasserproben zur Bestimmung von Schwermetallen, 70 pp.
- 4 (1994) BSH [Hrsg.] Das UN-Seerechtsübereinkommen tritt in Kraft: Inhalte und Konsequenzen für die Bundesrepublik Deutschland, 71 pp.
- 5 (1995) BSH [Hrsg.] Nationale Folgerungen aus dem Inkrafttreten des UN-Seerechtsübereinkommens, 103 pp.
- 6 (1995) Haffer, E., Schmidt, D. Entwicklung eines Probenvorbereitungsverfahrens zur Bestimmung von Arsen im Meerwasser mit der Totalreflexions-Röntgenfluoreszenzanalyse, 109 pp.
- 7 (1995) BSH [Hrsg.] Global Ocean Observing System – Statusbericht, 100 pp.
- 8 (1996) Mittelstaedt, E., Meincke, J., Klein, H. WOCE-Current measurements: The ACM8 array – Data Report, 150 pp.
- 9 (1996) BSH [Hrsg.] GOOS Workshop – Anforderungen an ein wissenschaftliches Konzept für den deutschen Beitrag, 60 pp.
- 10 (1997) Sterzenbach, D. Entwicklung eines Analyseverfahrens zur Bestimmung von chlorierten Kohlenwasserstoffen in marinen Sedimenten und Schwebstoffen unter besonderer Berücksichtigung der überkritischen Fluidextraktion, 233 pp.
- 11 (1997) Jonas, M., Richter, R. Stand und Entwicklungstendenzen nautischer Systeme, Anlagen und Geräte an Bord von Seeschiffen, 37 pp.
- 12 (1997) Wedekind, C., Gabriel, H., Goroncy, I., Främke, G., Kautsky, H. „Meteor“-Reise Nr. 71/1985, Norwegen–Grönlandsee – Datenbericht, 44 pp.
- 13 (1998) BSH [Hrsg.] HELCOM Scientific Workshop – The Effects of the 1997 Flood of the Odra and Vistula Rivers, 46 pp.
- 14 (1998) Berger, R., Klein, H., Mittelstaedt, E., Ricklefs, K., Ross, J. Der Wasseraustausch im Tidebecken Hörnum-Tief – Datenreport, 260 pp.
- 15 (1998) Röske, F. Wasserstandsvorhersage mittels neuronaler Netze. 212 pp.
- 16 (1998) Ross, J., Mittelstaedt, E., Klein, H., Berger, R., Ricklefs, K. Der Wasseraustausch im Tidebecken Hörnum-Tief – Abschlußbericht, 98 pp.
- 17 (1998) Klein, H. OPUS-Current Measurements: Mecklenburg Bight and Fehmarnbelt – Data Report, 150 pp.
- 18 (1999) BSH [Hrsg.] Deutscher Programmbeitrag zum Globalen Ozeanbeobachtungssystem (GOOS), 67 pp.
- 19 (1999) BSH [Hrsg.] German Programme Contribution to the Global Ocean Observing System (GOOS), 71 pp.
- 20 (1999) Sztobryn, M., Stanislawczyk, I., Schmelzer, N. Ice Conditions in the Szczecin and Pomeranian Bay During the Normal Period from 1961–1990, 36 pp.
- 21 (1999) Nies, H., Karcher, M., Bahe, C., Backhaus, J., Harms, I. Transportmechanismen radioaktiver Substanzen im Arktischen Ozean – Numerische und experimentelle Studien am Beispiel der Barents- und Karasee, 134 pp.
- 22 (2000) Lorbacher, K. Niederfrequente Variabilität meridionaler Transporte in der Divergenzzone des nordatlantischen Subtropen- und Subpolarwirbels – Der WOCE-Schnitt A2, 156 pp.
- 23 (2000) Klein, H. The Subsurface Eastern Boundary Current of the North Atlantic between 32° N and 53° N – Data Report, 240 pp.
- 24 (2000) Klein, H. Strömungen und Seegangsverhältnisse westlich der Insel Hiddensee – Datenreport, 59 pp.

- 25 (2001) Goedecke, E. Der hydrographische Aufbau in der Deutschen Bucht vornehmlich dargestellt auf Grund der vorliegenden Unterlagen über Temperatur, Salzgehalt und Dichte, 202 pp.
- 26 (2001) Klein, H., Mittelstaedt, E. Strömungen und Seegangsverhältnisse vor Graal-Müritz und in der Tromper Wiek – Datenreport, 162 pp.
- 27 (2001) Klein, H., Mittelstaedt, E. Gezeitenströme und Tidekurven im Nahfeld von Helgoland, 24 pp. und Anhang.
- 28 (2001) Behnke, J., Berking, B., Herberg, J., Jonas, M., Mathes, S. Functional Scope and Model of Integrated Navigation Systems – A Toolbox for Identification and Testing, 181 pp.
- 29 (2001) Dick, S., Kleine, E., Müller-Navarra, S., Klein, H., Komo, H. The Operational Circulation Model of BSH (BSHcmod) – Model description and validation, 49 pp.
- 30 (2002) Sy, A., Ulrich, J., Weichert, H.-J. Upper Ocean Climate Ship-of-Opportunity Programme of BSH – A Status Report, 45 pp.
- 31 (2003) Dahlmann, G. Characteristic Features of Different Oil Types in Oil Spill Identification, 48 pp.
- 32 (2003) Nies, H., Gaul, H., Oestereich, F., Albrecht, H., Schmolke, S., Theobald, N., Becker, G., Schulz, A., Frohse, A., Dick, S., Müller-Navarra, S., Herklotz, K. Die Auswirkungen des Elbehochwassers vom August 2002 auf die Deutsche Bucht, 81 pp.
- 33 (2003) Loewe, P., Becker, G., Brockmann, U., Frohse, A., Herklotz, K., Klein, H., Schulz, A. Nordsee und Deutsche Bucht 2002 – Ozeanographischer Zustandsbericht
- 34 (2004) Schulz, G. Geomagnetic Results Wingst 1996, 1997, 1998 and 1999 including the complete Wingst data set since 1939 on CD-ROM
- 35 (2004) Gouretski, V. V., Koltermann, K. P. WOCE Global Hydrographic Climatology
- 36 (2004) Gayer, G., Dick, S., Pleskachevsky, A., Rosenthal, W. Modellierung von Schwebstofftransporten in Nord- und Ostsee
- 37 (2004) Schmelzer, N., Strübing, K., Stanisławczyk, I., Sztobryn, M. Die Eiswinter 1999/2000 bis 2003/2004 an der deutschen Nord- und Ostseeküste/ Ice Conditions in the Szczecin Lagoon and Pomeranian Bay During the Winters 1999–2002
- 38 (2005) Loewe, P., Schmolke, S., Becker, G., Brockmann, U., Dick, S., Engelke, C., Frohse, A., Horn, W., Klein, H., Müller-Navarra, S., Nies, H., Schmelzer, N., Schrader, D., Schulz, A., Theobald, N., Weigelt, S. Nordseezustand 2003
- 39 (2005) Sztobryn, M., Stigge, H.-J., Wielbińska, D., Stanisławczyk, I., Kańska, A., Krzysztofik, K., Kowalska, B., Letkiewicz, B., Mykita, M., Weidig, B. Sturmfluten in der südlichen Ostsee (westlicher und mittlerer Teil)/ Storm Surges in the Southern Baltic Sea (Western and Central Parts)
- 40 (2006) Loewe, P., Schmolke, S., Becker, G., Brockmann, U., Dick, S., Frohse, A., Herrmann, J., Klein, B., Klein, H., Nies, H., Schrader, D., Schulz, A., Theobald, N., Weigelt, S. Nordseezustand 2004
- 41 (2007) Bork, I., Dick, S., Kleine, E., Müller-Navarra, S. Tsunami – a study regarding the North Sea coast
- 42 (2007) Schrum, C., Schmelzer, N. (Eds.) Fifth Workshop on Baltic Sea Ice Climate Hamburg, Germany, 31 August–2 September 2005
- 43 (2008) Müller, L. Sauerstoffdynamik der Nordsee – Untersuchungen mit einem dreidimensionalen Ökosystemmodell
- 44 (2009) Loewe, P. (Ed.) System Nordsee – Zustand 2005 im Kontext langzeitlicher Entwicklungen

- 45 (2009) Sztobryn, M., Weidig, B.,
Stanisławczyk, I., Holfort, J.,
Kowalska, B., Mykita, M., Kańska, A.,
Krzysztofik, K., Perlet, I. Niedrigwasser in der südlichen Ostsee (westlicher und mittlerer Teil)/
Negative Surges in the Southern Baltic Sea (Western and Central Parts)
- 46 (2009) Schmelzer, N., Holfort, J. Eiswinter 2004/05 bis 2008/09 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten/
Ice Winters 2004/05 to 2008/09 on the German North and Baltic Sea Coasts
- 47 (2010) Müller-Navarra, S., Knüpper, K. Improvement of water level forecasts for tidal harbours by means of model output
statistics (MOS) – Part I (Skew surge forecast)
- 48 (2012) BSH [Hrsg.] Öl im Meer, Risiken, Vorsorge und Bekämpfung, Tagungsband, Symposium vom
17. bis 19. November 2010 Hamburg
- 49 (2013) Loewe, P., Klein, H.,
Weigelt-Krenz, S. (Eds.) System Nordsee – 2006 & 2007: Zustand und Entwicklungen
- 50 (2013) Müller-Navarra, S. H. Gezeitenvorausberechnungen mit der Harmonischen Darstellung der Ungleichheiten/
On Tidal Predictions by Means of Harmonic Representation of Inequalities
- 51 (2013) Naturraum und Wirtschaftszone – Zustand und Entwicklung 2006–2007
- 52 (2014) Weigelt-Krenz, S., Theobald, N. Auswirkungen des Elbehochwassers vom Juni 2013 auf die Deutsche Bucht
- 53 (2014) Schmelzer, N., Holfort, J. Eiswinter 2009/2010 bis 2013/2014 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten/
Ice Winters 2009/2010 to 2013/2014 on the German North and Baltic Sea Coasts