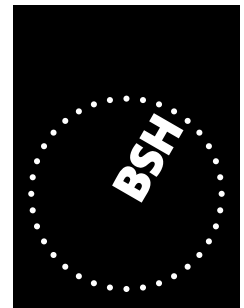




**Eiswinter 2004/05 bis 2008/09
an den deutschen
Nord- und Ostseeküsten
Ice Winters 2004/05 to 2008/09
on the German
North and Baltic Sea Coasts**



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

**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**

Autoren:

Natalija Schmelzer, BSH

Jürgen Holfort, BSH

Berichte des
Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie
Nr. 46/2009

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.

Der *Ozeanographische Zustandsbericht* im Internet:

www.bsh.de (Menü: Produkte → Bücher → Berichte des BSH)

© Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
Hamburg und Rostock 2009
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	5
1 Der Eiswinter 2004/05 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten The Ice Winter of 2004/05 on the German North and Baltic Sea Coasts <i>N. Schmelzer</i>	11
2 Der Eiswinter 2005/06 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten The Ice Winter of 2005/06 on the German North and Baltic Sea Coasts <i>J. Holfort und N. Schmelzer</i>	21
3 Der Eiswinter 2006/07 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten The Ice Winter of 2006/07 on the German North and Baltic Sea Coasts <i>N. Schmelzer</i>	35
4 Der Eiswinter 2007/08 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten The Ice Winter of 2007/08 on the German North and Baltic Sea Coasts <i>N. Schmelzer</i>	41
5 Der Eiswinter 2008/09 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten The Ice Winter of 2008/09 on the German North and Baltic Sea Coasts <i>N. Schmelzer</i>	49
6 Literatur / References	63
7 Abbildungsverzeichnis / Figure Index	65
8 Tabellenverzeichnis / Table Index	69
9 Autoren / Authors	71

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.

Außerdem wurden die Eisverhältnisse in den Bereichen der Grenzgewässer (Stettiner Haff und Pommersche Bucht) in Zusammenarbeit mit dem polnischen Eisdienst zusätzlich ausgewertet und veröffentlicht in

dem Bericht des BSH Nr. 20 (Analyse der 30-jährigen Normalreihe) 1961 – 1990

der Deutschen Hydrographischen Zeitschrift (DHZ) 1995 – 1999

dem Bericht des BSH Nr. 37 2000 – 2002.

Im vorliegenden Bericht werden die letzten fünf Eiswinter von 2004/05 bis 2008/09 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 2003/04 gab es 44 schwache, 41 mäßige, 11 starke, 8 sehr starke und 4 extrem starke Eiswinter. In den nachfolgenden fünf Jahren war der Eiswinter 2005/06 mäßig, und die Winter 2004/05, 2006/07, 2007/08 und 2008/09 waren schwach. In den Abbildungen 3 und 4 ist die Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensummen für die deutsche Nord- und Ostseeküste seit dem Winter 1896/97 dargestellt. Der letzte sehr starke Eiswinter trat 1995/96 auf, d. h. in den letzten 13 Jahren gab es nur mäßige und schwache Eiswinter.

Besonders erwähnenswert ist der Eiswinter 2007/08: Zur Zeit der maximalen Eisentwicklung bedeckte das Eis in der Ostsee 49 000 km² der gesamten Fläche. Dies ergab die kleinste maximale Eisausdehnung seit 1720, vgl. Abbildung 5 (Seina und Palosuo, 1996).

Ungeachtet des allgemein beobachteten Trends zu wärmeren Wetterverhältnissen und der Abnahme der Eisproduktion in der Ostsee während der letzten 20 Jahren ist das Auftreten sehr starker bis extrem starker Eiswinter auch in Zukunft möglich. Ähnliche Perioden mit überwiegend schwachen bis mäßigen Eiswintern sind in der westlichen Ostsee im 509-jährigen Zeitraum (1501-2009) häufig zu finden, vgl. Abbildung 6 (Koslowski und Schmelzer, 2007).

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.

In addition, ice conditions in the German/Polish boundary waters (Szczecin Lagoon and Pomeranian Bight) have been evaluated and published in co-operation with the Ice Service of Poland in:

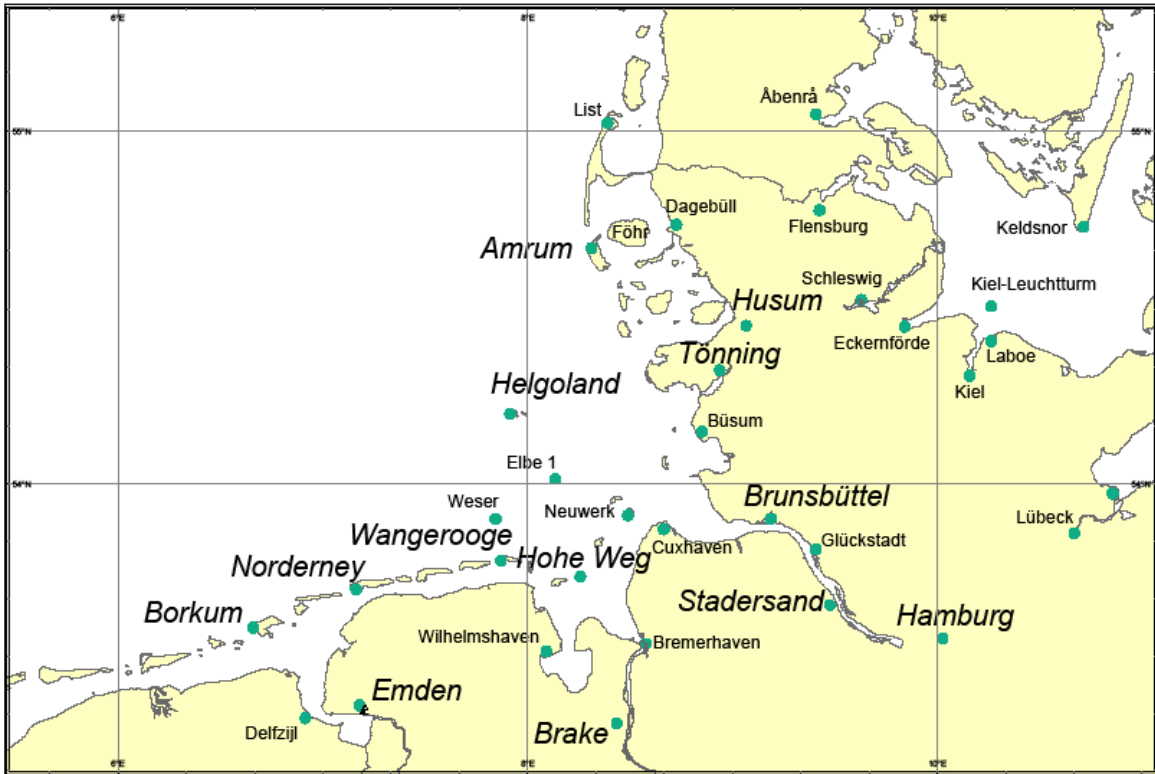
BSH Report No. 20 (analysis of 30-year normal series)	1961 – 1990
Deutsche Hydrographische Zeitschrift (DHZ, German Journal of Hydrography)	1995 – 1999
BSH Report No. 37	2000 – 2002.

In the present report, the past five ice winters from 2004/05 to 2008/09 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 2003/04, there were 44 weak, 41 moderate, 11 severe, 8 very severe, and 4 extremely severe ice winters. In the following five years, the ice winter of 2005/06 was moderate, and the winters of 2004/05, 2006/07, 2007/08, and 2008/09 were all weak. Figures 3 and 4 show the distribution of accumulated areal ice volumes on the German North and Baltic Sea coasts since the 1896/97 winter season. The last very severe ice winter occurred in 1995/06, i.e. ice winters in the past 13 years have all been weak or moderate.

The ice winter of 2007/08 deserves special mention: at the time of maximum ice coverage, only 49,000 km² of the entire Baltic Sea area was covered with ice. This is the smallest maximum ice extent ever recorded since 1720, see Figure 5 (Seina and Palosuo, 1996).

Irrespective of the general trend toward warmer weather conditions and decreasing ice formation in the Baltic Sea that has been observed in the past 20 years, very severe to extremely severe ice winters may occur also in the future. Comparable periods with predominantly weak to moderate ice winters have occurred frequently in the western part of the Baltic Sea during the 509-year period from 1501 to 2009, cf. Figure 6 (Koslowski and Schmelzer, 2007).



Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

Eisklimatologische Stationen an der deutschen Nordseeküste

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



Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

Eisklimatologische Stationen an der deutschen Ostseeküste

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

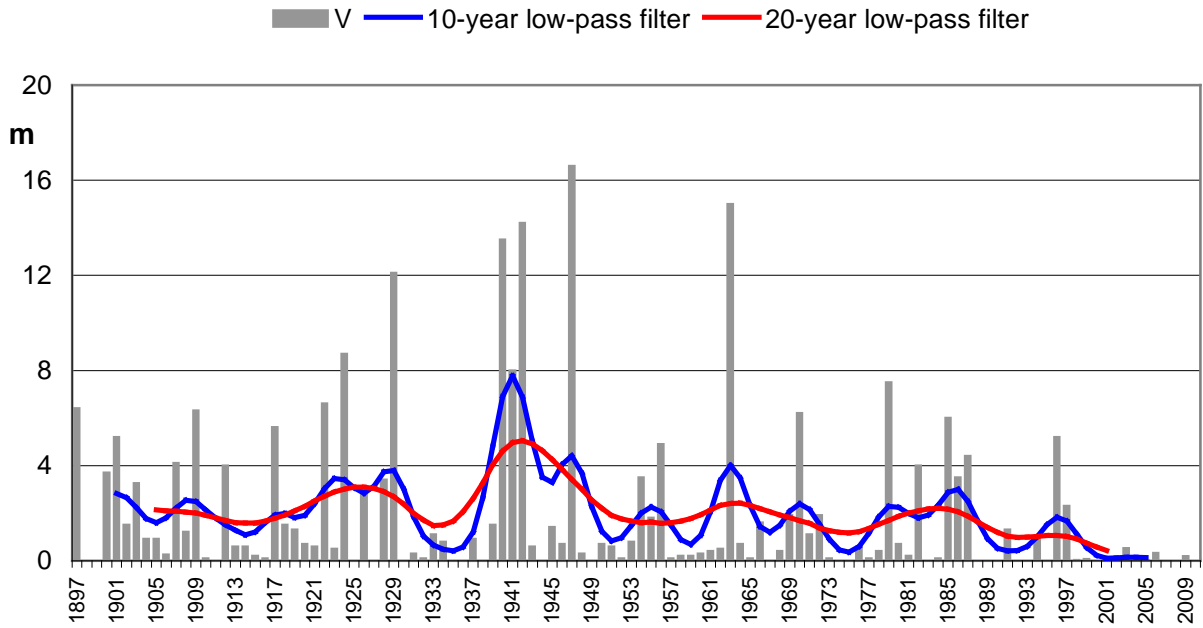


Abbildung 3. Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste
 Figure 3. Distribution of accumulated areal ice volume for the German North Sea coast

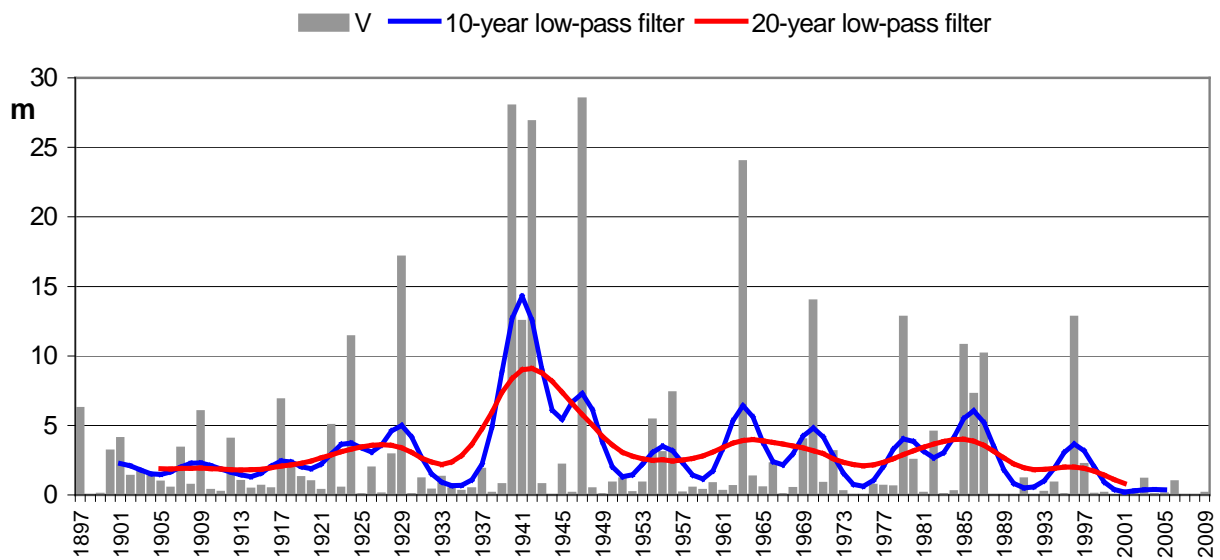


Abbildung 4. Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Ostseeküste
 Figure 4. Distribution of accumulated areal ice volume for the German Baltic Sea coast

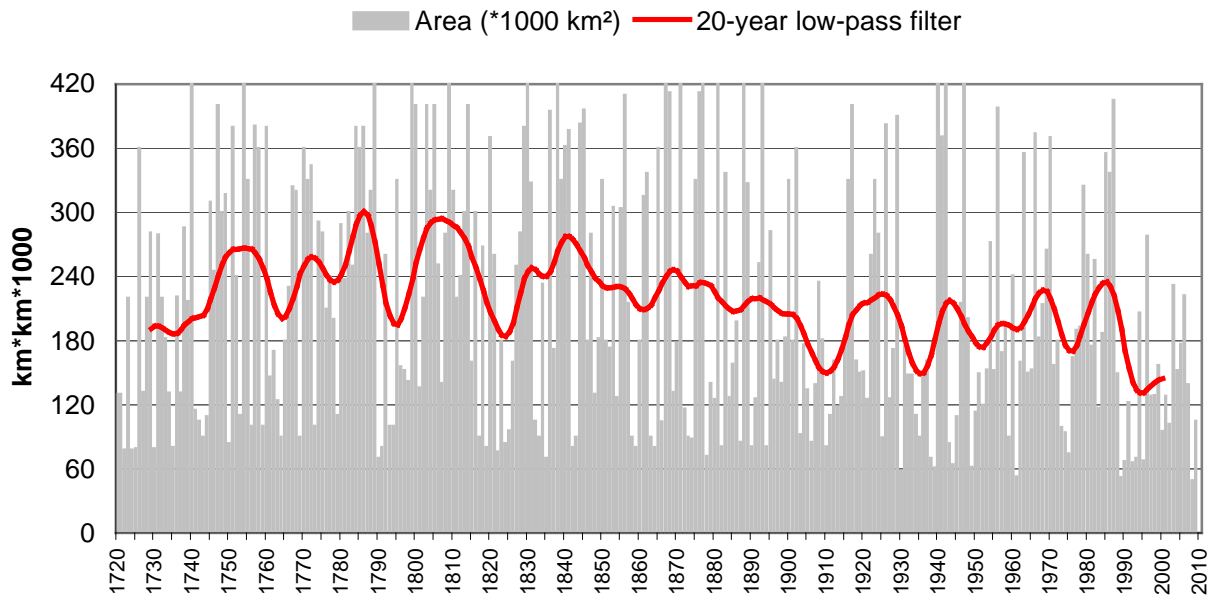


Abbildung 5. Maximale Eisausdehnung in der Ostsee im Zeitraum 1720 – 2009 (Seina und Palosuo, 1996; http://www.fimr.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/jaatalvi/)

Figure 5. Maximum extent of ice coverage in the Baltic Sea in the period 1720 – 2009 (Seina and Palosuo, 1996; http://www.fimr.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/jaatalvi/)

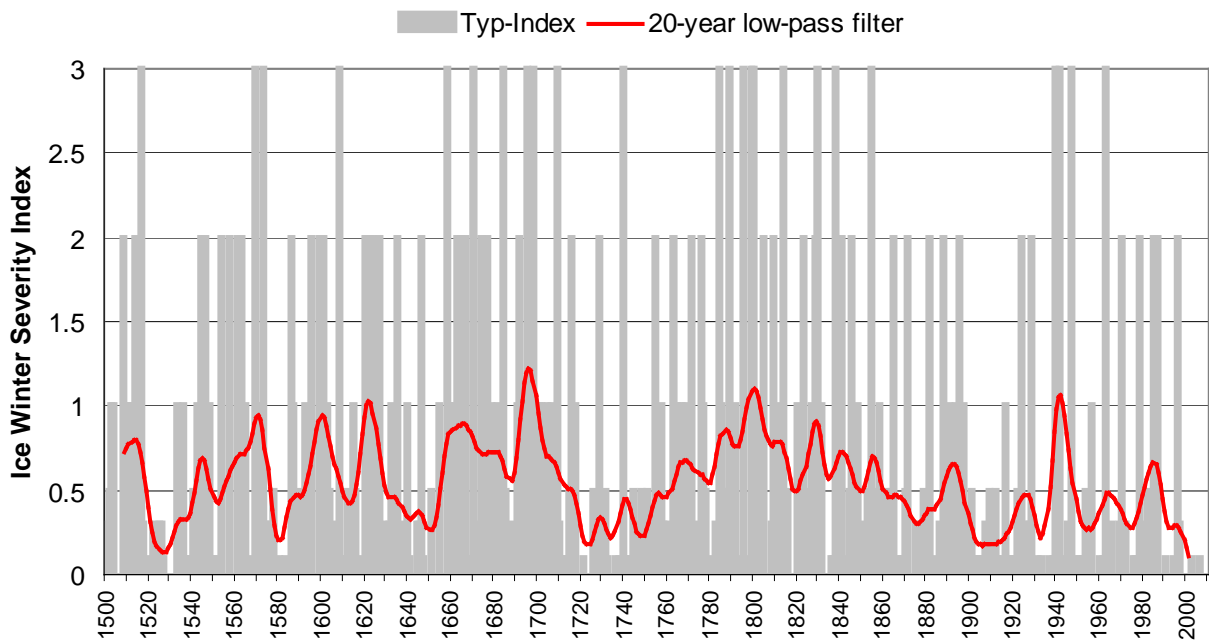


Abbildung 6. Langjährige Veränderungen des Eiswinterindexes (i) in der westlichen Ostsee seit 1501. Dabei steht $i = 0$ oder $i = 0.1$ für sehr schwache bis schwache Eiswinter, $i = 0.5$ für mäßige Eiswinter, $i = 1$ für starke Eiswinter, $i = 2$ für sehr starke Eiswinter und $i = 3$ für extrem starke Eiswinter.

Figure 6. Long-term variations of the ice winter severity index (i) in the western Baltic Sea since 1501, with $i = 0$ or $i = 0.1$ representing very mild to mild ice winters, $i = 0.5$ moderate ice winters, $i = 1$ strong ice winters, $i = 2$ very strong ice winters, and $i = 3$ extremely strong ice winters.

1. Der Eiswinter 2004/05 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten The Ice Winter of 2004/05 on the German North and Baltic Sea Coasts

Natalija Schmelzer

Der Eiswinter 2004/05 ergab an den deutschen Nord- und Ostseeküsten eine **schwache** Eissaison. Die reduzierte Eissumme (mittlere Anzahl der Tage mit Eis; Büdel, 1947; Nusser, 1948) beträgt für die deutsche Nordseeküste **1 Tag** und für die deutsche Ostseeküste **3 Tage**. Die flächenbezogene Eisvolumensumme (eine Maßzahl für die Stärke des Eiswinters; Koslowski, 1989) erreichte Werte von **0,03 m** und **0,097 m** für die Nordsee und die Ostsee entsprechend. Somit gehört der Eiswinter 2004/05 zu den schwachen bis sehr schwachen Eiswintern, die in den letzten 109 Jahren mit einer relativen Häufigkeit von 40 % auftraten.

The ice winter of 2004/05 on the German North and Baltic Sea coasts has been classified as **weak** ice season. The reduced sum of ice (average number of days with ice; Büdel, 1947; Nusser, 1948) on the German North Sea coast this year was **1 day** and on the German Baltic Sea **3 days**. The accumulated areal ice volume (indicating the severity of the ice winter; Koslowski, 1989) computed for the German North and Baltic Sea coasts is **0.03 m** and **0.097 m**, respectively. Thus, the winter of 2004/05 in the German coastal regions belongs to the very weak to weak ice winters. The relative frequency of such ice winters in the last 109 years is 40%.

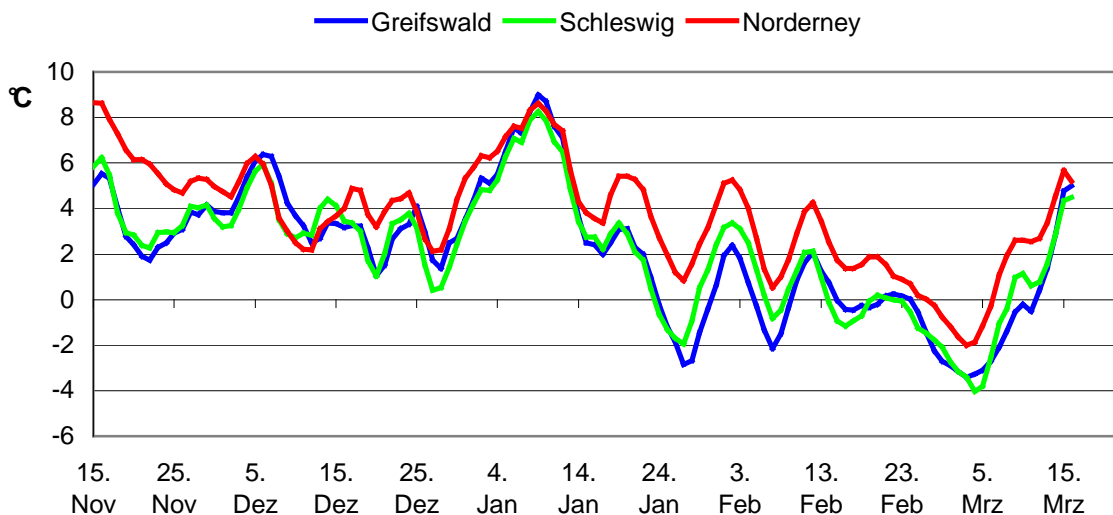


Abbildung 1.1. Übergreifende 5-Tagemittel der Lufttemperatur im Winter 2004/05 (nach Daten vom Deutschen Wetterdienst)

Figure 1.1. Running 5-day means of air temperatures in the winter of 2004/05 (data from German Weather Service)

Der Winter 2004/05 war in Norddeutschland "leicht" (Heinemann, 2005). Die Monatsmittel der Lufttemperatur lagen im November und Dezember rund 1 bis 2 K über den vieljährigen Mittelwerten. Auch der Januar war trotz seiner winterlich kalten dritten Dekade mit Monatsmitteltemperaturen zwischen 4,5 und 5 °C um 3 bis 4 K zu warm. In der ersten Hälfte des Monats brachten kräftige atlantische Tiefs mit ihren Ausläufern subtropische Luftmassen nach Deutschland, so dass die Tagestemperaturen zeitweise um 10 °C lagen (Lefebvre, 2005). Erst ab dem 23. Januar stellte sich kaltes Winterwetter mit kräftigen Schneefällen,

The winter of 2004/05 in the northern part of Germany was weak (Heinemann, 2005). Monthly mean air temperatures in November and December were 1 – 2 K above the long-term means. Also January was 3 – 4 K too warm, at monthly mean temperatures between 4.5 and 5 °C, in spite of the winter temperatures prevailing in the third decade of the month. In the first half of January, troughs of intensive low pressure systems from the Atlantic Ocean led to an inflow of subtropical air masses into Germany, causing air temperatures to rise temporarily to 10 °C (Lefebvre, 2005). The first cold spell with strong snowfall, especially in the eastern part of the

besonders im östlichen Bereich der Ostseeküste, ein. Im Februar setzte sich mit einigen Unterbrechungen das Winterwetter mit Kälte und Schnee fort. Die Monatsmitteltemperaturen lagen im Februar im Bereich der Mittelwerte von 1961 – 1990, wobei die zweite Februarhälfte am kältesten ausfiel. Dauerfrost herrschte auch in der ersten Märzwoche. Nachts gab es leichten bis mäßigen Frost, tagsüber lagen die Temperaturen um den Gefrierpunkt. Erst ab der Monatsmitte stiegen die Lufttemperaturen kontinuierlich und erreichten am 21. März Werte um 10 °C (siehe Abbildung 1.1).

Baltic Sea coast, began as late as 23 January. Winter weather with low temperatures and snowfalls continued in February, with a few interruptions. Monthly mean temperatures in February were on the order of the 1961 – 1990 mean values, with lower temperatures recorded in the second half of February. Continuous frost was also recorded in the first week of March, with weak to moderate frost at night and temperatures near freezing point during the day. From the middle of the month, air temperatures rose continuously and reached values around 10 °C by 21 March (see Figure 1.1).

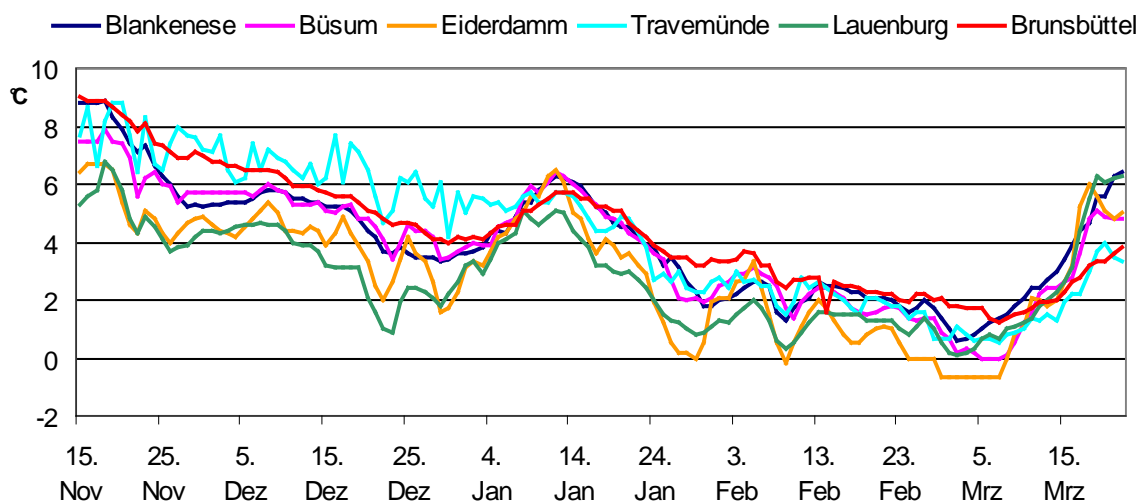


Abbildung 1.2. Wassertemperatur im Winter 2004/05, gemessen um 6:00 von verschiedenen Behörden
 Figure 1.2. Water temperatures in the winter of 2004/05 measured from different authorities at 6:00 a.m.

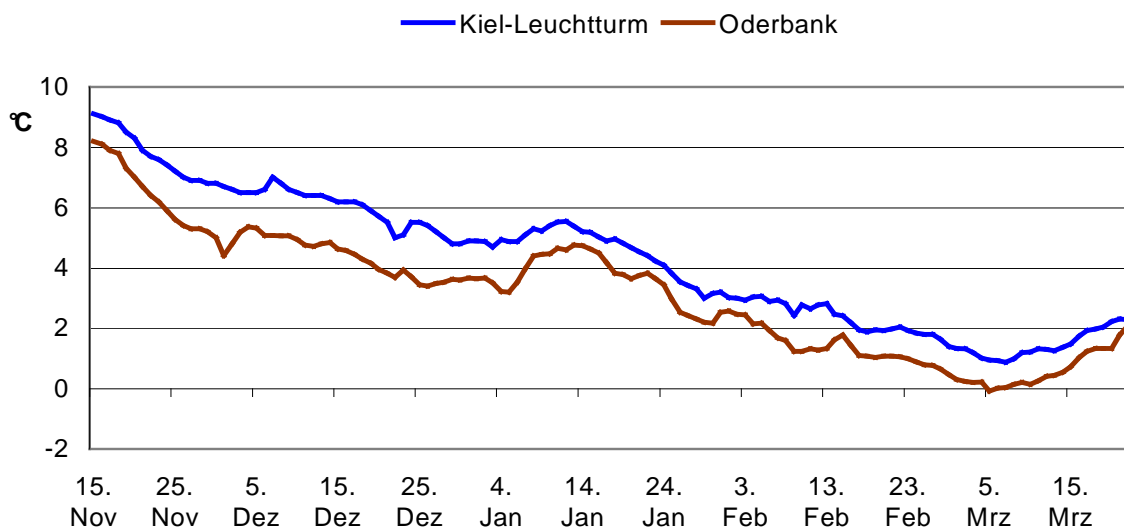


Abbildung 1.3. Tagesmittel der Wassertemperatur in der Kieler Bucht (Station Kiel-Leuchtturm, Oberfläche) und in der Pommerschen Bucht (Station Oderbank, 3 m Tiefe) im Winter 2004/05 (Angaben des BSH)
 Figure 1.3. Daily means of sea surface temperatures at Kiel lighthouse and in the Pomeranian Bight (Oderbank, 3 m depth) in the winter of 2004/05

Die Wassertemperaturen lagen zum Beginn der ersten Kälteperiode im Januar zwischen 1 und 2 °C in den inneren Küstengewässern, um 4 °C in der westlichen Ostsee und ca. 2 °C in der Pommerschen Bucht (siehe Abbildungen 1.2 und 1.3). Erst in der zweiten Februarhälfte kühlten sich die Gewässer auf 0 bis 1 °C ab, so dass in flachen und geschützt liegenden Bereichen verbreitet Eis auftrat. In der Pommerschen Bucht erreichte das Wasser die Gefrierbereitschaft um den 5. März, aber rasch ansteigende Lufttemperaturen verhinderten jedoch die Eisbildung an der Außenküste der östlichen Teile von Mecklenburg-Vorpommern. In den tieferen Nordseebereichen um Helgoland sanken die Wassertemperaturen an der Oberfläche im Verlauf des Februars von 5 auf 3 °C (Lefebvre, 2005).

At the beginning of the first cold spell in January, water temperatures between 1 and 2 °C were recorded in the inner coastal waters, around 4 °C in the western Baltic, and about 2 °C in the Pomeranian Bight (see Figs. 2 and 3). As late as the second half of February, water temperatures dropped to 0 – 1 °C, leading to ice formation in many shallow, sheltered areas. In the Pomeranian Bight, the water reached freezing temperatures around 5 March, but quickly rising air temperatures prevented the formation of ice on the outer coasts of eastern Mecklenburg-Vorpommern. Sea surface temperatures in the North Sea deep-water areas near Helgoland fell from 5 to 3 °C in the course of February (Lefebvre, 2005).

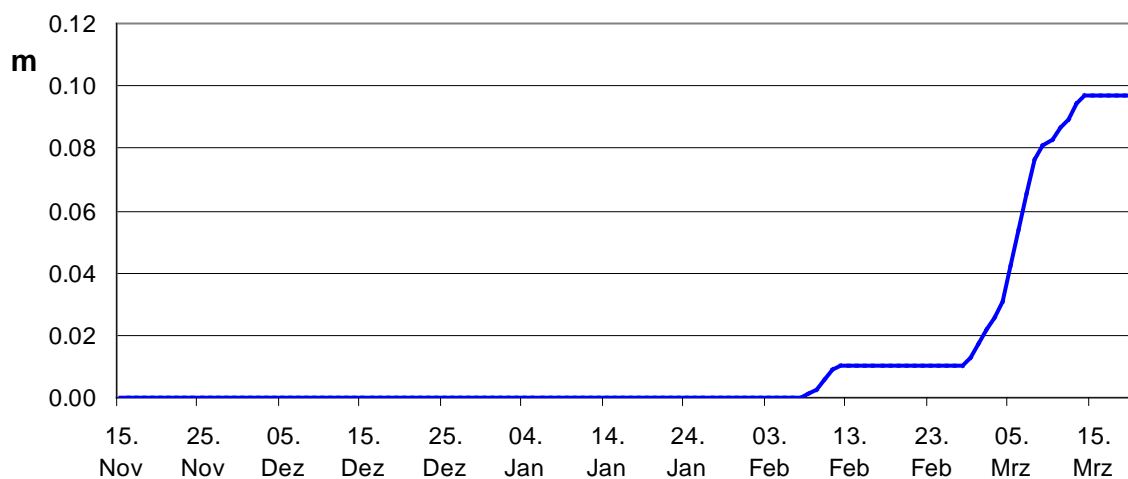


Abbildung 1.4. Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der Ostseeküste im Winter 2004/05
Figure 1.4. Accumulated areal ice volume on the Baltic Sea coast in the winter of 2004/05

Verlauf des Eiswinters

Entsprechend dem meteorologischen Verlauf gab es im Winter 2004/05 zwei Eisperioden: Die erste Periode, die von kurzer Dauer war, lag um den 10. Februar. Die zweite dauerte fast 4 Wochen und begann in den letzten Februartagen (Abbildung 1.4).

In der Nordsee bildete sich das Eis an einigen Tagen in kleineren Häfen der nordfriesischen Küste überwiegend während des Kälteeinbruchs Ende Februar. Es traten hauptsächlich Neueisarten auf, die keine Schifffahrtsbehinderungen hervorgerufen haben (siehe 1.1 und Abbildung 1.5). Die ostfriesische Küste und die Nordseeeinflüsse blieben auch in diesem Winter vollständig eisfrei.

In Abbildung 1.6 ist die zeitliche Entwicklung der Vereisung der westlichen und südlichen Ostsee dargestellt. Das erste Eis bildete sich in flachen und geschützt liegenden Gewässern während der ersten Frostperiode Ende Januar/Anfang

Development of the 2004/05 ice winter

Meteorological conditions in the winter of 2004/05 led to two ice periods: one short period around 10 February, and another period of almost 4 weeks which began at the end of February (1.4).

In the North Sea, ice formed mainly in small harbours on the coast of North Frisia during the cold spell at the end of February. The types of new ice observed hardly affected navigation in the area (see Table 1.1 and Figure 1.5). Also this winter, the coast of East Frisia and the North Sea tributaries remained completely free of ice.

Figure 1.6 shows the temporal development of ice formation in the western and southern parts of the Baltic Sea. First ice formed in the shallow, sheltered waters during the first cold spell at the end of January/early February. One week later,

Februar. Eine Woche später erfasste die Eisbildung kleinere Häfen sowie die Fahrwasser nach Stralsund, Wolgast und Greifswald.

Tabelle 1.1. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2004/05
 Table 1.1. Ice conditions in the waters of the German North Sea coast in the winter of 2004/05

Observation stations	Beginning of ice occurrence	End of ice occurrence	Number of days with ice	Max. thickness of level ice, cm
Dagebüll, harbour	7.2	8.3	20	5-10
Dagebüll, fairway	7.2	7.3	17	5
Amrum, harbour Wittdün	27.2	27.2	1	< 5
Amrum, Vortrapptief	27.2	28.2	2	< 5
Amrum, Schmaltief	27.2	28.2	2	< 5
Husum, harbour	4.3	8.3	5	5
Husum, Au	5.3	7.3	3	5
Tönning, harbour	2.3	8.3	7	5-10
Eiderdamm, sea area	28.1	8.3	12	8-12
Büsum, harbour	28.2	8.3	6	3

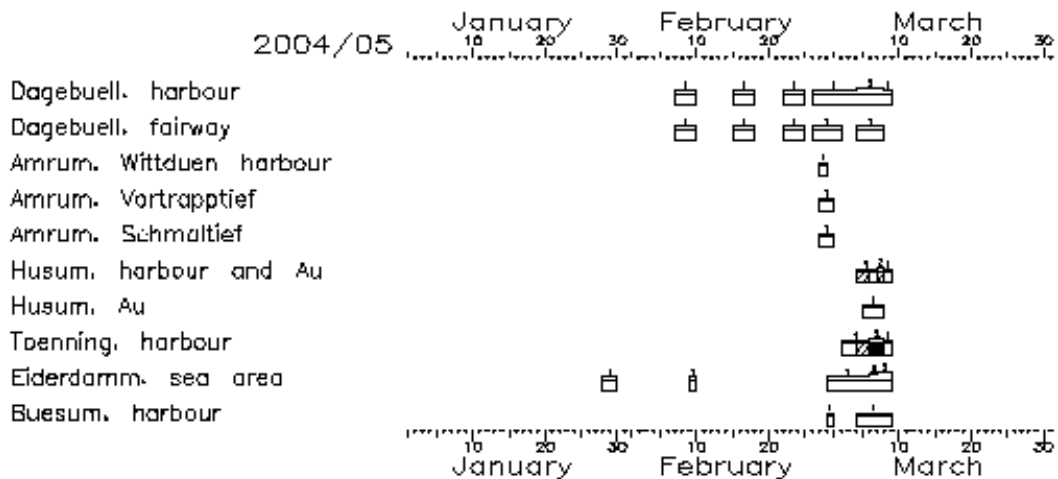
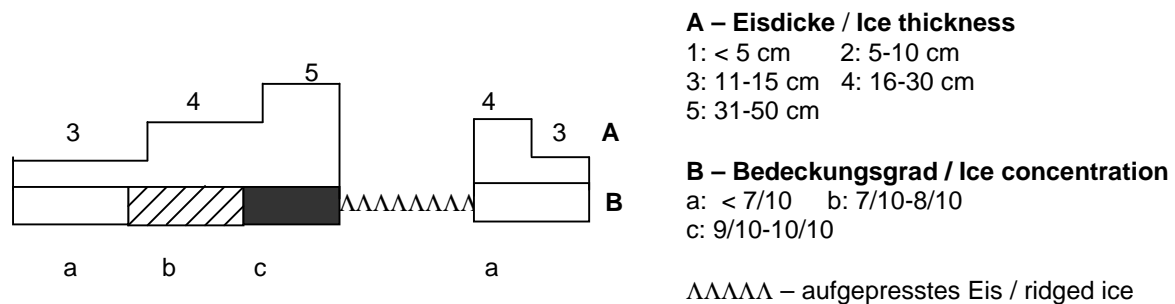


Abbildung 1.5. Bedeckungsgrad und Dicke des Eises in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2004/05

Figure 1.5. Ice concentration and thickness in the waters of the German North Sea coast in the winter of 2004/05



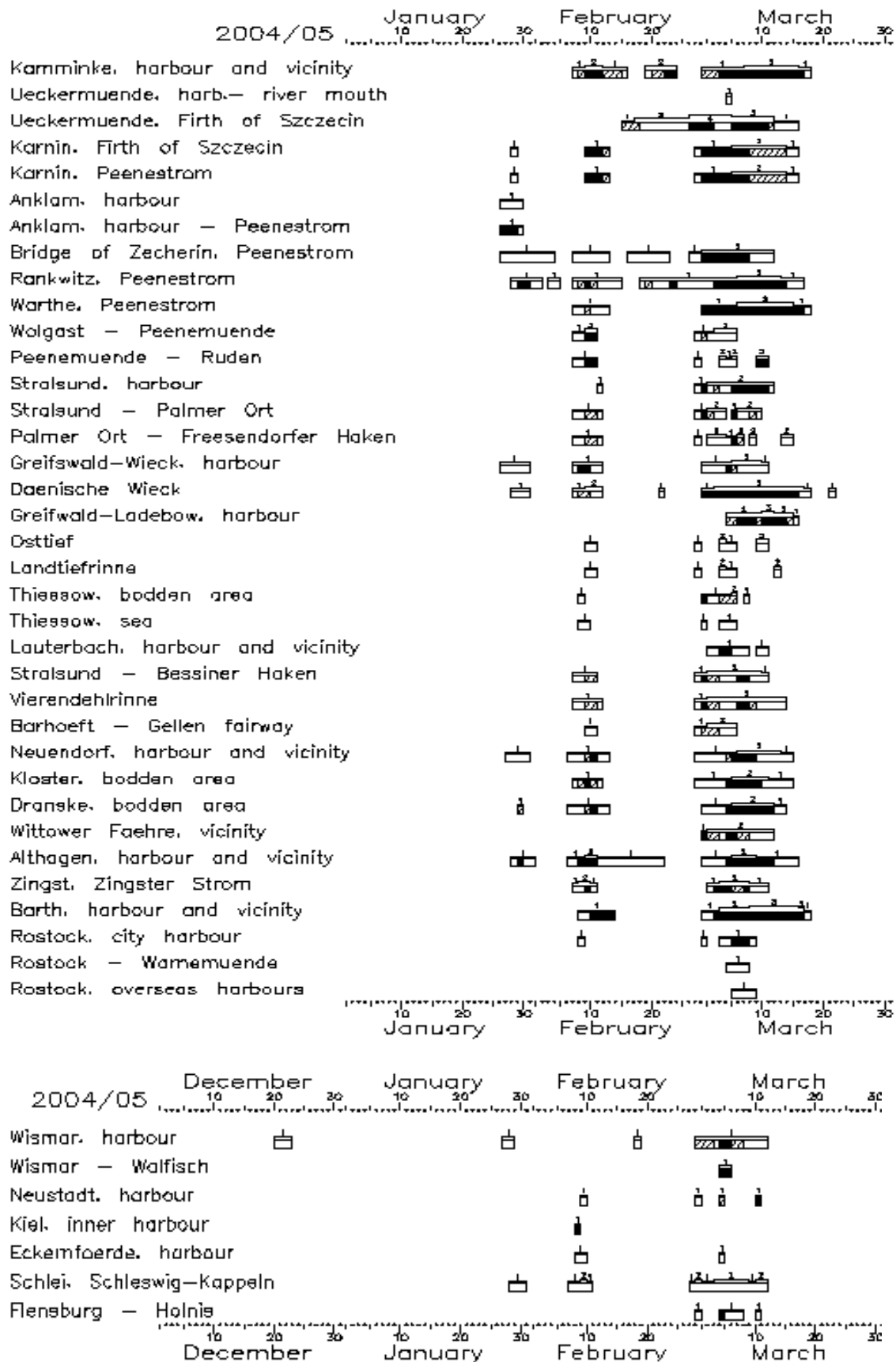


Abbildung 1.6. Bedeckungsgrad und Dicke des Eises in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2004/05
 Figure 1.6. Ice concentration and thickness in the waters of the German Baltic Sea coast in the winter of 2004/05

Tabelle 1.2. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2004/05
 Table 1.2. Ice conditions in the waters of the German Baltic Sea coast in the winter of 2004/05

Observation stations	Beginning of ice occurrence	End of ice occurrence	Number of days with ice	Max. thickness of level ice, cm
Kamminke, harbour and vicinity	7.2	17.3	32	5-10
Ueckermünde, harbour – river mouth	4.3	4.3	1	5
Ueckermünde, Szczecin Lagoon	15.2	15.3	29	10-15
Karnin, Szczecin Lagoon	28.1	15.3	22	5-10
Karnin, Peenestrom	28.1	15.3	22	5-10
Anklam, harbour	26.1	29.1	4	3
Anklam, harbour – Peenestrom	26.1	29.1	4	3
Bridge of Zecherin, Peenestrom	26.1	11.3	36	5-10
Rankwitz, Peenestrom	28.1	16.3	42	8
Warthe, Peenestrom	7.2	17.3	24	5
Wolgast – Peenemünde	7.2	5.3	11	5-10
Peenemünde – Ruden	7.2	10.3	10	5-10
Stralsund, harbour	11.2	11.3	14	10
Stralsund – Palmer Ort	7.2	9.3	15	10
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	7.2	14.3	15	10
Greifswald-Wieck, harbour	26.1	10.3	21	6
Dänische Wiek	28.1	21.3	28	8
Greifswald-Ladebow, harbour	4.3	15.3	12	10-15
Osttief	9.2	10.3	8	8
Landtiefrinne	9.2	12.3	7	10
Thiessow, bodden area	8.2	7.3	8	5-10
Thiessow, sea area	8.2	5.3	6	< 5
Lauterbach, harbour and vicinity	1.3	10.3	9	4
Stralsund – Bessiner Haken	7.2	10.3	16	5-10
Vierendehlrinne	7.2	13.3	20	5-10
Barhöft – Gellen fairway	9.2	5.3	9	6
Neuendorf, harbour and vicinity	27.1	14.3	27	7
Kloster, bodden area	7.2	14.3	21	8
Dranske, bodden area	29.1	13.3	22	7
Wittower Fähre, vicinity	28.2	11.3	12	5-10
Althagen, harbour and vicinity	28.1	15.3	36	6
Zingst, Zingster Strom	7.2	10.3	14	8
Barth, harbour and vicinity	8.2	17.3	24	14
Rostock, city harbour	8.2	8.3	8	3
Rostock – Warnemünde	4.3	7.3	4	< 5
Rostock, overseas harbours	5.3	8.3	4	3
Wismar, harbour	20.12	11.3	18	4
Wismar – Walfisch	4.3	5.3	2	3
Neustadt, harbour	9.2	10.3	4	< 5
Kiel, inner harbour	8.2	8.2	1	5
Eckernförde, harbour	8.2	4.3	3	< 5
Schlei, Schleswig – Kappeln	28.1	11.3	20	8-10
Flensburg – Holnis	28.2	10.3	6	< 5



Abbildung 1.7. Pfannkucheneis im nördlichen Teil des Greifswalder Boddens (Foto von Frank Sakuth vom 28. Februar 2005)

Figure 1.7. Pancake ice in the northern part of the Greifswalder Bodden (photo of 28 February 2005 courtesy of Frank Sakuth)



Abbildung 1.8. Eisschlamm- und Neueisbildung im Greifswalder Bodden; Blick von Thiessow zum Ruden (Foto von Frank Sakuth vom 3. März 2005)

Figure 1.8. Formation of slush and new ice in Greifswalder Bodden; view from Thiessow towards Ruden (photo of 3 March 2005 courtesy of Frank Sakuth)

In den Randbereichen des Greifswalder Boddens und des Kleines Haffs trat verbreitet Neueis auf. Die Eisentwicklung wurde jedoch nach einigen Tagen durch auffrischende Winde aus südlichen Richtungen, die mildere Meeresluft in den Ostseeraum brachten, unterbrochen. Das Eis verschwand vollständig bereits Mitte Februar. Die zweite Eisperiode begann in den letzten Februartagen. An den Küsten Schleswig-Holsteins und Mecklenburgs wurde in der inneren Schlei (20 Tage), in den Häfen Flensburg (6 Tage), Neustadt (4 Tage), Wismar (18 Tage) und Rostock (8 Tage) sowie auf der Unterwarnow (4 Tage) Eis beobachtet (siehe Tabelle 1.2 und Abbildung 1.6). Es handelte sich hierbei um kleinere Mengen von Neueisarten, die kaum Schifffahrtsbehinderungen hervorriefen. Im Bodden südlich vom Darß und Zingst und in den geschützten und flachen Boddengewässern Vorpommerns dauerte die Eissaison im Mittel 30 Tage, in den Zufahrten nach Stralsund und Wolgast zwischen 10 und 15 Tagen. Zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung in der ersten Märzdekade erreichten die Eisdicken Werte zwischen 5 und 15 cm. Die Schifffahrt zu den Häfen Greifswald, Stralsund und Wolgast sowie im Kleinen Haff verlief zeitweise in den aufgebrochenen Fahrrinnen, kleine Schiffe mit niedriger Maschinenleistung wurden von mehreren Spezialschiffen und Tonnenlegern unterstützt. Stark gebaute Schiffe mit hoher Maschinenleistung konnten in der Wintersaison 2004/05 ohne größere Schwierigkeiten verkehren.

Der Eiswinter 2004/05 im nördlichen Ostseeraum

Die erste Eisbildung im nördlichen Ostseeraum setzte an der Nordküste der Bottenvik am 17./18. November ein. Dies ist etwa eine Woche später als der durchschnittliche Termin. Einige Tage später bildete sich zum normalen Termin Neueis auch in der inneren Kronstadt- und Vyborgbucht des Finnischen Meerbusens. Wegen milder Witterung im Dezember und Januar verlief die Eisproduktion sehr langsam und blieb bis Mitte Februar einige Wochen hinter der normalen Eisentwicklung zurück.

Eine großflächige und intensive Eisbildung begann in der zweiten Februardekade und setzte sich bei Dauerfrost vier Wochen lang fort. Der Eiswinter endete etwa zum durchschnittlichen Termin. Damit war diese Eissaison kürzer als normal, aber die maximale Eisausdehnung in der Ostsee erreichte wie im Vorjahr die Ausdehnung eines **mäßigen Eiswinters** (177 000 km²). Der Vereisungshöhepunkt mit einer vollständigen Eisbedeckung des Finnischen, Rigaischen und nördlichen Bottnischen Meerbusens und mit fast vollständiger Bedeckung der Bottensee und des Nordteils der nördlichen Ostsee wurde am

Extensive new ice formation was observed on the shores of Greifswalder Bodden and Kleines Haff. However, the ice development was interrupted after a few days when fresh southerly winds brought milder maritime air to the Baltic region. The ice disappeared completely as early as mid-February. The second freezing period began on the last days of February. On the coasts of Schleswig-Holstein and Mecklenburg, ice was observed on the inner Schlei (20 days), in the harbours of Flensburg (6 days), Neustadt (4 days), Wismar (18 days), and Rostock (8 days) as well as on the river Unterwarnow (4 days); see Table 1.2 and Figure 1.6. The types of new ice observed hardly posed any problems to navigation. In the shallow bodden waters south of the Darß/Zingst peninsula and in the sheltered bodden waters of Vorpommern, the ice season lasted 30 days on average, in the approaches to Stralsund and Wolgast between 10 and 15 days. In the first decade of March, when the ice development reached its maximum, ice thicknesses between 5 and 15 cm were recorded. Vessel traffic to the harbours of Greifswald, Stralsund, and Wolgast as well as in the Kleines Haff area temporarily used channels broken through the ice, and smaller, low-powered vessels were assisted by special ships and buoy tenders. High-powered vessels with a strong hull hardly had any difficulties in the ice season of 2004/05.

The ice winter of 2004/05 in the northern region of the Baltic Sea

First ice formation in the northern region of the Baltic Sea began at the northern coast of the Bay of Bothnia on 17/18 November, which was about one week later than the long-term mean. Some days later, at about the normal time, new ice formed in the inner bights of Kronstadt and Vyborg in the Gulf of Finland. Due to the mild weather in December and January, ice formation was slow, falling some weeks behind the normal development until mid-February.

Strong, extensive ice formation started in the second decade of February and continued for four weeks due to permanent frost. The ice winter of 2004/05 ended at about the average time. Although the ice season this year was shorter than normal, the maximum extent of ice formation in the Baltic Sea (about 177,000 km²) corresponded to that of a **moderate ice winter**, as last winter. The maximum ice coverage was recorded on 16/17 March, with the Gulfs of Finland and Riga as well as the northern part of the Gulf of Bothnia covered completely, and the Sea of Bothnia and the northern part of the northern Baltic covered almost completely with

16./17. März registriert (siehe Abbildung 1.9). Die maximalen Eisdicken des Schärenfesteises erreichten Werte von 45-70 cm in der nördlichen Bottenvik, 20-40 cm im Norra Kvarken, 10-40 cm in der Bottensee, 40-50 cm im östlichen Finnischen Meerbusen, 25-45 cm im Moonsund und in der Pärnubucht des Rigaischen Meerbusens. Das überwiegend 20-45 cm dicke Treibeis auf See in der Bottenvik wurde örtlich zu schwierigen Presseisrücken zusammengescho-ben, die die Schifffahrt erheblich behindert haben. Die See im Ostteil des Finnischen Meerbusens war zum Vereisungshöhepunkt mit 20-40 cm dickem sehr dichtem und aufgepresstem Eis bedeckt, im Westteil trat 5-15 cm dickes sehr dichtes, teils aufgepresstes und übereinandergeschobenes Treibeis auf (siehe auch Bericht des Finnischen Eisdienstes, 2005).

ice (Figure 1.9). The maximum thickness of fast ice in the northern Bay of Bothnia was 45 to 70 cm, Norra Kvarken 20 to 40 cm, Sea of Bothnia 10 to 40 cm, eastern Gulf of Finland 40 to 50 cm, Moonsund and Pärnu Bight in the Gulf of Riga 25 to 45 cm. The mostly 20 to 45 cm thick drift ice in the open sea area of the Bay of Bothnia was locally compacted and ridged, causing major difficulties to navigation. In mid-March, the sea area in the eastern part of the Gulf of Finland was covered with 20 to 40 cm thick very close and ridged ice, in the western part with 5 to 15 cm thick very close, partly rafted and ridged drift ice (Report of the Finnish Ice Service, 2005).

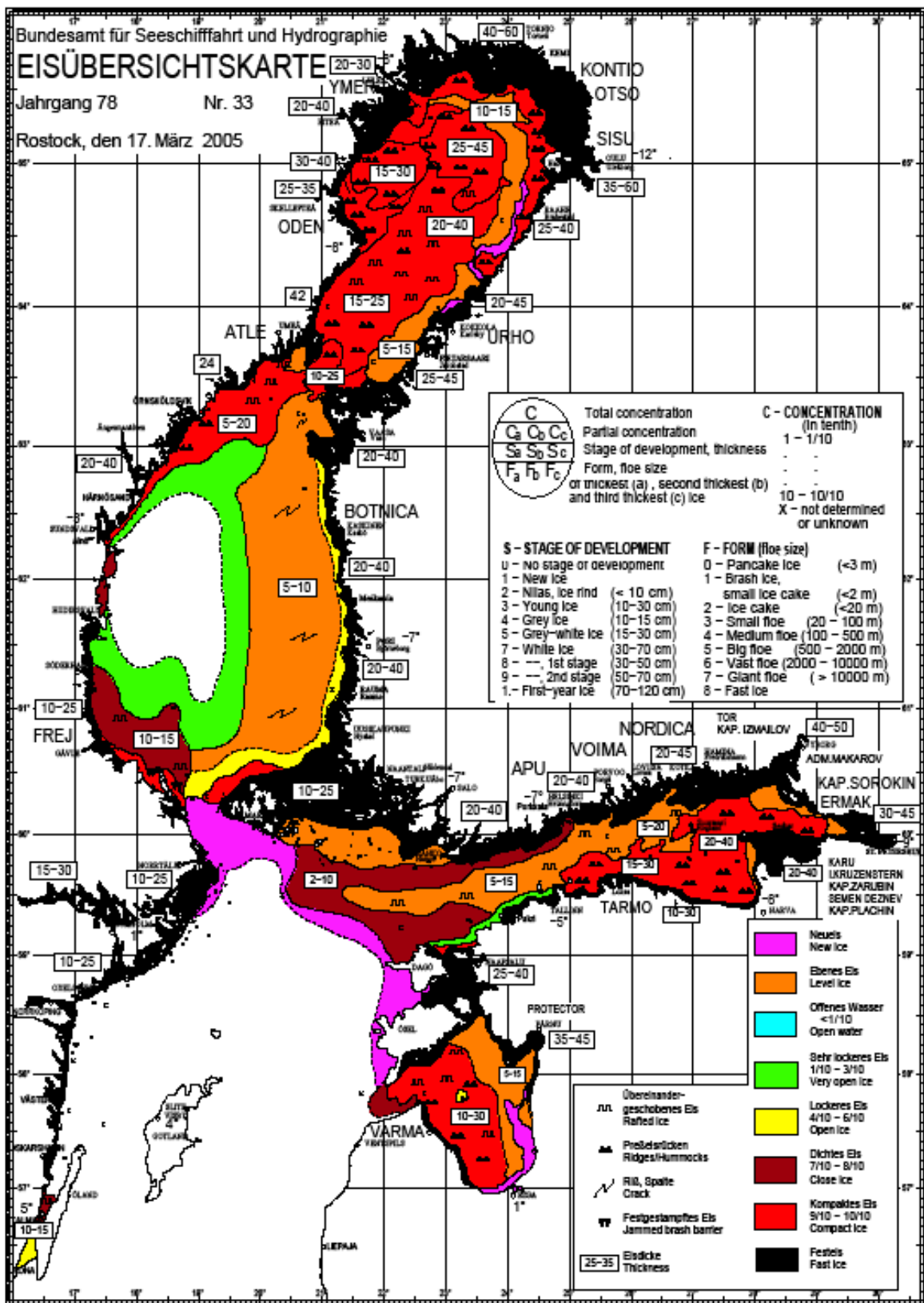


Abbildung 1.9. Eisübersichtskarte vom 17. März mit maximaler Eisausdehnung im Winter 2004/05
 Figure 1.9. Ice map of 17 March showing maximum ice extent in the winter of 2004/05

2. Der Eiswinter 2005/06 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten The Ice Winter of 2005/06 on the German North and Baltic Sea Coasts

Jürgen Holfort
Natalija Schmelzer

Da die Witterung an der deutschen Küste im November und Dezember milder als normal war (Lefebvre, 2006), trat in diesem Winter in den deutschen Küstengewässern Eis erst später als im Durchschnitt auf. Bei dem ersten Kälteeinbruch Ende November (Abbildung 2.1) trat in den östlichen Boddengewässern zwar schon vereinzelt Eis auf (z.B. bei Neuendorf, siehe Anhang 2.2), dieses schmolz aber wieder relativ rasch, und die eigentliche Eissaison fing erst Anfang Januar an. Zu einem starken Kälteeinbruch kam es in der 4. Kalenderwoche (KW), in deren Verlauf auch die größte Eisbedeckung an der deutschen Küste erreicht wurde. In den folgenden Wochen schwankten die Tagesmitteltemperaturen um den Gefrierpunkt. Manchmal bildete sich in den geschützt liegenden Bereichen Neueis, aber insgesamt nahm die Eisbedeckung ab. In der 10./11. KW kam es zu einem weiteren Kälteeinbruch, der des Nachts verbreitet zu Neueisbildung führte. Insgesamt jedoch nahm die Eisbedeckung wegen der stärkeren Sonneneinstrahlung bei Tag weiterhin ab.

With milder than normal weather on the German coasts in November and December (Lefebvre, 2006), ice development in the German coastal waters began later than usual this winter season. Although the first cold spell at the end of November (Figure 2.1) led to sporadic ice formation in the eastern Bodden waters (e.g. Neuendorf, cf. Annex 2.1), this first ice melted away quickly, and the ice season really began in early January. A major cold spell occurred in the 4th calendar week (CW), in the course of which the largest ice coverage of the German coastal waters was reached (Figure 1.3). In the following weeks, daily mean temperatures fluctuated around freezing point and caused some new ice formation in sheltered areas, but on the whole the ice cover decreased. Another cold spell in the 10th/11th CW led to wide-spread development of new ice over night, but prolonged insolation by day led to an overall decrease of ice.

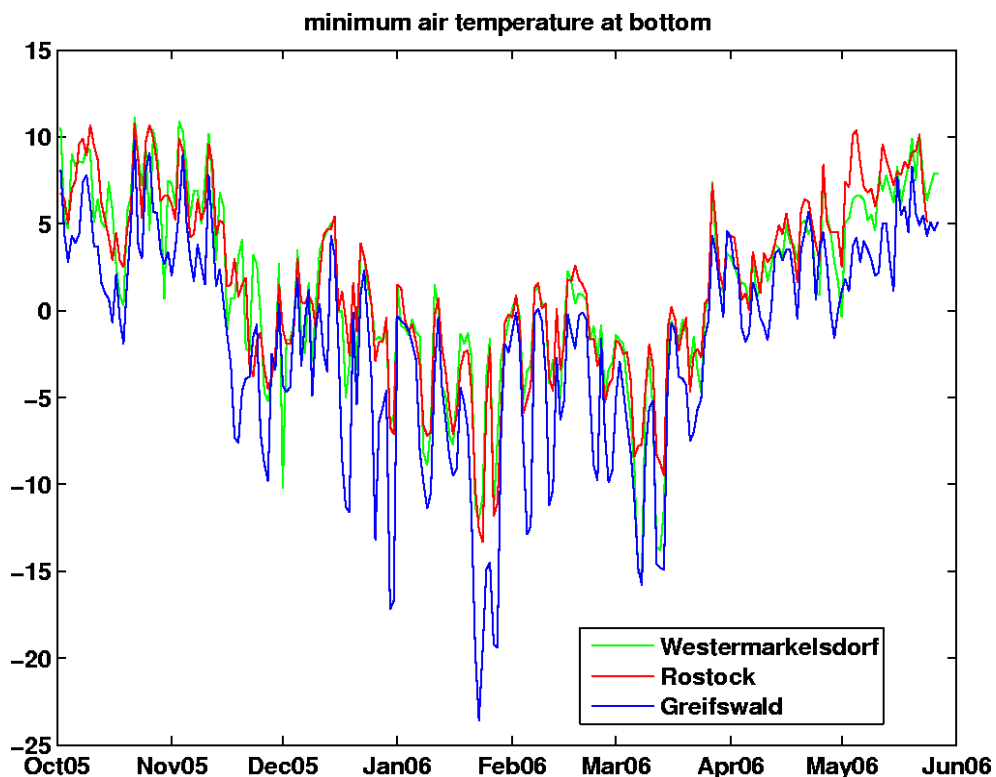


Abbildung 2.1. Tagesminimum der Lufttemperatur am Boden an den Stationen Westermarkelsdorf, Rostock und Greifswald (Daten vom DWD, siehe <http://www.dwd.de>)
Figure 2.1. Daily minimum air temperatures on the ground, measured at the Greifswald, Rostock, and Westermarkelsdorf stations (data from German Weather Service, cf. <http://www.dwd.de>).

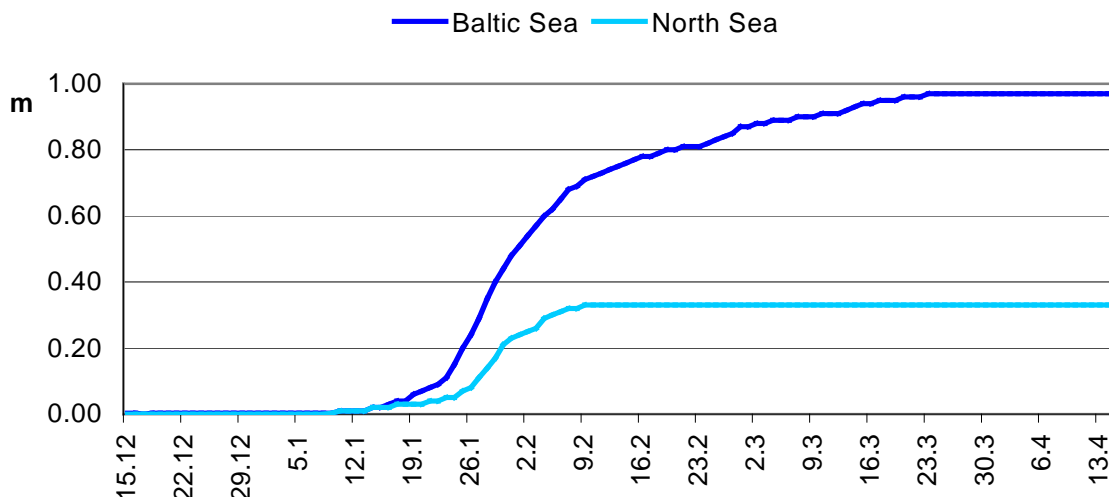


Abbildung 2.2. Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der Nord- und Ostseeküste, Eissaison 2005/06

Figure 2.2. Accumulated areal ice volume on the North and Baltic Sea coasts, ice season 2005/06

Die flächenbezogene Eisvolumensumme ($V_{A\Sigma}$, eine Maßzahl für die Stärke des Eiswinters; Koslowski, 1989) betrug für die Ostseeküste 0,97 m und für die Nordseeküste 0,33 m (Abbildung 2.2). Der Winter 2005/06 war daher ein mäßiger Eiswinter. In den letzten 110 Jahren waren an der Ostseeküste 48 Winter stärker und 61 schwächer als dieser, bzw. an der Nordseeküste 64 stärker und 45 schwächer. Die reduzierte Eissumme (mittlere Anzahl der Tage mit Eis; Büdel, 1947; Nusser, 1948) betrug 16,2 Tage für die Ostsee und 5,9 Tage für die Nordsee.

The accumulated areal ice volume ($V_{A\Sigma}$, an indicator of the severity of ice winters; Koslowski, 1989) was 0.97 m on the Baltic Sea coast, and 0.33 m on the North Sea coast (Figure 2.2). Therefore, the winter of 2005/06 has been classified as a moderate ice winter. In the past 110 years, 48 winters on the Baltic coast were stronger, and 61 weaker than the last winter season. On the North Sea coast, 64 winters were stronger and 45 weaker than the 2005/06 winter season. The reduced ice sum (average number of days with ice; Büdel, 1947; Nusser, 1948) was 16.2 days for the Baltic Sea, and 5.9 days for the North Sea.

Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste

Das erste Eis in den Bereichen der deutschen Ostseeküste bildete sich in kleineren Häfen und flachen Innenfahrwassern Ende Dezember / Anfang Januar und verschwand vollständig erst Ende März (Kamminke, 3. April). An den Küsten Schleswig-Holsteins und Mecklenburgs wurde in den Häfen und inneren Fahrwassern im Mittel 4 Wochen lang Eis beobachtet (in der inneren Schlei - 59 Tage), an der Außenküste trat an einigen Tagen Eis auf. Im Bodden südlich vom Darß und Zingst und in den geschützten und flachen Boddengewässern Vorpommerns dauerte die Eissaison 8 bis 12 Wochen, in den Zufahrten nach Stralsund und Wolgast zwischen 4 und 8 Wochen. An etwa 10 Tagen wurde auch in der Pommerschen Bucht und an den Außenküsten Rügens und Usedom Eis beobachtet. Zum Zeitpunkt der maximalen Eisausdehnung Ende Januar (Abbildung 2.3, Eiskarte Nr. 2 vom 27.01.2006) erreichten die Dicken des ebenen Eises Werte zwischen 10 und 25

Ice and navigation conditions on the German Baltic Sea coast

First ice on the German Baltic Sea coast developed in small harbours and shallow inner fairways in late December/early January. The last ice disappeared as late as the end of March (Kamminke, 3 April). In the harbours and inner fairways on the coasts of Schleswig-Holstein and Mecklenburg, ice was observed on average during 4 weeks (inner Schlei: 59 days). On the outer Baltic coasts, ice occurred on a few days. In the bodden lagoon south of Darß and Zingst and in the sheltered, shallow bodden waters of Vorpommern, the ice season lasted 8 to 12 weeks, in the approaches to Stralsund and Wolgast 4 to 8 weeks. On about 10 days, ice was also observed in the Pomeranian Bight and off the coasts of Rügen and Usedom. At the time of maximum ice extent at the end of January (Figure 3, ice chart no. 2 of 27 January 2006), level-ice thicknesses ranged from 10 to 25 cm. Temporarily fresh winds caused ice rafting up to 40-50 cm in the eastern navigation channels. On windward coasts, rafted ice was as high as 1 m.

cm. Durch zeitweise recht frische Winde wurde das Eis in den östlichen Fahrwassern bis zu einer Höhe von 40-50 cm zusammengeschoben. An den dem Wind zugewandten Küsten waren die Aufschiebungen sogar bis zu 1 m hoch. Im Greifswalder Bodden wurden Anfang März stellenweise (im Bereich Kleinstubber) Eisaufschiebungen von 3 bis 4 m Höhe gesichtet. In den Rostocker Fahrwassern wurden kleine Schiffe mit niedriger Maschinenleistung zeitweise behindert und mussten von Schlepper und Tonnenlegern unterstützt werden. Größere Probleme für die Schifffahrt bereitete das Eisvorkommen in den Küstengewässern Vorpommerns. Die Schifffahrt zu den Häfen Stralsund, Greifswald und Wolgast verlief in den aufgebrochenen Fahrrinnen und wurde vom Mehrzweckschiff ARKONA sowie von mehreren Schleppern und Tonnenlegern unterstützt. Die Nordzufahrt nach Stralsund, der südliche Peenestrom, der Peenefluß und das Kleine Haff wurden im Zeitraum vom 23. Januar bis Ende März für die Schifffahrt geschlossen.

Rafted ice of 3 – 4 m height was observed in some areas of the Greifswalder Bodden (Kleinstubber) in early March.

In the navigation channels of Rostock, small, low-powered ships temporarily had difficulties navigating and had to be assisted by towing vessels and buoy tenders.

Navigation in the ice-infested coastal waters of Vorpommern posed larger problems. Vessel traffic to the harbours of Greifswald, Stralsund, and Wolgast used channels broken through the ice; vessels were assisted by the multi-purpose vessel ARKONA, towing vessels, and buoy tenders. The northern approaches to Stralsund, i.e. the southern Peenestrom, the river Peene and Kleines Haff, were closed to navigation in the period from 23 January to the end of March.

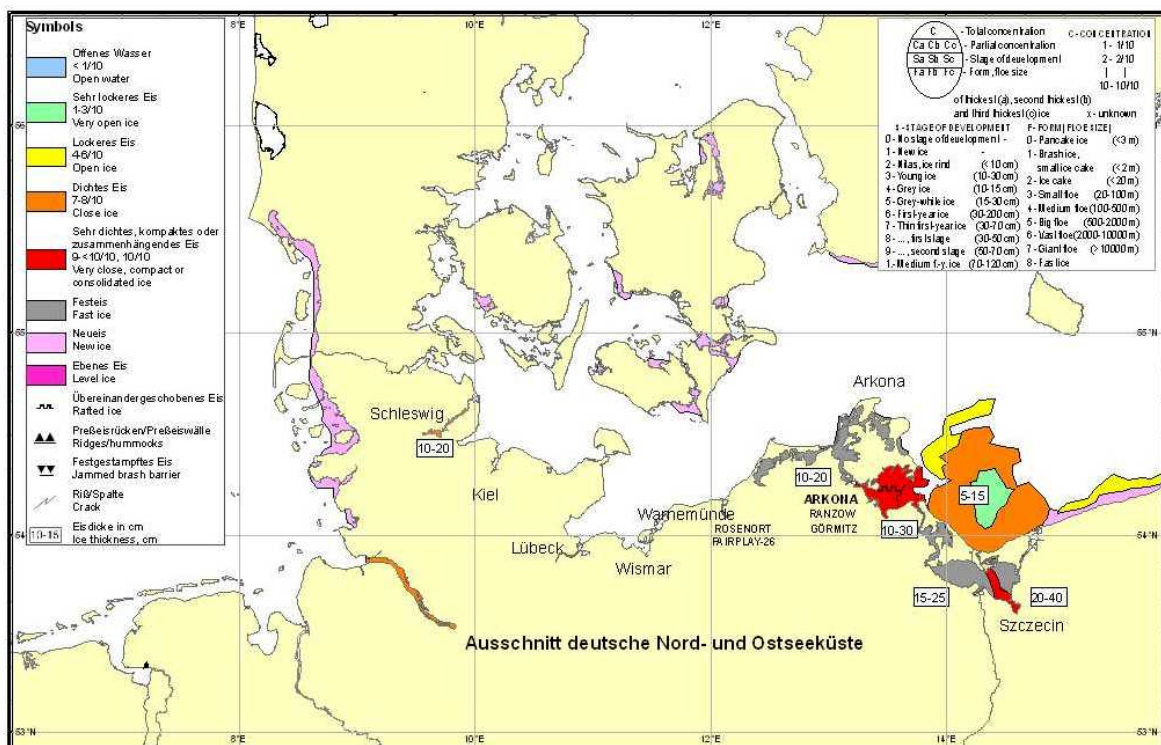


Abbildung 2.3. Eisverhältnisse in der südlichen und westlichen Ostsee und an der deutschen Nordseeküste um Zeitpunkt der maximalen Vereisung im Eiswinter 2005/06

Figure 2.3. Ice conditions in the southern and western Baltic Sea and on the German North Sea coast at the time of maximum ice coverage in the 2005/06 season

Der Eiswinter 2005/06 in den nördlichen Ostseebereichen

Betrachten wir das Erscheinen der Berichte (Amtsblatt) stellvertretend für die Länge der Eissaison in der Ostsee, so fing sie am 7.12.2005 an, etwa eine Woche später als das langjährige Mittel, und hörte am 24.5.2006 auf, welches etwa dem langjährigen Mittel entspricht. Wegen des späten Anfangs erschienen daher nur 116 Berichte, fünf weniger als im langjährigen Mittel. Vom Bericht für die westliche Ostsee ausgehend fing die Eissaison an der deutschen Küste am 18.1.2006 an und hörte am 29.3.2006 auf. Da die Berichte aber nicht sofort bei Auftreten des Eises anfangen und etwas vor dem Verschwinden der letzten Eisreste aufhören, ist die so definierte Eissaison natürlich etwas kürzer als die wahre.

Ab Ende November herrschte im Bereich des nördlichsten Ostseeraumes Dauerfrost, so dass Anfang Dezember in den inneren Schären der nördlichen Bottenvik und im Ostteil des Finnischen Meerbusens die Neueisbildung einsetzte. Im Laufe des Dezembers nahm die Eisbedeckung weiter zu, Neueisbildung setzte dann kurz nach Mitte Dezember im Rigaischen Meerbusen und Ende Dezember auch in den inneren Bereichen der deutschen Küste ein. Durch Einfluss etwas milderer Luft verlief in der ersten Januarhälfte die Eisentwicklung in dem südlichen Teil der Ostsee nur sehr langsam. Ende Januar kam es dann aber an der deutschen Ostseeküste zu zeitweise mäßigem bis sehr starkem Dauerfrost, in den Innenfahrwassern nahm das Eis deutlich zu und auf einigen von ihnen wurde die Schifffahrt eingestellt. Östlich von Rügen griff die Eisbildung auf die angrenzenden Seegebiete über, und auch an der Nordseeküste bildete sich in geschützten Bereichen dünnes Eis. Die winterliche Eisbedeckung an der deutschen Küste erreichte am 27.1. ihren Höhepunkt (Abbildung 2.3). Im nördlichen Bereich der Ostsee war es derweil relativ mild, und die Eisbedeckung nahm windbedingt sogar etwas ab. Im Laufe des Februars nahm die Eisbedeckung im nördlichen Ostseeraum dann wieder zu, und windbedingt kam es außerdem immer wieder zu Eisaufpressungen und Rinnenbildungen, während sich die Situation an den deutschen Küsten entspannte. Unter Einfluss polarer Luft bildete sich Anfang März in geschützten Abschnitten der deutschen Küste wieder Neueis, und die Eisbedeckung im nördlichen und mittleren Teil der Ostsee nahm weiter zu. In der zweiten Märzhälfte kam es zur maximalen Eisbedeckung der Ostsee (Abbildung 2.4). Der gesamte Bottnische, Finnische und Rigaische Meerbusen sowie der nördliche Teil der Nördlichen Ostsee waren von Eis bedeckt. Ende März/Anfang April brachten mehrere über die Ostsee hinweg ziehende Tiefdruckgebiete relativ milde Luft in den Ostseeraum, und in der zweiten Aprilwoche waren die Gewässer im südlichen Ostseeraum so gut wie eisfrei. Durch den raschen Eisrückgang, aber auch durch Winddrift, traten auch in den südlichen Bereichen des Rigaischen und Finnischen

The ice winter of 2005/06 in the northern region of the Baltic Sea

Assuming that the ice reports (Amtsblatt) published reflect the length of the Baltic Sea ice season, the ice season began on 7 December 2005, about one week later than the long-term mean, and ended on 24 May 2006, which corresponds approximately to the long-term mean. Because of the late beginning of the ice season, only 116 reports were issued, which is 5 issues less than the long-term mean. Based on the ice report (Deutsche Ostseeküste), the ice season on the German coast began on 18 January 2006 and ended on 29 March 2006. However, as the first ice report is not published immediately when first ice occurs and the last one is issued before the last remnants of ice have disappeared, the ice season defined in this way of course is somewhat shorter than the real one.

From the end of November, continuous frost prevailed in the northernmost part of the Baltic and led to new ice formation in the inner archipelagos of the northern Bay of Bothnia and in the eastern part of the Gulf of Finland in early December. In the course of December, the ice cover increased, and new ice began to form in the Gulf of Riga just after mid-December, and in the inner coastal waters of Germany in late December. However, due to inflows of milder air in the first half of January, the development of ice during this period was very slow in the southern Baltic. Then, at the end of January, moderate to very strong continuous frost set in on the German Baltic Sea coast, causing a marked growth of ice in the inner fairways, some of which had to be closed to navigation. East of Rügen, the ice spread to the adjacent sea areas, and thin ice also formed in sheltered sections of the North Sea coast. Ice coverage on the German coasts peaked on 27 January (Figure 2.3). At the same time, the weather was relatively mild in the northern Baltic area, and the ice cover even decreased slightly due to the prevailing winds. In the course of February, ice coverage in the northern Baltic increased again, including the formation of leads and ridges in response to the wind, while the situation along the German coast relaxed. Under the influence of polar air, new ice formed again in sheltered sections of the German coast in early March, and ice coverage in the northern and central parts of the Baltic Sea continued to increase. In the second half of March, the maximum ice coverage of the Baltic Sea was reached (Figure 2.4). The Gulfs of Bothnia, Finland, and Riga as well as the northern part of the northern Baltic Sea were covered completely with ice. In late March/early April, several low pressure systems tracked across the Baltic and brought relatively mild air to the area, and by the second week of April, the southern Baltic Sea waters were almost free of ice. Due to the rapid retreat of the ice, in connection with wind drift, large areas in the southern parts of the Gulfs of Riga and Finland were almost free of ice.

Meerbusens größere fast eisfreie Gebiete auf. Der stetige Eisrückgang setzte sich in den folgenden Wochen fort. Anfang Mai kam Eis nur noch im Saimaa Lake and north of 63°N, and on Saimaasee und nördlich von 63°N vor, und zum 26.5.2006 traten nur noch in der Bottenvik vereinzelt treibende Eisschollen und Eisblöcke auf.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISÜBERSICHTSKARTE Nr. 28
Jahrgang 79 Rostock, 16.03.2006

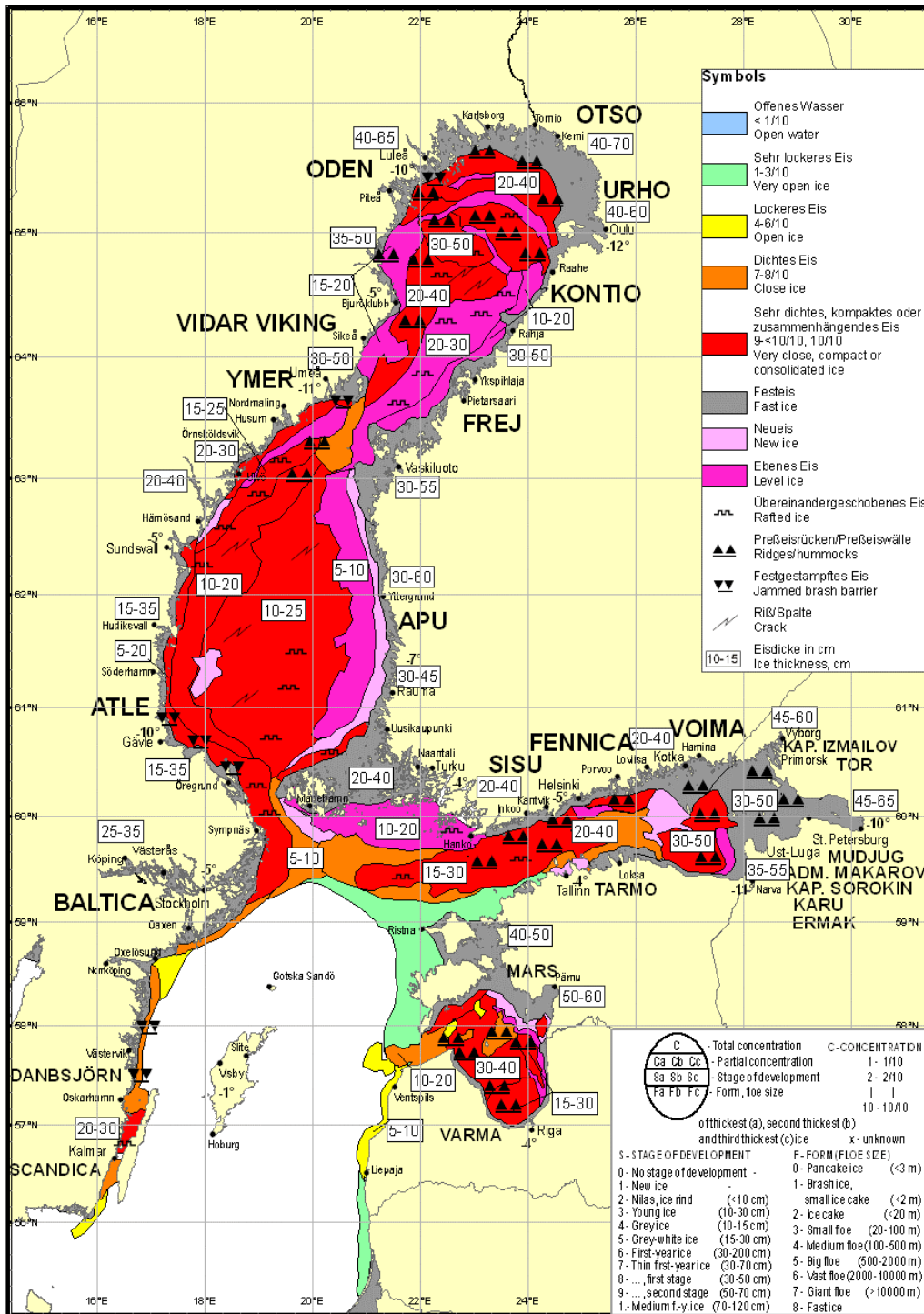


Abbildung 2.4. Eisübersichtskarte bei maximaler Vereisung der Ostsee im Eiswinter 2005/06
Figure 2.4. Ice chart showing maximum ice coverage of the Baltic Sea in the winter of 2005/06 (210 000 km², Finnish Ice Service, 2006)

Vergleich verschiedener Eisbedeckungen

Die Eisbedeckung wird auch im operationellen Model des BSH berechnet. Weiterhin kann man aus Satellitendaten die Eisbedeckung bestimmen. Da Messungen im visuellen und infraroten Bereich stark von Wolken beeinflusst sind, kommt für eine zeitlich kontinuierliche Abdeckung nur der Mikrowellenbereich in Frage. Die Messungen mit Hilfe aktiver Verfahren (z.B. Radarsat) sind im Allgemeinen sehr teuer und stehen außerdem nicht flächendeckend täglich zur Verfügung. Daher beschränken wir uns hier auf die passiven Messungen. Wir betrachten zwei Produkte, zum einem die Eisbedeckung aus SSMI Daten, zum anderen aus AMSR Daten. Die SSMI Eisbedeckung wurde mit dem NASA - Team -Verfahren berechnet, die Daten stammen vom NSDIC, (<http://nsidc.org/>). Die Eisbedeckung aus den AMSR Daten wurde mittels des „Artistic Sea Ice“ Verfahrens berechnet und stammen von der Universität Bremen (<http://www.seaice.de>). Der hier wichtigste Unterschied zwischen beiden Produkten ist die räumliche Auflösung. Sie beträgt beim SSMI Sensor (Frequenzen 19.3, 22.3, 36.5, 85.5 GHz) etwa 15km*13km (bei 85.5, bei 36.5GHz 37km*28km) und beim AMSR (Frequenzen 6.9, 10.7, 18.7, 23.8, 36.5 und 89.0 GHz) etwa 6km*4km (bei 89.0 GHz, bei 36.5Ghz 14km*8km).

Comparison of different ice coverages

The BSH's operational model is also used to compute ice coverage. Another method of determining the ice cover is based on satellite data. As the quality of measurements in the visual and infrared ranges is impaired considerably by the presence of clouds, continuous temporal coverage can only be achieved by using the microwave range. Measurements using active methods (e.g. Radarsat) generally are very expensive and do not provide complete coverage on a daily basis. Therefore, only passive measurements have been taken into account. We compare two products: ice coverage computed from SSMI data and that based on AMSR data. The SSMI ice coverage was computed using the NASA Team method; the data were obtained from NSIDC, at (<http://nsidc.org/>). Ice coverage based on the AMSR data was computed by means of the „Artistic Sea Ice“ method using data from Bremen University (<http://seaice.de>). The decisive difference between the two methods is their spatial resolution, which is about 15km*13km (at 85.5 GHz; at 36.5 GHz: 37km*28km) with the SSMI sensor (frequencies 19.3, 22.3, 36.5, 85.5 GHz), and about 6km*4km (at 89.0 GHz; at 36.5 GHz: 14km*8 km) using AMSR (frequencies 6.9, 10.7, 18.7, 23.8, 36.5, and 89.0 GHz).

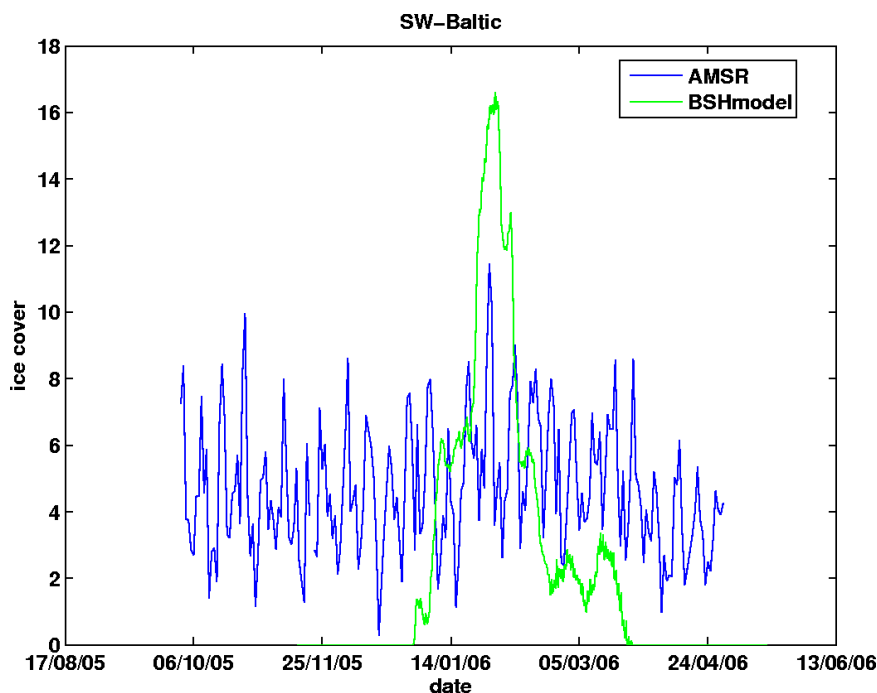


Abbildung 2.5. Eisbedeckung aus AMSR-E Daten (blau) und aus dem BSH Modell (grün) für die südwestliche Ostsee

Figure 2.5. Ice coverage from AMSR-E data (blue) and from BSH model data (green) for the southwestern Baltic Sea

Beide Verfahren haben Schwierigkeiten, in Küstennähe Eis zu detektieren, bzw. in Küstennähe wird auch Eis gefunden, wenn gar keines vorhanden ist. So wird im Sommer in der Ostsee östlich von 15°E von beiden Verfahren Eis diagnostiziert, bei SSMI etwa viermal so viel wie bei AMSR. Der Faktor vier entspricht auch etwa dem Unterschied in der Fläche der Footprints. Weiterhin wird sehr lockeres Eis oder Neueis manchmal nicht detektiert.

Wegen des großen Einflusses der Küsten sind die Satellitendaten in dieser Form in der südwestlichen Ostsee (Abbildung 2.5) nicht zu gebrauchen. Der höchste Peak in den AMSR Daten stimmt zwar zeitlich mit dem Maximum der Eisbedeckung im Modell überein, ist im Rauschen aber nicht signifikant von anderen Peaks verschieden, so dass die Übereinstimmung auch nur reiner Zufall sein könnte. Betrachtet man aber nur den Bereich östlich von 15°E (Abbildung 2.6), so ist zum einem das Verhältnis Küstenzone – offenes Meer kleiner und die Eisbedeckung des offenen Wassers größer, so dass hier die Satellitendaten gut zu gebrauchen sind. Bei höherer Eisbedeckung stimmen die SSMI und AMSR Daten gut überein, SSMI gibt etwas höhere Werte, was höchstwahrscheinlich durch den größeren Küsteneinfluss bedingt ist. Ist die Eisbedeckung erst einmal groß genug, um in den AMSR Daten gut erkennbar zu sein, so ist die Eisbedeckung im Modell immer größer als die Eisbedeckung aus den AMSR Daten. Ein Grund dafür ist wohl die Tatsache, dass AMSR sehr lockeres Eis nicht erkennen kann; diese Gebiete fehlen dann im Vergleich zu dem Modell. Aber auch das Modell ist nicht perfekt.

Both methods have difficulties detecting ice close to the coast, i.e. they may also detect ice in coastal waters although there is none. For example, in summer, both methods detected ice in the Baltic Sea east of 15°E, SSMI indicating about four times the quantity detected by AMSR. The factor four corresponds more or less to the difference in the footprint size. Besides, very open ice or new ice sometimes fails to be detected at all.

Because of the considerable influence of the coasts, satellite data in this form is unsuitable for use in the area of the southwestern Baltic Sea (Figure 2.5). Although the highest peak in the AMSR data temporally matches the modelled maximum of ice coverage, this match may be mere coincidence because it does not differ significantly from other peaks within the noise. However, considering only the area east of 15°E (Figure 2.6), the ratio between coastal zone and open sea is smaller and the ice cover of the open water larger, so that the satellite data are well suitable in this area. With larger ice coverage, there is a good match between SSMI data and AMSR data, although SSMI produces slightly higher values, probably due to the greater influence of the coast. Once the ice coverage is large enough to be easily detected in the AMSR data, the modelled ice cover is always larger than that derived from the AMSR data. This may be attributable to the fact that open ice cannot be detected and these areas are missing, in contrast to the model. But the model, too, has its deficiencies.

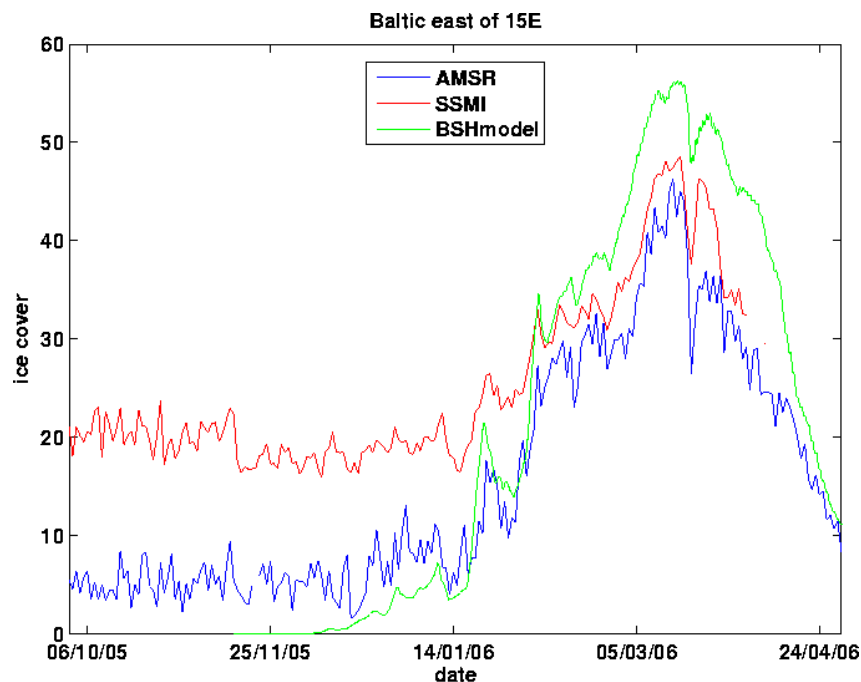


Abbildung 2.6. Eisbedeckung der Ostsee östlich von 15°O aus AMSR (blau), SSMI (rot) und BSH-Modell (grün) Daten
 Figure 2.6. Ice coverage of the Baltic Sea east of 15°E computed from AMSR (blue), SSMI (red), and from BSH model data (green)

Obwohl SSMI - Daten in der Ostsee für die Bestimmung der Eisbedeckung schlechter sind als AMSR Daten, haben sie aber den Vorteil, schon länger, seit 1987 im Vergleich zu 2003 für die AMSR - Daten, verfügbar zu sein. In dieser längeren Zeitreihe (Abbildung 2.7) erkennt man, dass seit 1987 nur drei Winter (1993/94, 1995/96 und 2002/03) eine höhere Eisbedeckung als der Eiswinter 2005/06 aufwiesen. In der südwestlichen Ostsee (ohne Abbildung) ist als einziges klares Signal der Winter 1995/96 vom Rauschen zu unterscheiden.

While SSMI data may be less suitable for the determination of ice coverage of the Baltic Sea than AMSR data, they have the advantage of covering a longer period of time than the AMSR data, with data available from 1987 as compared to 2003. It is apparent from this longer time series (Figure 2.7) that only three winter seasons (1993/94, 1995/96, and 2003/04) since 1987 had a larger ice coverage than the ice winter of 2005/06. In the southwestern Baltic (no Figure), the only clear signal among the noise is the winter of 1995/96.

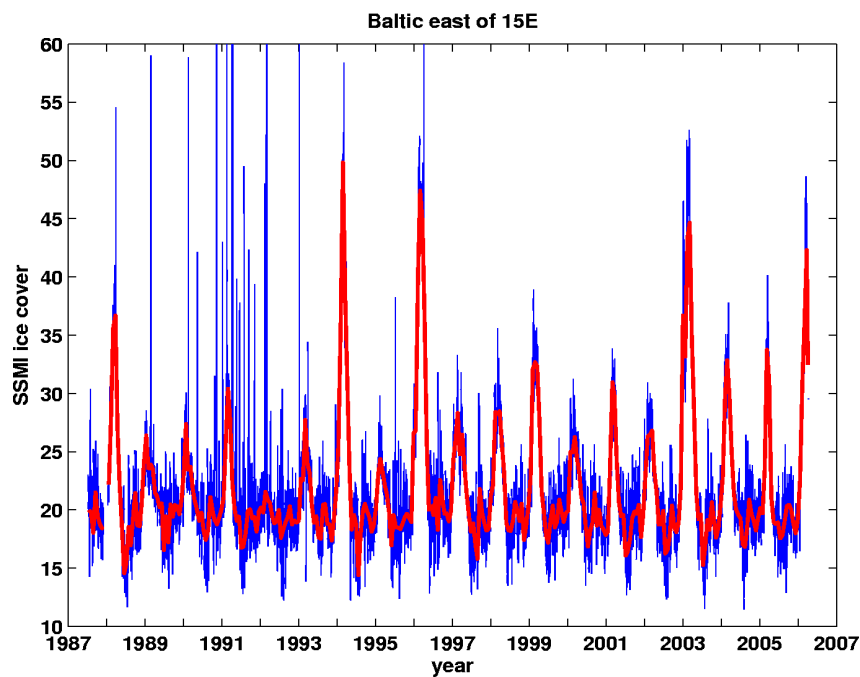
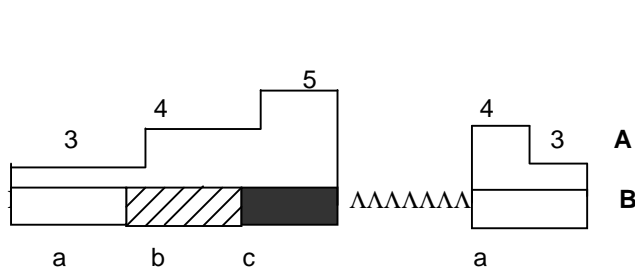
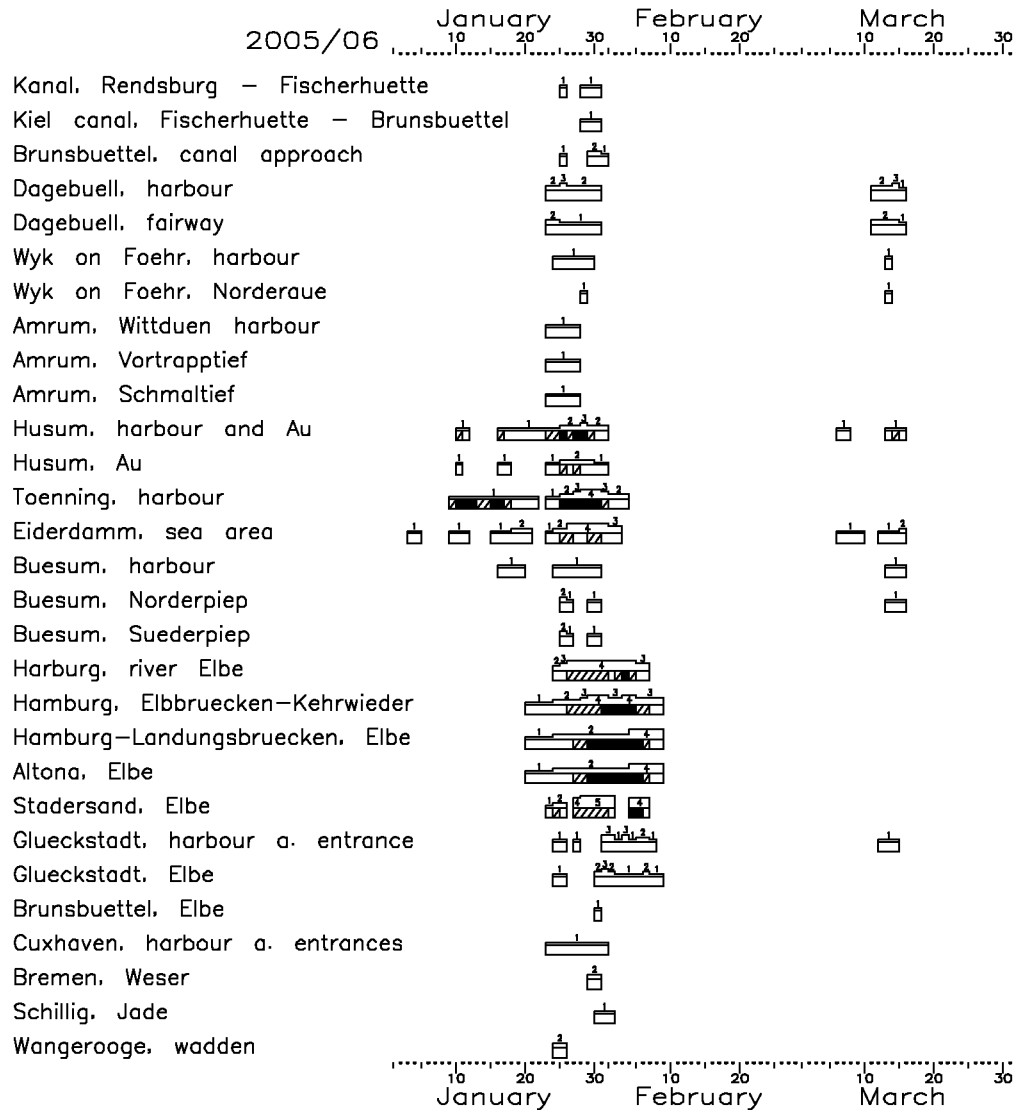


Abbildung 2.7. Eisbedeckung der Ostsee östlich von 15° aus SSMI Daten (tägliche Werte blau, geglättete Werte rot)
 Figure 2.7. Ice coverage of the Baltic Sea east of 15°E computed from SSMI data (daily values blue, smoothed values red)

Anhang 2.1. Bedeckungsgrad und Dicke des Eises in den Gewässern der deutschen Nordsee- und Ostseeküste im Winter 2005/06

Annex 2.1. Concentration and thickness of ice in the waters of the German North Sea and Baltic Sea coasts in the winter of 2005/06

NORDSEEKÜSTE / NORTH SEA COAST



A – Eisdicke / Ice thickness

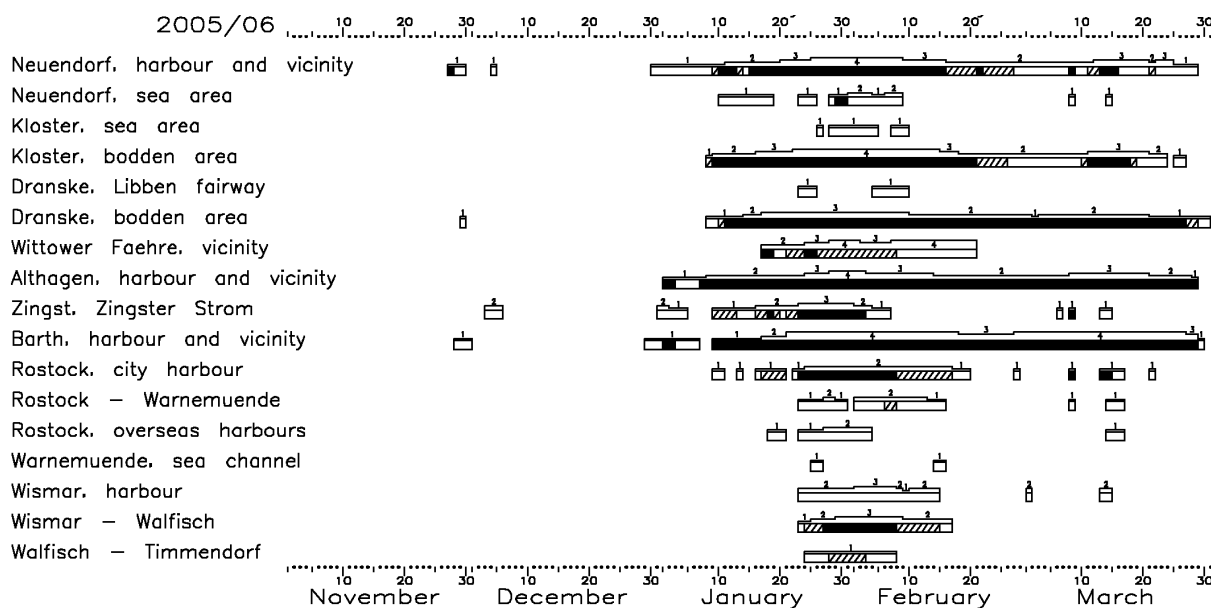
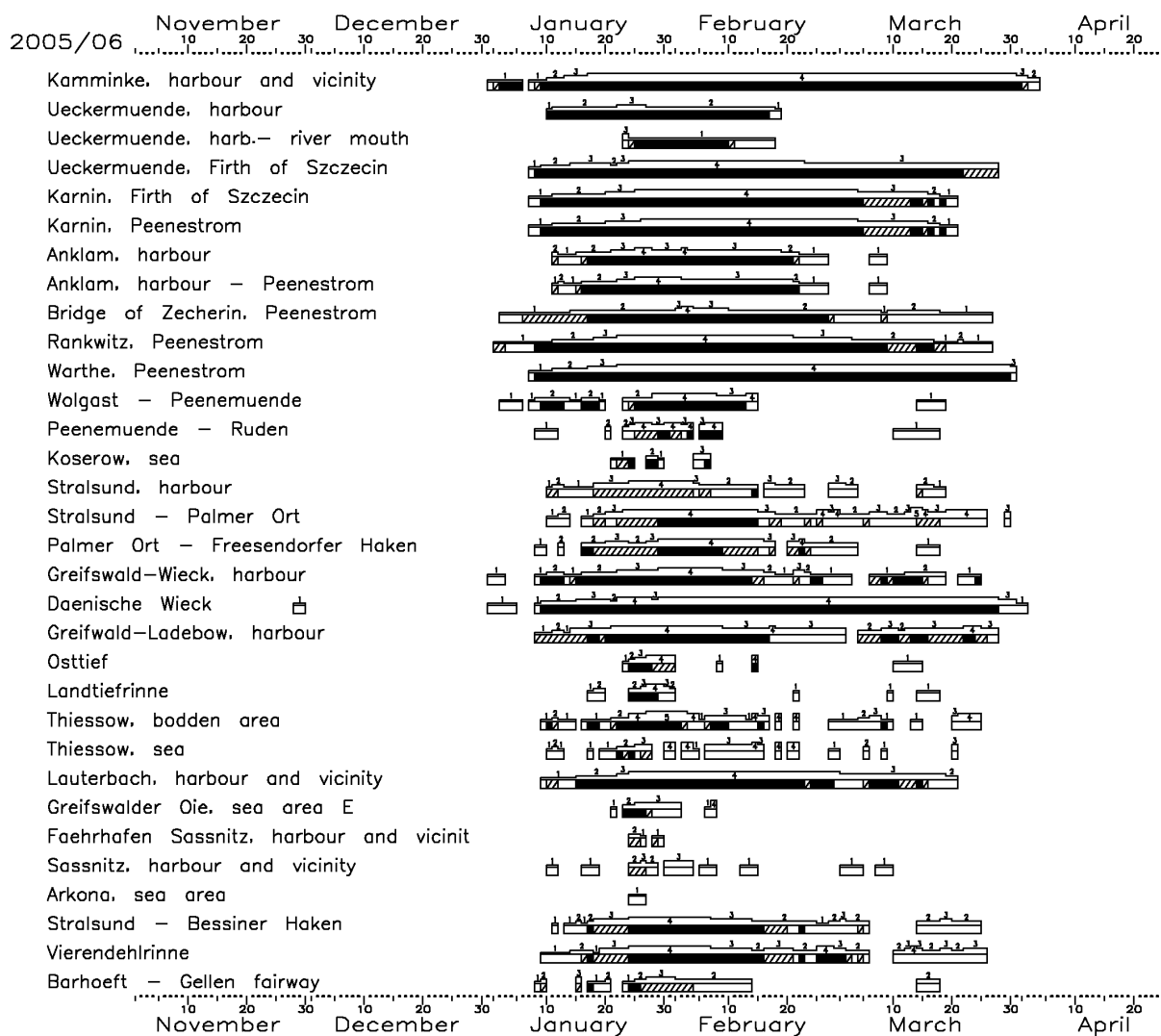
- 1: < 5 cm 2: 5-10 cm
- 3: 11-15 cm 4: 16-30 cm
- 5: 31-50 cm

B – Bedeckungsgrad / Ice concentration

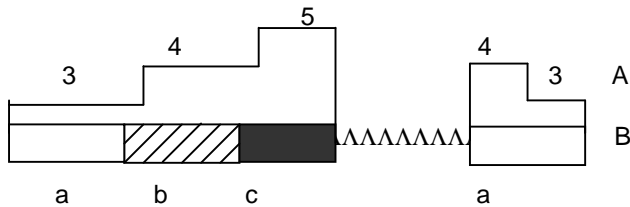
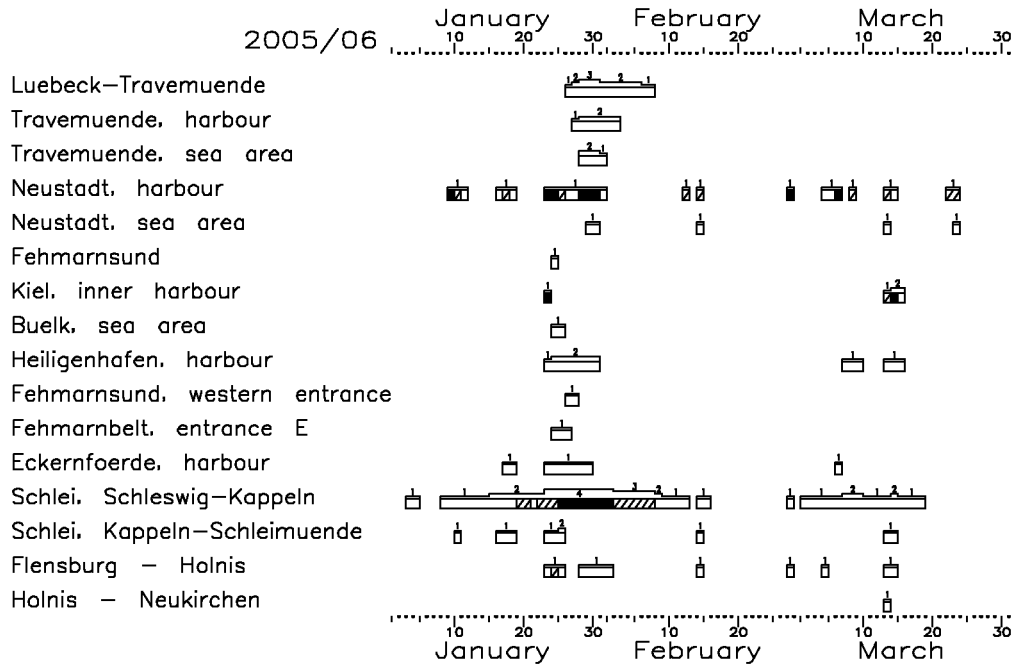
- a: < 7/10 b: 7/10-8/10
- c: 9/10-10/10

ΛΛΛΛΛ – aufgedruesstes Eis / ridged ice

OSTSEEKÜSTE / BALTIC SEA COAST



OSTSEEKÜSTE (Fortsetzung)
BALTIC SEA COAST (continued)



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

Anhang 2.2. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nord- und Ostseeküste im Winter 2005/06

Annex 2.2: Ice conditions in the waters of the German North and Baltic Sea coasts in the winter of 2005/06

NORDSEEKÜSTE / NORTH SEA COAST

Observation stations	Beginning if ice occurrence	End of ice occurrence	Number of days with ice	Max. thickness of level ice, cm
Canal, Rendsburg – Fischerhütte	25.1	30.1	4	< 5
Canal, Fischerhütte – Brunsbüttel	28.1	30.1	3	< 5
Brunsbüttel, canal approach	25.1	31.1	4	5
Dagebüll, harbour	23.1	15.3	13	10-15
Dagebüller fairway	23.1	15.3	13	5-10
Wyk on Föhr, harbour	24.1	13.3	7	3
Wyk on Föhr, Norderaue	28.1	13.3	2	2
Amrum, harbour Wittdün	23.1	27.1	5	5
Amrum, Vortrapptief	23.1	27.1	5	< 5
Amrum, Schmaltief	23.1	27.1	5	< 5
Husum, harbour	10.1	15.3	23	10
Husum, Au	10.1	31.1	12	10
Tönning, harbour	9.1	3.2	25	10-15
Eiderdamm, sea area	3.1	15.3	30	8-25
Büsum, harbour	16.1	15.3	14	3
Büsum, Norderpiep	25.1	15.3	7	5
Büsum, Süderpiep	25.1	30.1	4	5
Harburg, river Elbe	24.1	6.2	14	15-20
Hamburg, Elbbrücken-Kehrwieder	20.1	8.2	20	20
Hamburg-Landungsbrücken, Elbe	20.1	8.2	20	10-25
Altona, Elbe	20.1	8.2	20	10-25
Stadersand, Elbe	23.1	6.2	12	15-30
Glückstadt, harbour and entrance	24.1	14.3	14	10-15
Glückstadt, Elbe	24.1	8.2	12	10-15
Brunsbüttel, Elbe	30.1	30.1	1	< 5
Cuxhaven, harbour and entrances	23.1	31.1	9	2
Bremen, Weser	29.1	30.1	2	5-10
Schilling, Jade	30.1	1.2	3	< 5
Wangerooge, Wadden	24.1	25.1	2	5-10

OSTSEEKÜSTE / BALTIC SEA COAST

Observation stations	Beginning of ice occurrence	End of ice occurrence	Number of days with ice	Max. thickness of level ice, cm
Kamminke, harbour and vicinity	31.12.05	3.4.06	93	26
Ueckermünde, harbour	10.1.06	18.2.06	40	5-10
Ueckermünde, Hafen – Ueckermündung	23.1.06	17.2.06	26	5-15
Ueckermünde, Szczecin Lagoon	7.1.06	27.3.06	80	20
Karnin, Szczecin Lagoon	7.1.06	20.3.06	73	20
Karnin, Peenestrom	7.1.06	20.3.06	73	20
Anklam, harbour	11.1.06	8.3.06	50	15
Anklam, harbour – Peenestrom	11.1.06	8.3.06	50	17
Bridge of Zecherin, Peenestrom	2.1.06	26.3.06	84	15-20
Rankwitz, Peenestrom	1.1.06	26.3.06	85	25
Warthe, Peenestrom	7.1.06	30.3.06	83	24
Wolgast – Peenemünde	2.1.06	18.3.06	45	25
Peenemünde – Ruden	8.1.06	17.3.06	29	20-25
Koserow, sea area	21.1.06	6.2.06	10	10-15
Stralsund, harbour	10.1.06	18.3.06	53	25
Stralsund – Palmer Ort	10.1.06	29.3.06	74	30-40
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	8.1.06	17.3.06	52	30
Greifswald-Wieck, harbour	31.12.05	24.3.06	74	20
Dänische Wiek	28.11.06	1.4.06	91	27
Greifswald-Ladebow, harbour	8.1.06	27.3.06	77	15-30
Osttief	23.1.06	14.3.06	16	15-20
Landtiefrinne	17.1.06	17.3.06	17	15-20
Thiessow, Boddengebiet	9.1.06	24.3.06	58	20
Thiessow, sea area	10.1.06	20.3.06	36	10-20
Lauterbach, harbour and vicinity	9.1.06	20.3.06	71	20
Greifswalder Oie, sea area E	21.1.06	7.2.06	13	10-15
Fährhafen Sassnitz, harbour and vicinity	24.1.06	29.1.06	5	5-10
Fährhafen Sassnitz, sea area				
Sassnitz, harbour and vicinity	10.1.06	9.3.06	28	10-15
Sassnitz, sea area				
Arkona, sea area	24.1.06	26.1.06	3	5
Stralsund – Bessiner Haken	11.1.06	24.3.06	64	20
Vierendehlrinne	9.1.06	25.3.06	72	25
Barhöft – Gellen fairway	8.1.06	17.3.06	33	10-15
Neuendorf, harbour and vicinity	27.11.06	28.3.06	93	20
Neuendorf, sea area	10.1.06	14.3.06	26	5-10
Kloster, sea area	26.1.06	9.2.06	12	5
Kloster, bodden area	8.1.06	26.3.06	77	20
Dranske, Libben fairway	23.1.06	9.2.06	9	5
Dranske, bodden area	29.11.06	30.3.06	83	10-15
Wittower Fähre, vicinity	17.1.06	20.2.06	35	10-20
Althagen, harbour and vicinity	1.1.06	28.3.06	87	16
Zingst, Zingster Strom	3.12.06	14.3.06	41	12
Zingst, sea area				
Barth, harbour and vicinity	28.11.06	29.3.06	92	25
Rostock, city harbour	9.1.06	21.3.06	44	5-10
Rostock – Warnemünde	23.1.06	16.3.06	27	5-10
Rostock, overseas harbours	18.1.06	16.3.06	18	5-10
Warnemünde, sea channel	25.1.06	15.2.06	4	5

OSTSEEKÜSTE (Fortsetzung)
BALTIC SEA COAST (continued)

Observation stations	Beginning of ice occurrence	End of ice occurrence	Number of days with ice	Max. thickness of level ice, cm
Warnemünde, sea area				
Approach buoy Rostock, sea N				
Wismar, harbour	23.1.06	14.3.06	26	10
Wismar – Walfisch	23.1.06	16.2.06	25	10-15
Walfisch – Timmendorf	24.1.06	7.2.06	15	5
Timmendorf – Approach buoy Wismar				
Lübeck – Travemünde	26.1.06	7.2.06	13	10
Travemünde, harbour	27.1.06	2.2.06	7	5-10
Travemünde, sea area	28.1.06	31.1.06	4	5-10
Neustadt, harbour	9.1.06	23.3.06	26	5
Neustadt, sea area	29.1.06	23.3.06	5	5
Fehmarnsund	24.1.06	24.1.06	1	< 5
Kiel, inner harbour	23.1.06	15.3.06	4	5-10
Holtenau – Laboe				
Bülk, sea area	24.1.06	25.1.06	2	< 5
Kiel lighthouse, sea towards NE				
Kiel lighthouse, sea towards E				
Heiligenhafen, harbour	23.1.06	15.3.06	14	5-10
Fehmarnsund, western entrance	26.1.06	27.1.06	2	< 5
Westermarkelsdorf, sea area				
Marienleuchte, sea area				
Fehmarnbelt, entrance E	24.1.06	26.1.06	3	< 5
Eckernförde, harbour	17.1.06	6.3.06	10	< 5
Eckernförde, bight				
Schlei, Schleswig – Kappeln	3.1.06	18.3.06	59	15-30
Schlei, Kappeln – Schleimünde	10.1.06	14.3.06	10	5
Flensburg – Holnis	23.1.06	14.3.06	13	5
Holnis – Neukirchen	13.3.06	13.3.06	1	< 5
Neukirchen – Kalkgrund lighthouse				

3. Der Eiswinter 2006/07 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten The Ice Winter of 2006/2007 on the German North and Baltic Sea Coasts

Natalija Schmelzer

Der Eiswinter 2006/07 ergab an den deutschen Küsten eine sehr schwache Eissaison. Die Nordseeküste blieb vollkommen eisfrei. An der Ostseeküste führten kurze Kälteperioden Ende Januar und im Februar zu einer unbedeutenden Eisbildung in der inneren Schlei sowie in den geschützten und flachen Bereichen der Boddengewässer Mecklenburg-Vorpommerns. Somit ist der Wert der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die beiden Küsten gleich Null. Die Stellung des Eiswinters 2006/07 in der seit 1896/97 bestehenden Beobachtungsreihe geht aus der Abbildung 3.1 hervor. Vergleichbare Winter im Zeitraum von 1897 bis 2007, in denen bis auf die innere Schlei keine der 13 Klimastationen (Abbildungen 1 und 2) von der Eisbildung betroffen waren, sind die Eiswinter 1897/98, 1943/44, 1987/88, 1988/89, 1989/90, 1991/92 und 1999/2000.

The ice winter of 2006/07 on the German coasts was very weak. The North Sea coast remained completely free of ice. Short cold spells in late January and early February on the Baltic coast led to insignificant ice formation in the inner Schlei waters and in shallow, sheltered areas of the Bodden waters in Mecklenburg-Vorpommern. The value of the accumulated areal ice volume thus is zero on both coasts. The ranking of the ice winter of 2006/07 in the observation series starting in 1896/97 is shown in Figure 3.1. Comparable winter seasons in the period from 1897 to 2007, in which none of the 13 climate stations (Figures 1 and 2) except that in the inner Schlei recorded any ice formation, were the ice winters of 1897/98, 1943/44, 1987/88, 1988/90, 1991/92, and 1999/2000.

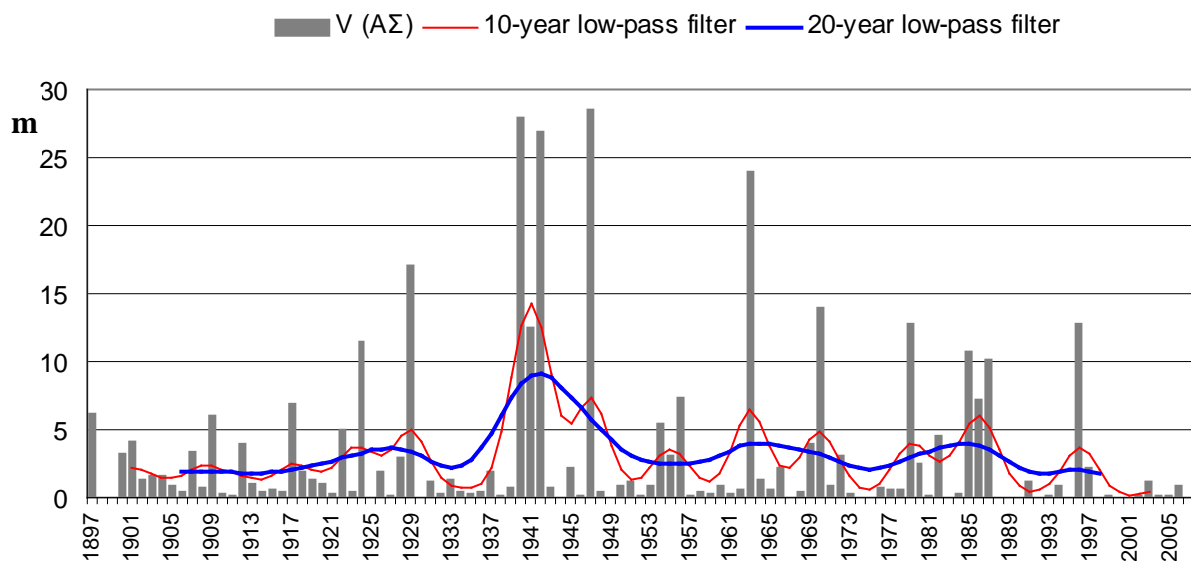


Abbildung 3.1. Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme (deutsche Ostseeküste)
Figure 3.1. Distribution of accumulated areal ice volume (German Baltic coast)

Der Winter 2006/07 war außergewöhnlich mild (Lefebvre, 2008). Die warme Witterung hielt in allen Wintermonaten an (siehe Monatsmittelwerte der Lufttemperatur und deren Abweichungen vom langjährigen Mittel in Tabelle 3.1). Die Kälteperioden waren sehr kurz und traten mit überwiegend leichtem Frost Ende Januar und an einigen Februartagen auf (siehe Abbildung 3.2). Das Wasser kühlte sich unter diesen Bedingungen zu keinem Zeitpunkt bis zur Gefrierbereitschaft ab. Lediglich in der inneren Schlei und in Küstennähe einiger geschützt liegender Bereiche der

The winter of 2006/2007 was exceptionally mild (Lefebvre, 2008). The warm weather continued throughout the winter season (see monthly air temperature mean values and their deviation from long-term means in Table 3.1). The cold spells were very short, with mostly mild frost at the end of January and a few days in February (see Figure 3.2). Under these conditions, water temperatures never dropped low enough for the freezing process to begin. Some new ice lasting a few days was only reported in the inner Schlei waters and in the sheltered Bodden lagoons of Mecklenburg-

Vorpommerschen Boddengewässer bildete sich an wenigen Tagen Neueis (vgl. Tabelle 3.2). Die Schifffahrt wurde im Winter 2006/07 nicht behindert.

Vorpommern, close to shore (see Table 3.2). Ice did not cause any obstructions to navigation in the winter of 2006/07.

Tabelle 3.1. Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2006/07 und ihre Abweichung (in K) vom Klimamittel 1961 bis 1990 (Angaben des DWD)

Table 3.1. Monthly mean air temperature values (°C) in the winter of 2006/07 and their deviation (in K) from the 1961 - 1990 climatic mean (data from the German Meteorological Service)

Station	November		December		January		February		March	
	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K
Schleswig	7.7	2.8	6.6	4.9	5.4	5.1	3.4	2.8	6.7	3.9
Greifswald	7.8	3.2	6.4	5.3	5.3	5.9	2.4	2.4	6.6	3.9

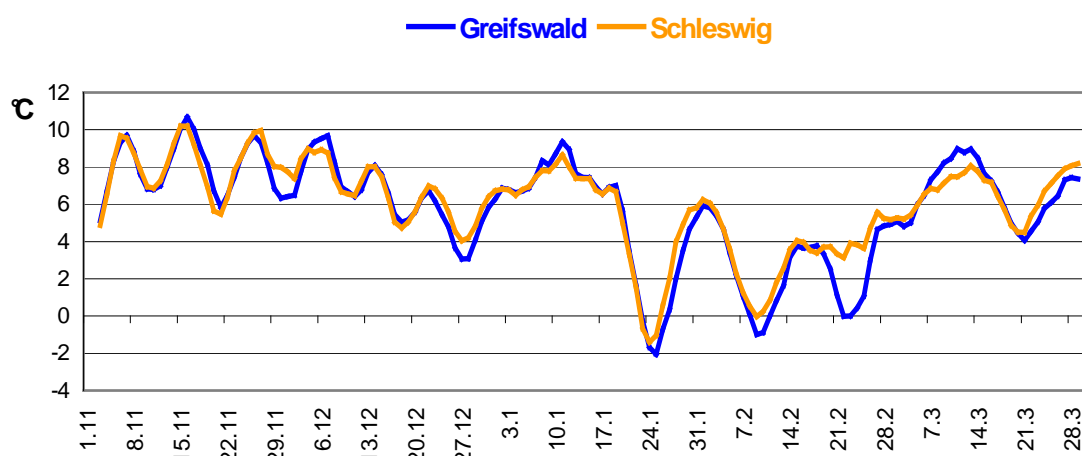


Abbildung 3.2. Übergreifende 5-Tagemittel der Lufttemperatur im Winter 2006/07 (entsprechend der Daten des Deutschen Wetterdienstes)

Figure 3.2. 5-day running means of air temperature in the winter of 2006/07 (data from the German Meteorological Service)

Tabelle 3.2. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2006/07

Table 3.2. Ice conditions in the waters of the German Baltic Sea coast in the winter of 2006/07

Observation stations	Beginning of ice occurrence	End of ice occurrence	Number of days with ice	Max. ice thickness, cm
Dänische Wiek	24.01.	12.02.	2	1
Neuendorf, harbour and vicinity	24.02.	27.02.	4	< 5
Neustadt, harbour	24.01.	24.01.	1	2
Schlei, Schleswig – Kappeln	25.01.	08.02.	2	2

Auch im nördlichen Ostseeraum war hinsichtlich der Ausdehnung des Eises ein milder Eiswinter zu verzeichnen. Der Vereisungshöchststand trat mit einer Fläche von maximal 139.000 km² (Finnish Ice Service, 2007) Ende Februar auf. Die regelmäßige Herausgabe der gedruckten Eisberichte und Eiskarten für den Ostseeraum begann erst am 8. Januar 2007 (mittlerer Termin für den Zeitraum 1961 – 2006: 28.11.) und endete

Also in the northern Baltic Sea region, the observed extent of ice indicated a mild ice winter. The maximum extent of the ice cover was 139,000 km² (Finnish Ice Service, 2007), recorded in late February. This winter season, regular publication of printed ice reports and ice charts began as late as 8 January 2007 (average date in 1961 – 2006: 28 November) and ended on 21 May 2007 (average date in 1961 – 2006: 25 May) with only 93 reports

nach nur 93 Berichtsausgaben (mittlere Anzahl für den Zeitraum 1961 – 2006: 121) am 21. Mai 2007 (mittlerer Termin für den Zeitraum 1961 – 2006: 25.05.). Dieser Eiswinter war somit in allen Gebieten des nördlichen Ostseeraumes einer der kürzesten seit 1960/61.

Die Zeitreihe der maximalen Eisausdehnung in der Ostsee reicht bis zum Jahr 1720 zurück und erfasst 288 Winter. Die maximale Eisbedeckung variierte in diesem Zeitraum zwischen 52.000 km² und 422.000 km², der Durchschnittswert beträgt 218.000 km². Etwa 1/3 aller Eiswinter in dieser Reihe waren milder als der Winter 2006/07. Der bis jetzt mildeste Winter war der Eiswinter 1988/89 mit einer Maximaleisfläche von 52.000 km² zum Zeitpunkt des Vereisungshöchststandes.

Die Eisbildung in der nördlichen Bottenvik verlief zum Beginn der Eissaison ganz normal. In der dritten Oktoberdekade (vgl. Abbildung 3.3) kam der nördliche Ostseeraum unter Einfluss arktischer Polarluft. Eine länger andauernde Frostperiode führte in der nördlichen Bottenvik zu einer raschen Abkühlung der Küstengewässer. An der N-Küste der Bottenvik bildete sich daher in den ersten Novembertagen in den inneren Schären das erste Eis. Der mittlere Beginn des Eisauftretens liegt an der schwedischen Küste bei Luleå um den 20. November (der früheste Zeitpunkt war am 20. Oktober und der späteste am 19. Dezember) und im finnischen Hafen Ajos um den 12. November (9. Oktober – 19. Dezember). Auch die Wassertemperaturen im nördlichen Seebereich der Bottenvik näherten sich den Mittelwerten an, lagen jedoch noch Ende Oktober etwa 2 K über dem langjährigen Mittel. Wegen des ständig abwechselnden Zustroms kalter Polarluft von Norden und sehr milder atlantischer Luftmassen aus westlichen Richtungen konnte sich jedoch die Eisbildung im nördlichen Ostseeraum im November und Dezember nicht der Jahreszeit entsprechend fortsetzen.

Anfang Januar beschränkte sich das Eisvorkommen in der Bottenvik auf die inneren Schärenbereiche zwischen Piteå und Oulu sowie im Finnischen Meerbusen auf die innere Vyborgbucht und den östlichsten Teil der Kronstadtbucht (siehe Abbildung 3.4). Dieser Vereisungszustand wird normalerweise bereits in der zweiten Novemberhälfte erreicht. Die ersten Schifffahrtsbeschränkungen im Winter 2006/07 traten in den finnischen Häfen Tornio, Kemi und Oulu mit Wirkung vom 15. Januar in Kraft. Normalerweise ist damit etwa ab Mitte Dezember zu rechnen.

issued (average number in 1961 – 2006: 121 issues). This ice season thus was the shortest one since the winter of 1960/61 in all areas of the northern Baltic Sea region.

The long-term series of recorded maximum extents of ice cover in the Baltic Sea dates back to the year 1720 and covers 288 winter seasons. During this time, the seasonal maximum extent varied between 52,000 km² and 422,000 km², with an average of 218,000 km². About one third of all ice winters in this series were milder than the winter of 2006/07. Up to now, the mildest ice winter ever recorded was that of 1988/89, when only 52,000 km² of water was covered with ice at the time of maximum ice extent. Ice formation in the northern part of the Bay of Bothnia was normal at the beginning of the ice season. In the third decade of October (see Figure 3.3), the northern Baltic region came under the influence of Arctic polar air. A rather long freezing spell caused rapid cooling of the coastal waters in the northern Bay of Bothnia, which led to first ice formation in the inner skerries. The average date of first ice formation on the Swedish coast, at Luleå, is around 20 November (the earliest date being 20 October and the latest one 19 December), and in the Finnish harbour of Ajos 12 November (9 October – 19 December). Also water temperatures in the northern offshore waters of the Bay of Bothnia came close to the mean values, after having been about 2 K above the long-term mean as late as the end of October. However, due to alternating inflows of cold polar air from the north and very mild Atlantic air masses from westerly directions, ice formation in the northern Baltic region did not show its normal seasonal development during November and December.

In early January, ice formation in the Bay of Bothnia was limited to the waters of the inner skerries between Piteå and Oulu, and in the Gulf of Finland to the inner Vyborg Bay and the easternmost part of Kronstadt Bay (see Figure 3.4). This stage of ice development is normally reached as early as the second half of November. The first restrictions to navigation in the winter of 2006/07 concerned the Finnish harbours of Tornio, Kemi, and Oulu, and entered into force on 15 January. The normal date would be about mid-December.

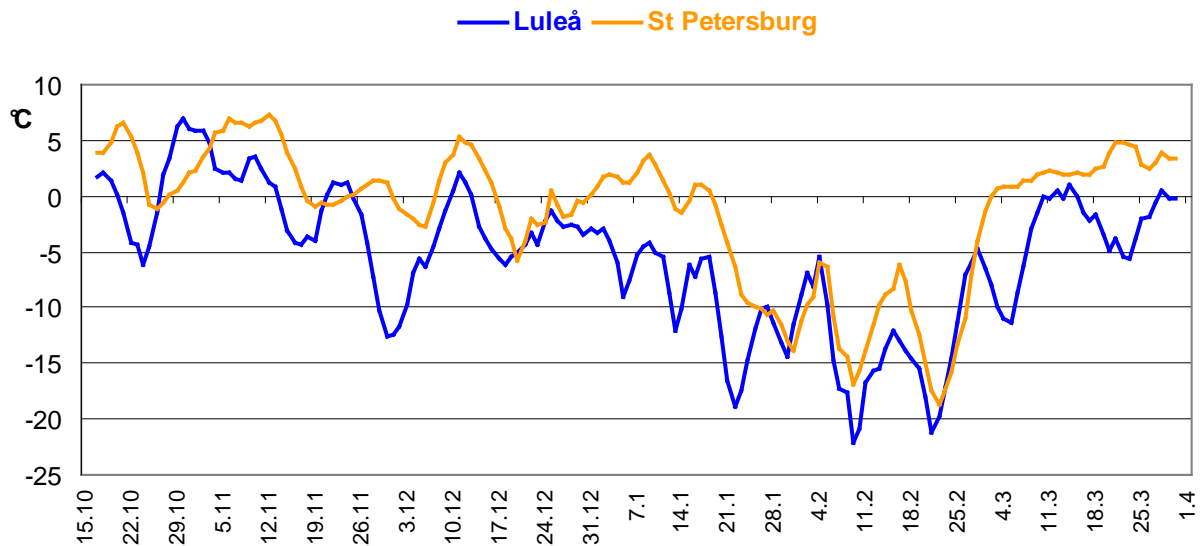


Abbildung 3.3. Übergreifende 5-Tagemittel der Lufttemperatur, gemessen um 6 Uhr, im Winter 2006/07
 Figure 3.3. 5-day running means of air temperatures in the winter of 2006/07, measured at 6 a.m.

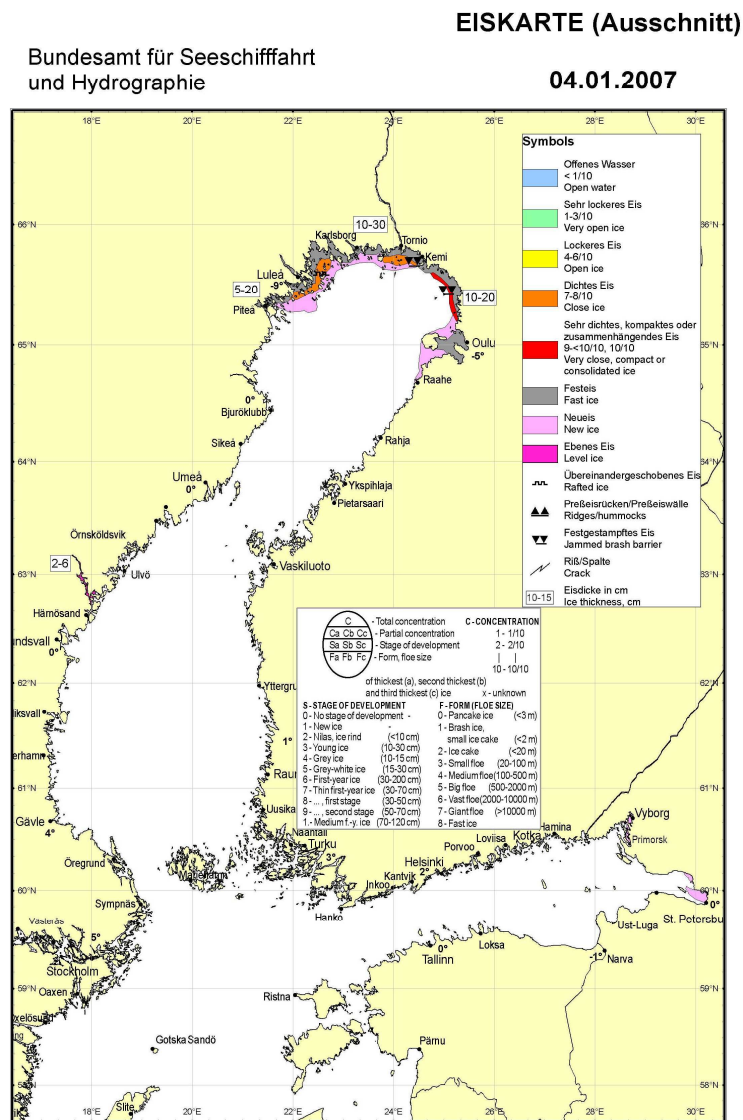


Abbildung 3.4. Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum am 4. Januar 2007
 Figure 3.4. Ice conditions in the northern region of the Baltic Sea on 4 January 2007

Die eisbildungsfördernde Kälteperiode, die bis in den März hinein anhielt, begann in der Bottenvik Anfang Januar und im Finnischen Meerbusen in der zweiten Januardekade. Die Eisentwicklung schritt dann kontinuierlich aber erst langsam voran, intensivierte sich im Februar und erreichte ihren Höchststand in der ersten Märzdekade (siehe Abbildung 3.5). Die Bottenvik, Norra Kvarken und das Schärenmeer waren zu diesem Zeitpunkt vollkommen mit Eis bedeckt. Im Finnischen Meerbusen blieb nur ein etwa 10 bis 20 Seemeilen breiter Gürtel entlang der estnischen Küste eisfrei. Im Rigaischen Meerbusen beschränkte sich die Eisbedeckung auf den Nordteil und in der Bottensee auf die breiteren Küsteneisgürtel.

Die maximalen Eisdicken des Schärenfesteises erreichten im Vereisungshöchststand Werte von 40-75 cm in der nördlichen Bottenvik, 15-40 cm im Norra Kvarken, 10-45 cm in der Bottensee, 30-45 cm im östlichen Finnischen Meerbusen, 15-35 cm im Moonsund und in der Pärnubucht des Rigaischen Meerbusens. Das überwiegend 20-35 cm dicke Treibeis im Seegebiet der Bottenvik wurde örtlich zu schwierigen Presseisrücken zusammengeschoben, die die Schifffahrt zeitweise erheblich behinderten. Die See im Ostteil des Finnischen Meerbusens war zum Vereisungshöhepunkt mit 15-35 cm dickem, sehr dichtem und aufgepresstem Eis bedeckt: im Westteil trat 5-20 cm dickes, sehr dichtes, teilweise aufgepresstes und übereinandergeschobenes Treibeis auf.

Eine Woche später setzte im nördlichen Ostseeraum von Süden her der Eisrückgang ein. Die für die Jahreszeit zu warme Witterung herrschte auch im April und Mai. Das ungewöhnlich dünne Eis schmolz in allen Bereichen schneller als in diesen Monaten üblich, und zum 20. Mai waren alle Gewässer im nördlichen Ostseeraum bis auf unbedeutende Eisreste an der Westküste von Hailuoto eisfrei (vgl. Satellitenaufnahme in Abbildung 3.6). Auch die Schifffahrtsbeschränkungen wurden am 21. Mai für alle Häfen der Ostsee aufgehoben.

In the Bay of Bothnia, the cold spell leading to ice formation began in early January and continued until March. In the Gulf of Finland, it began in the second decade of January. Ice development progressed continuously, though slowly at first, intensified in February, and reached its maximum extent in the first decade of March (see Figure 3.5). At this point, the Bay of Bothnia, Norra Kvarken, and the Archipelago Sea were completely covered with ice. In the Gulf of Finland, only a 10 – 20 nautical miles wide belt along the coast of Estonia remained free of ice. Ice formation in the Gulf of Riga was limited to its northern part, and in the Sea of Bothnia to rather wide belts of coastal ice.

The maximum thickness of fast ice in the archipelago at the time of maximum ice development was 40-75 cm in the northern Bay of Bothnia, 15-40 cm in Norra Kvarken, 10-45 cm in the Sea of Bothnia, 30-45 cm in the eastern part of the Gulf of Finland, 15-35 cm in the Moonsund and Pärnu Bay of the Gulf of Riga. Offshore drift ice in the Bay of Bothnia, which was mostly 20-35 cm thick, was locally compressed to hummocks causing considerable difficulties to navigation. At the time of maximum ice cover, the sea in the eastern part of the Gulf of Finland was covered with very close ridged ice of 15-35 cm thickness, and in the western part with very close, partly ridged and rafted drift ice of 5-20 cm thickness.

One week later, the ice in the northern Baltic region began to retreat, beginning in the south. Unseasonably warm weather also prevailed in April and May. The ice was thinner than usual and melted unusually quickly in all areas, and by 20 May all waters in the northern Baltic were ice free, except for a few remnants of ice at the west coast of Hailuoto (see satellite image in Figure 3.6). The restrictions to navigation were cancelled in all Baltic Sea harbours on 21 May 2007.

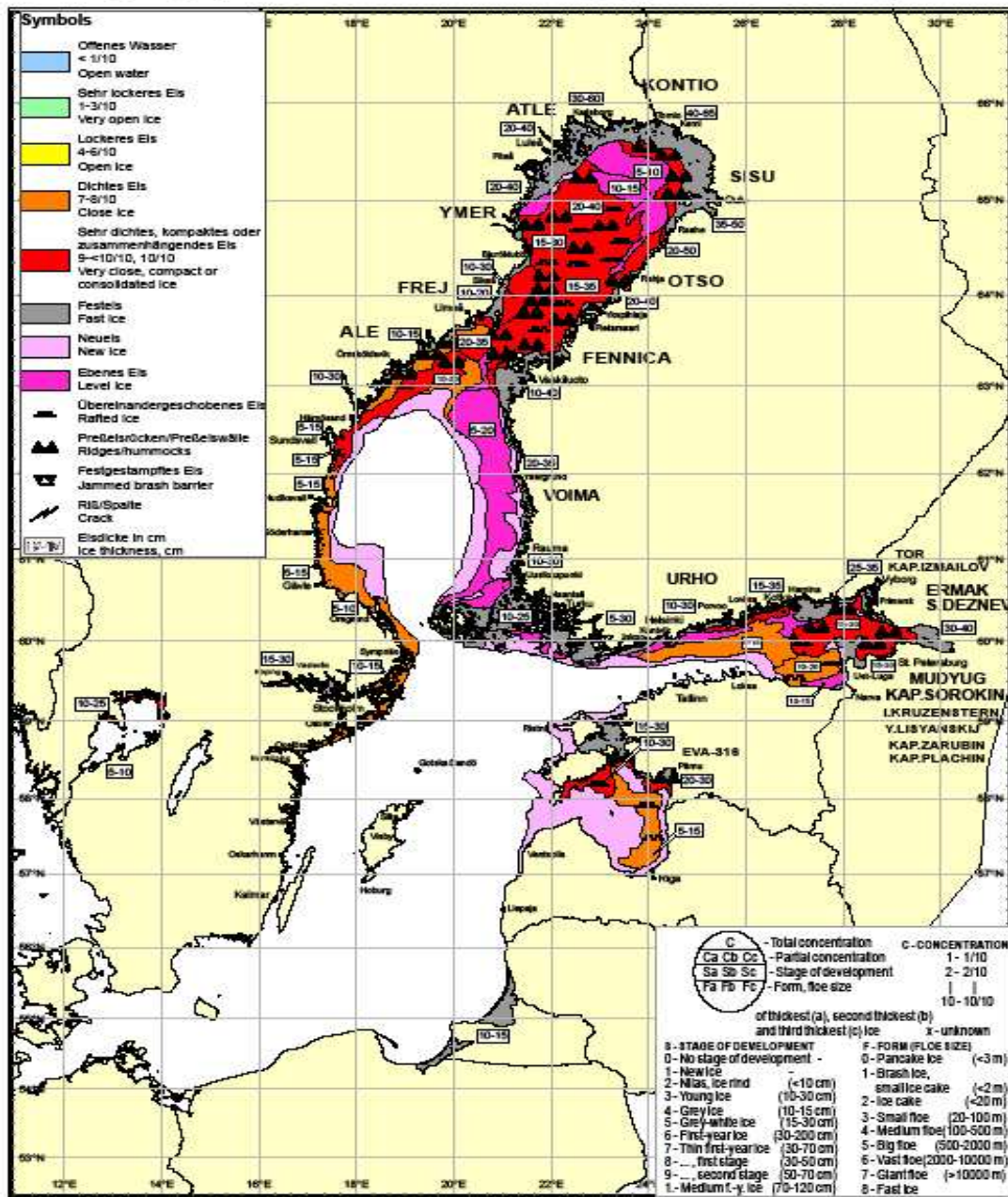


Abbildung 3.5. Eisübersichtskarte vom 23. Februar mit maximaler Eisausdehnung im Winter 2006/07
Figure 3.5. General ice chart of 23 February showing maximum extent of ice cover (139,000 km²) in the winter of 2006/07



Abbildung 3.6. Aufnahme des NOAA Satelliten am 22.05.2007 um 09:32 UTC
Figure 3.6. NOAA satellite image of 22 May 2007, 9:32 UTC

4. Der Eiswinter 2007/08 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten The Ice Winter of 2007/08 on the German North and Baltic Sea Coasts

Natalija Schmelzer

Der Eiswinter 2007/08 ergab an den deutschen Küsten eine sehr schwache Eissaison. Die Nordseeküste blieb bis auf zwei Tage mit geringem Eisvorkommen im Hafen Tönning eisfrei. Somit ist der Wert der flächenbezogenen Eisvolumensumme (eine Maßzahl für die Stärke des Eiswinters an den deutschen Küsten) für die Nordseeküste gleich Null. Für die Ostseeküste beträgt die flächenbezogene Eisvolumensumme 0.01 m. Es gab zwar insgesamt mehr Eis als im vergangenen Winter, aber die Eisbildung beschränkte sich auf die flachen und geschützt liegenden Küstengewässer, die See blieb auch in diesem Winter eisfrei. Nur acht Winter in der seit 1896/97 bestehenden Beobachtungsreihe waren noch schwächer als der Eiswinter 2007/08.

The ice winter of 2007/08 on the German coasts was very weak. The North Sea coast remained free of ice, with the exception of some insignificant ice formation in Tönning harbour. The value of the accumulated areal ice volume (indicating the severity of the ice winter) thus is zero for the North Sea coast. The value of the accumulated areal ice volume for the Baltic Sea coast is 0.01 m. On the whole, there was more ice than last winter, but ice formation occurred only in shallow, sheltered coastal waters, whereas the sea area again remained ice-free this winter. In the observation series which started in 1896/97, only eight winters were weaker than the ice winter of 2007/08.

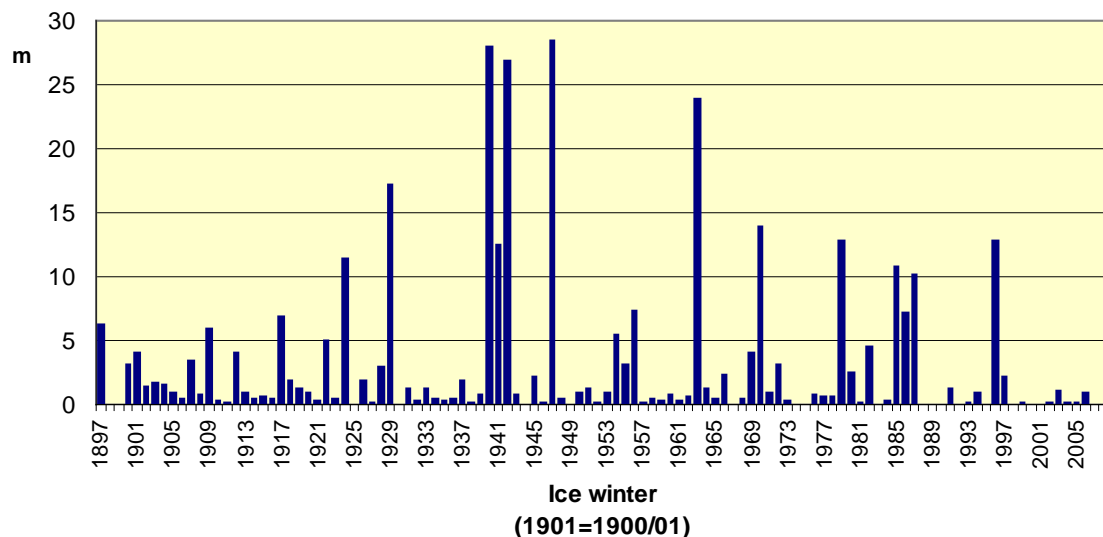


Abbildung 4.1. Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme (deutsche Ostseeküste) im Zeitraum 1897 – 2008

Figure 4.1. Distribution of accumulated areal ice volume (German Baltic coast) in the period 1897 – 2008

Tabelle 4.1. Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2007/08 und ihre Abweichungen (in K) vom Klimamittel 1961 bis 1990 (Angaben des DWD)

Table 4.1. Monthly mean air temperature values (°C) in the winter of 2007/08 and their deviation (in K) from the 1961 – 1990 climatic mean (data from the German Meteorological Service)

Station	November		December		January		February		March	
	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K
Schleswig	5.0	0.1	3.4	1.7	4.4	4.1	4.4	3.8	4.1	1.3
Rostock-Warnemünde	5.8	0.5	3.7	1.8	4.3	4.1	5.1	4.4	5.0	1.9
Greifswald	4.6	0.1	3.2	2.1	3.6	4.2	4.8	4.8	4.5	1.8

Der Winter 2007/08 war sehr mild und kurz (Heinemann, 2008). Besonders im Januar und Februar, in den Monaten mit der größten Wahrscheinlichkeit des Eisauftretens an den deutschen Küsten, herrschte vorwiegend warme Witterung (siehe Tabelle 4.1).

The winter of 2007/08 was very mild and short (Heinemann, 2008). Warm weather prevailed particularly in January and February, the months having the highest probability of ice occurrence at the German coasts (see Table 4.1).

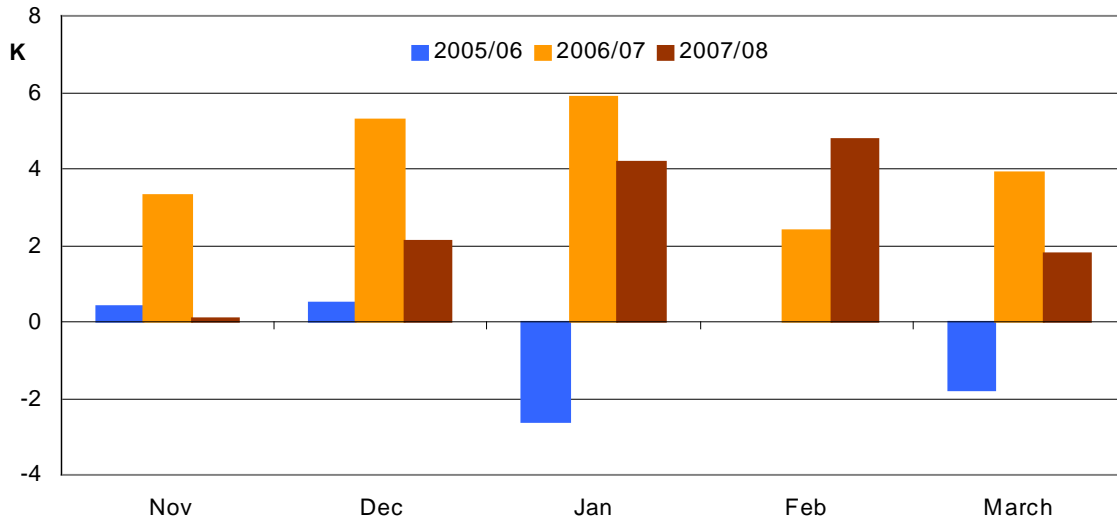


Abbildung 4.2. Abweichungen der Lufttemperatur vom Mittelwert 1961-1990, Station Greifswald
 Figure 4.2. Deviations of the air temperature from the 1961 – 1990 climatic mean, station Greifswald

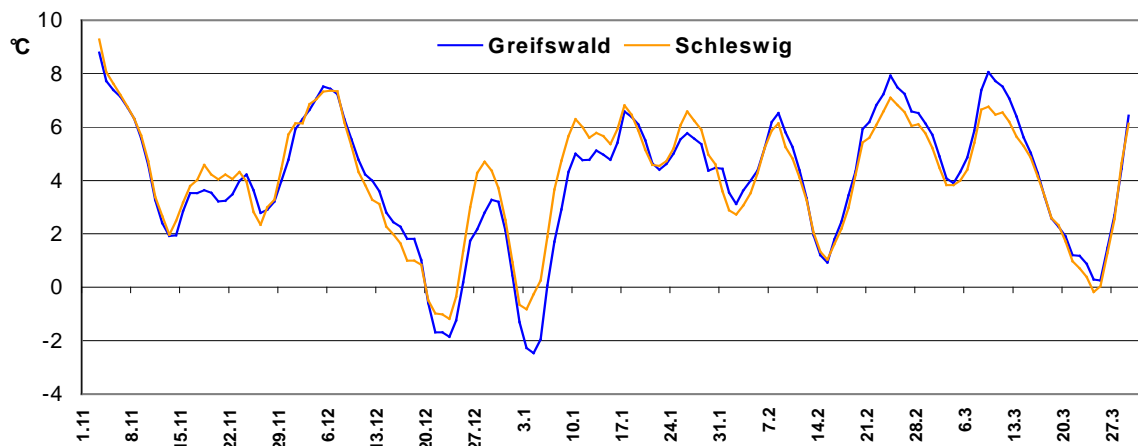


Abbildung 4.3. Übergreifende 5-Tagemittel der Lufttemperatur im Winter 2007/08 (Angaben des DWD)
 Figure 4.3. 5-day running means of air temperature in the winter of 2007/08 (data from the German Meteorological Service)

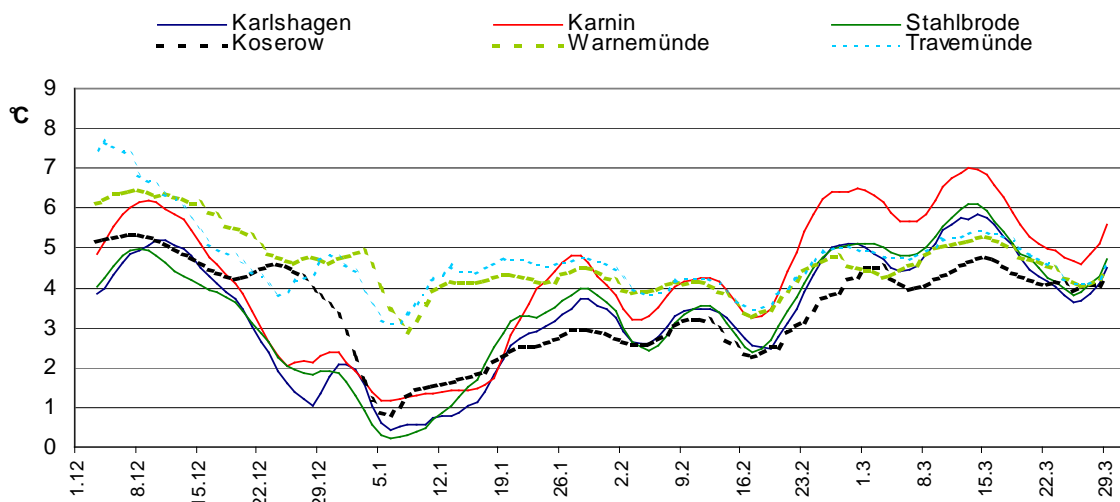


Abbildung 4.4. Übergreifende 5-Tagemittel der Wassertemperatur im Winter 2007/08
 Figure 4.4. 5-day running means of water temperature in the winter of 2007/08
 Data: Karlshagen, Karnin, Stahlbrode - WSA Stralsund; Koserow - StAUN Ueckermünde; Warnemünde - StAUN Rostock; Travemünde - WSA Lübeck.

In Abbildung 4.2 werden die Monatsmittel der Lufttemperatur in den Wintermonaten der letzten drei Jahre mit dem langjährigen Mittel der Station Greifswald verglichen. Die Winter 2006/07 und 2007/08 weisen deutliche positive Abweichungen vom Mittelwert 1961 – 1990 auf. Der Eiswinter 2005/06 mit einem zu kalten Januar gehört zu den mäßigen Eiswintern, deren Häufigkeit in unseren Breiten etwa 35% beträgt.

Monthly mean air temperature values of the last three years are compared with the 1961 – 1990 climatic mean for the station Greifswald (Figure 4.2). The winters of 2006/07 and 2007/08 show significant positive deviations from the climatic mean. January 2006 was too cold, and the winter of 2005/06 belongs to the moderate ice winters. The frequency of moderate ice winters in the western and southern Baltic is about 35 %.

Tabelle 4.2. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Küsten im Winter 2007/08
Table 4.2. Ice conditions in the German coastal waters in the winter of 2007/08

Observation stations	Beginning of ice occurrence	End of ice occurrence	Number of days with ice	Max. thickness of level ice, cm
Kamminke, harbour and vicinity	05.01.	21.01.	17	5
Ueckermünde, harbour	05.01.	08.01.	4	5
Ueckermünde – Uecker mouth	05.01.	08.01.	4	5
Ueckermünde – Szczecin Lagoon	05.01.	08.01.	5	5-10
Karnin, Szczecin Lagoon	04.01.	19.01.	16	5-10
Karnin, Peenestrom	04.01.	19.01.	16	5-10
Anklam, harbour				New ice
Anklam, harbour – Peenestrom				New ice
Bridge Zecherin, Peenestrom	04.01.	15.01.	8	5
Rankwitz, Peenestrom	05.01.	15.01.	11	5
Warthe, Peenestrom	04.01.	13.01.	10	5-10
Wolgast – Peenemünde	04.01.	09.01.	6	5-10
Peenemünde – Ruden	04.01.	04.01.	1	5
Stralsund, harbour	04.01.	12.01.	9	10-15
Stralsund – Palmer Ort	04.01.	08.01.	2	5-10
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	04.01.	07.01.	4	5
Greifswald-Wieck, harbour	04.01.	08.01.	5	5
Dänische Wiek	24.12.	14.01.	15	5-10
Greifswald-Ladebow, harbour	04.01.	10.01.	7	5-10
Landtiefrinne	06.01.	07.01.	2	5
Thiessow, bodden area	05.01.	07.01.	3	5-10
Thiessow, sea area	05.01.	06.01.	2	5
Lauterbach, harbour and vicinity	06.01.	11.01.	4	5
Stralsund – Bessiner Haken	05.01.	07.01.	3	5-10
Vierendehlrinne	04.01.	07.01.	4	5-10
Barhöft – Gellen, fairway	04.01.	08.01.	5	5-10
Neuendorf, harbour and vicinity	04.01.	15.01.	12	5-10
Kloster, bodden area	04.01.	13.01.	10	5-10
Dranske, bodden area	05.01.	12.01.	8	5
Wittower Ferry	05.01.	10.01.	6	5
Althagen, harbour and vicinity	06.01.	13.01.	8	5
Zingst, Zingster Strom	04.01.	11.01.	8	5-10
Barth, harbour and vicinity	04.01.	11.01.	8	5-10
Rostock, city harbour	23.12.	07.01.	5	5
Schlei, Schleswig – Kappeln	24.12.	24.12.	1	5
Tönning, harbour	05.01.	06.01.	2	5

Die erste kurze Kälteperiode Ende Dezember führte zur Abkühlung des Wassers bis nahe an den Gefrierpunkt in den inneren Küstengewässern, siehe Abbildung 4.4. Das erste Eis bildete sich jedoch überwiegend während des zweiten Kälteeinbruchs Anfang Januar. Am 4. und am 5. Januar meldeten die Eisbeobachter den Beginn der Eisbildung in kleineren Häfen und geschützten flachen Boddengewässern sowie in den inneren Fahrwassern der Küste Mecklenburg-Vorpommerns. Die Eisperiode dauerte in den Zufahrten nach Stralsund und in den westlichen Boddengewässern eine Woche. Fast drei Wochen hielt es sich an der Nordküste des Stettiner Haffs und in der Dänischen Wiek. Die Eisverhältnisse zum Zeitpunkt der maximalen Eisbedeckung sind auf der Eiskarte vom 7. Januar dargestellt, siehe Abbildung 4.5. Am 14. Januar lag das restliche Eis zusammengeschoben vor allem an der Nordküste des Stettiner Haffs, siehe Abbildung 4.6. Die Dicke des ebenen Eises erreichte maximale Werte zwischen 5 und 10 cm. Behinderungen ergaben sich für Schiffe mit niedriger Maschinenleistung in den Fahrwassern nach Stralsund, auf dem Peenestrom und im Stettiner Haff. Auf der inneren Schlei trat Eis kurzzeitig am 24. Dezember und im Hafen Tönning am 5. und 6. Januar auf, vgl. Tabelle 4.2.

The first short cold spell in late December caused water temperatures in the inner coastal waters to drop close to the freezing point, see Figure 4.4. However, first ice formed predominantly during the second cold spell in early January. On 4 and 5 January ice observers reported the beginning of ice formation in small harbours and sheltered bodden lagoons, as well as in the inner fairways of the coast of Mecklenburg-Vorpommern. The ice period lasted one week in the approaches to the harbour of Stralsund and in the western bodden waters. For nearly three weeks, ice was observed on the northern coast of Szczecin Lagoon and in the Dänische Wiek in the Greifswalder Bodden. Maxima of ice development occurred on 7 January (Figure 4.5). On 14 January, compacted ice was concentrated mostly at the northern coast of Szczecin Lagoon, see Figure 4.6. Level ice reached thicknesses between 5 and 10 cm. Throughout this warm winter, there were no obstructions to navigation in the German outer waters, and only low-powered vessels had minor difficulties on a few days navigating the fairways to Stralsund, the Peenestrom, and Szczecin Lagoon. Ice occurred on the inner Schlei on 24 December and in the harbour of Tönning on 5 and 6 January (Table 4.2).

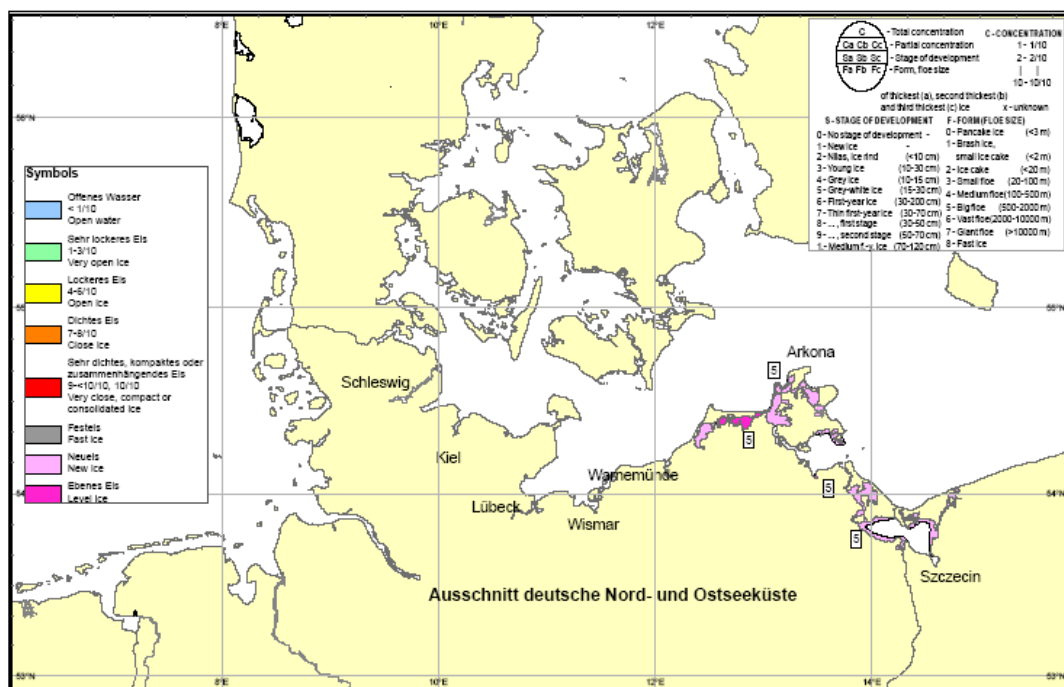


Abbildung 4.5. Eisverhältnisse an den deutschen Küsten am 7. Januar 2008
Figure 4.5. Ice conditions on the German coasts on 7 January 2008

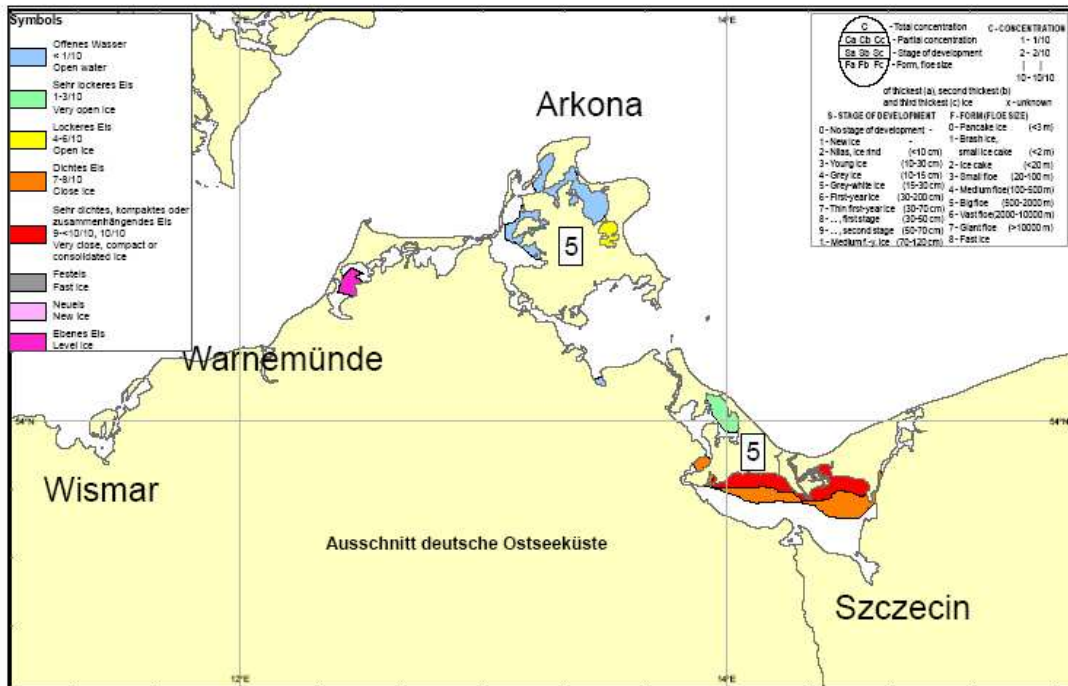


Abbildung 4.6. Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste am 14. Januar 2008
Figure 4.6. Ice conditions on the German Baltic Sea coast on 14 January 2008

Der Eiswinter 2007/08 im nördlichen Ostseeraum

The ice winter of 2007/08 in the northern region of the Baltic Sea

Der Eiswinter 2007/08 war mit einer maximalen Eisausdehnung von 49 000 km² (Finnischer Eisdienst, 2008) der schwächste Eiswinter seit 1720.

The ice winter of 2007/08, with a maximum extent of 49,000 km² (Finnish Ice Service, 2008), was the weakest ice winter on record since 1720.

Die erste Eisbildung der Saison 2007/08 setzte Mitte November in den innersten Schären der nördlichen Bottenvik und im östlichsten Teil des Finnischen Meerbusens ein. Dies war etwa eine Woche später als der durchschnittliche Termin für die nördliche Bottenvik und ca. 10 Tage früher als der durchschnittliche Termin für die innere Kronstadt- und Vyborgbucht.

In the winter season of 2007/08, first ice formed in the innermost skerries of the northern Bay of Bothnia and in the easternmost part of the Gulf of Finland in mid-November. This was about one week later than average in the northern Bay of Bothnia, and about ten days earlier than average in the inner Kronstadt and Vyborg bights.

Die weitere Wetterentwicklung verlief bis Ende Februar für die Eisbildung in der Ostsee ungünstig. Längere Frostperioden wurden häufig durch Tauwetterperioden unterbrochen, und die Temperaturwerte lagen überwiegend im mäßigen Frostbereich: selten sanken sie unter -15°C, vgl. Abbildung 4.7. Dazu frischte der Wind aus unterschiedlichen Richtungen regelmäßig auf, so dass das neu gebildete Eis ständig aufgebrochen und an den Luvküsten zusammengeschoben wurde oder sich seewärts zerstreute und verschwand.

Weather development until the end of February was not conducive to ice formation in the Baltic Sea. Prolonged freezing periods were interrupted by frequent thawing spells, and moderate freezing temperatures rarely below -15°C prevailed, see Figure 4.7. Besides, winds were variable and freshened frequently, breaking the new ice and rafting it on the windward coasts or pushing it seaward, where it disappeared.

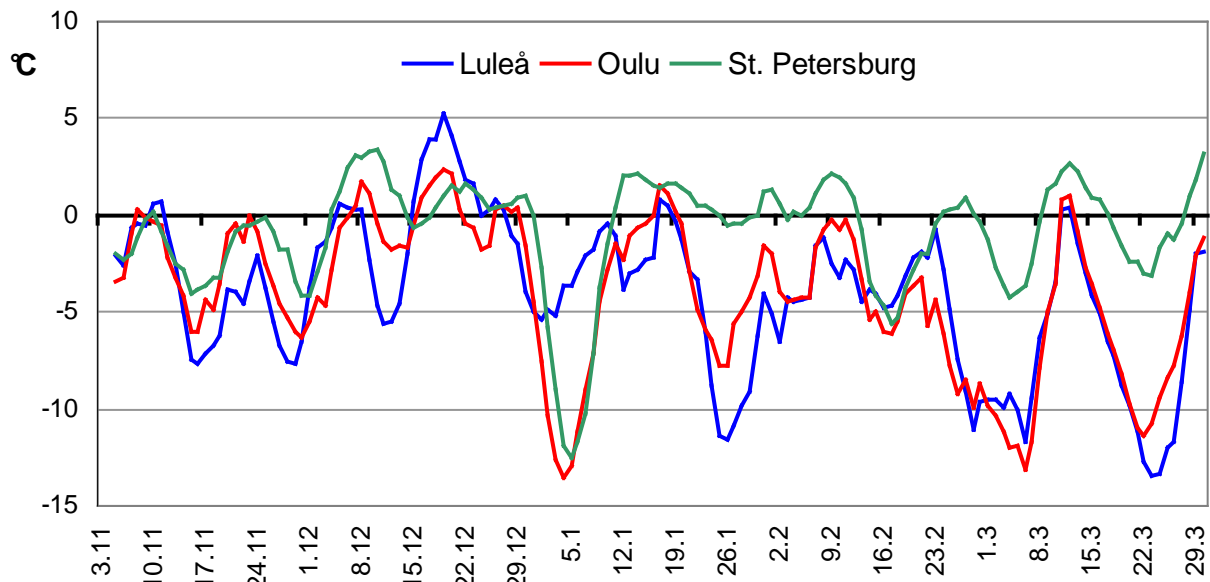


Abbildung 4.7. Lufttemperaturen im Winter 2007/08, gemessen um 06:00 Uhr UTC in Luleå und Oulu in der nördlichen Bottenvik und in St. Petersburg im östlichsten Finnischen Meerbusen
 Figure 4.7. Air temperatures in the winter of 2007/08 measured at 06:00 UTC in Luleå and Oulu in the northern Bay of Bothnia and in St. Petersburg in the easternmost part of the Gulf of Finland

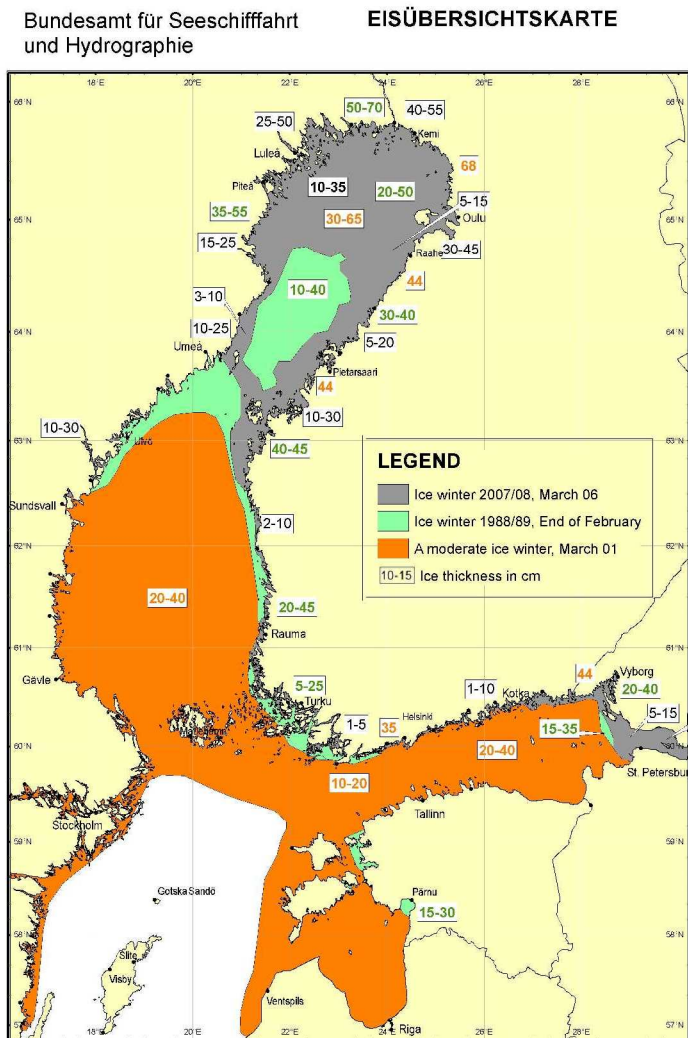


Abbildung 4.8. Eisverhältnisse Ende Februar/Anfang März in den Wintern 1988/89 und 2007/08
 Figure 4.8. Ice conditions in late February/early March in the winters of 1988/89 and 2007/08

Zur Zeit des normalerweise zu verzeichnenden Höchststandes der Eisentwicklung (Ende Februar – Mitte März) bedeckte das Eis im nördlichen Ostseeraum die Bottenvik nördlich der Breite 65° N. Weiter südwärts kam dünnes Eis nur in den inneren Schärenbereichen vor. In einem normalen Eiswinter ist der Bottnische Meerbusen Ende Februar vollständig mit Eis bedeckt. Auch im Finnischen Meerbusen entsprach die Eislage einer Eisausdehnung, die durchschnittlich bereits Mitte Dezember erreicht wird. Die gemessenen Eisdicken lagen ebenfalls weit unter den normalen Werten, siehe Abbildung 4.8.

At the normal time of maximum ice formation (late February to mid-March), ice in the northern Baltic only covered the area of the Bay of Bothnia located north of latitude 65°N. Farther south, thin ice occurred only in the inner skerries. In a normal ice winter, the Gulf of Bothnia has a complete ice cover at the end of February. Also in the Gulf of Finland, the ice cover at this time was comparable to that normally encountered as early as mid-December. Also the measured ice thicknesses were far below normal values, see Figure 4.8.

Klassifiziert man die Eiswinter in der Ostsee nach der maximalen Eisausdehnung (Seina and Palosuo, 1996), waren bis jetzt die Eiswinter 1988/89 (52 000 km²), 1960/61 (53 000 km²) und 1929/30 (58 000 km²) die mildesten Eiswinter seit 1720, vgl. Abbildung 4.9.

Classifying ice winters in the Baltic Sea by their maximum ice extent (Seina and Palosuo, 1996), the mildest ice winters on record since 1720 were those of 1988/89 (52,000 km²), 1960/61 (53,000 km²), and 1929/30 (58,000 km²), see Figure 4.9.

Im März stellte sich im nördlichen Ostseeraum eine längere Frostperiode ein, und in der Bottenvik bildete sich um den 25. März eine geschlossene Eisdecke. Trotzdem war die Eisentwicklung im Winter 2007/08 insgesamt geringer als im bisher mildesten Eiswinter 1988/89: Die großflächige Eisbedeckung war von kurzer Dauer, und die Eisdicken erreichten nicht einmal mittlere Werte, vgl. Abbildung 4.10.

Due to the onset of a prolonged freezing spell in the northern Baltic in March, a complete ice cover formed in the Bay of Bothnia by 25 March. Nevertheless, ice development in the winter of 2007/08 was even weaker than in the mildest ice winter so far, that of 1988/89: extensive ice coverage was of short duration, and ice thicknesses did not even reach average values, see Figure 4.10.

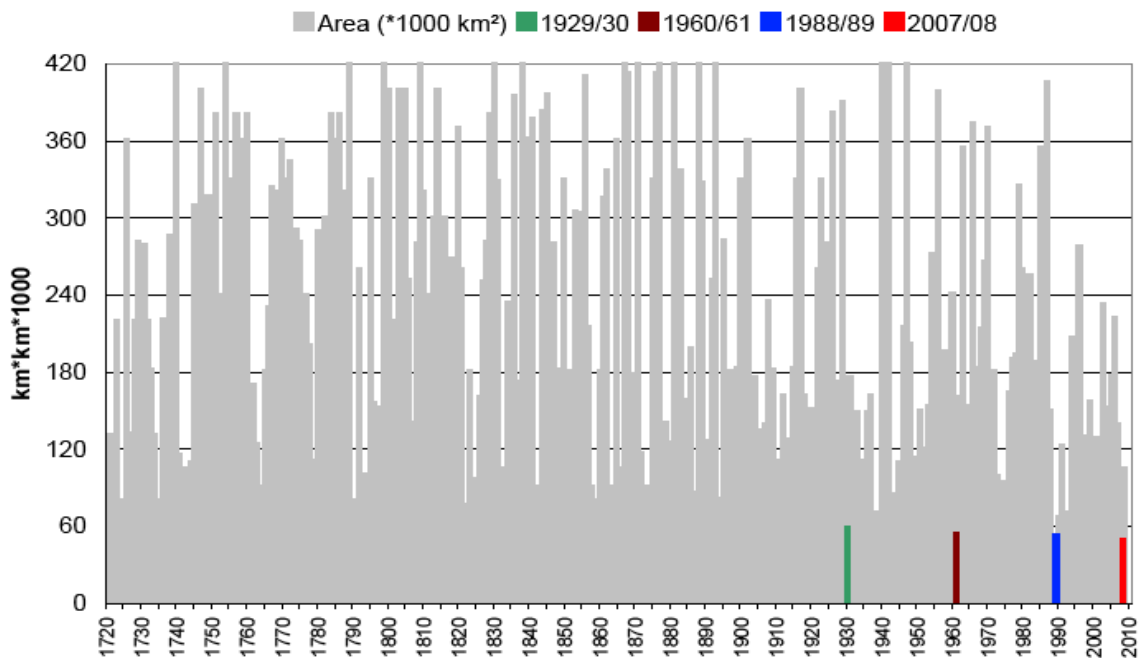


Abbildung 4.9. Maximale Eisausdehnung in der Ostsee seit 1720
 Figure 4.9. Maximum extent of ice coverage in the Baltic Sea since 1720

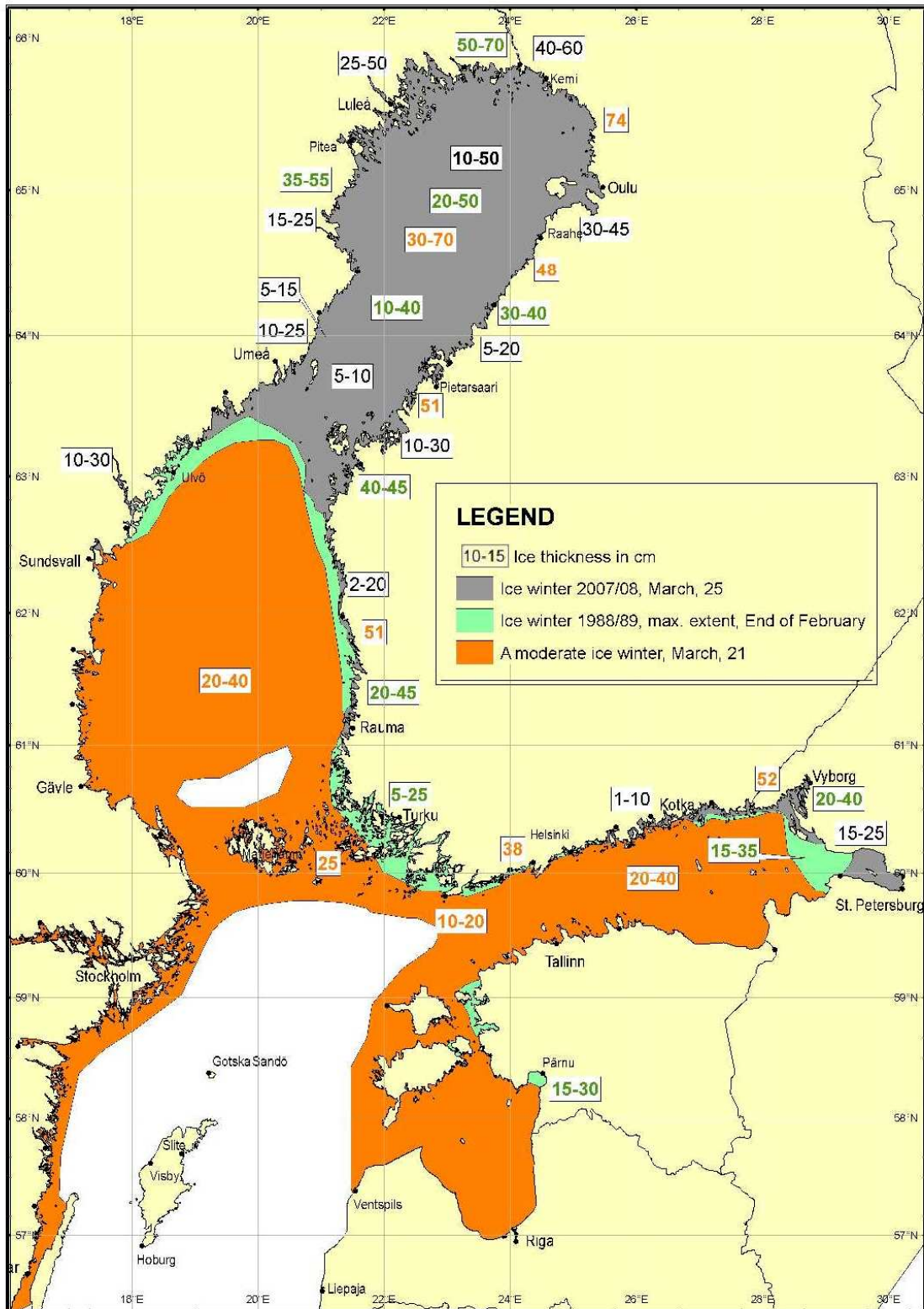


Abbildung 4.10. Eisverhältnisse im Winter 2007/08 zur Zeit der maximalen Eisausdehnung im Vergleich mit Eisverhältnissen in einem normalen Winter und im bis jetzt schwächsten Eiswinter 1988/89
Figure 4.10. Ice conditions in the winter of 2007/08 at the time of the maximum ice extent in comparison with ice conditions in a moderate winter and in the weakest ice winter on record, that of 1988/89

5. Der Eiswinter 2008/09 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten The Ice Winter of 2008/09 on the German North and Baltic Sea Coasts

Natalija Schmelzer

Der Eiswinter 2008/09 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten war der dritte schwache Eiswinter in Folge. Die flächenbezogene Eisvolumensumme und die reduzierte Eisumme (<http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtung/en/Eis/Kuesten.jsp>), die für 13 eisklimatologische Stationen an der Nordseeküste und 13 eisklimatologische Stationen an der Ostseeküste berechnet wurden, betragen für die Nordsee 0.19 m und 3.7, für die Ostsee 0.13 m und 4.7.

The ice winter of 2008/09 on the German North and Baltic Sea coasts was the third consecutive weak ice winter. The accumulated areal ice volume and the reduced ice sum (http://www.bsh.de/en/Marine_data/Observations/Ice/StatisticsCoasts.jsp), computed for 13 ice climatological stations on the North Sea coast and 13 ice climatological stations on the Baltic Sea coast, was 0.19 m and 3.7 for the North Sea, and 0.13 and 4.7 for the Baltic Sea.

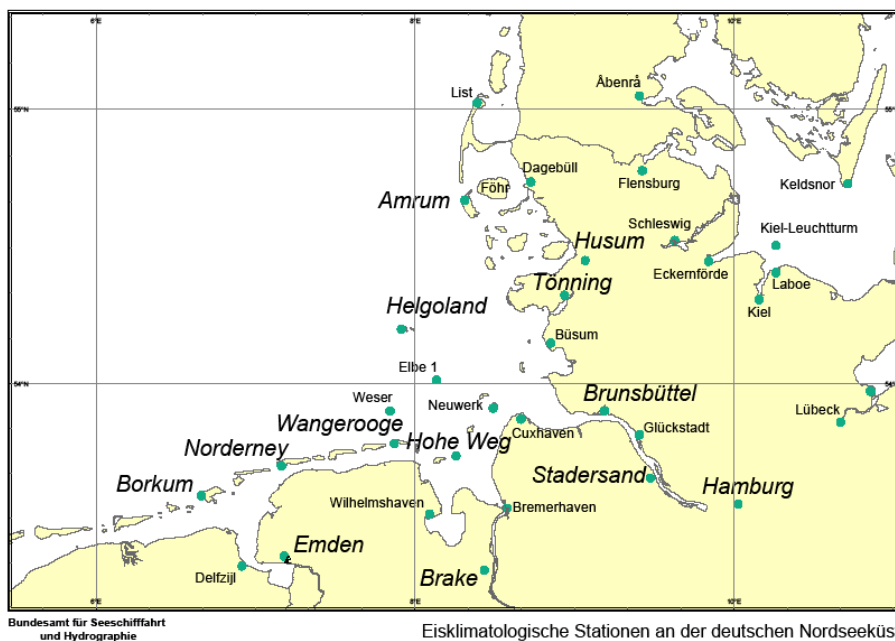


Abbildung 5.1.
Eisklimatologische Stationen an den deutschen Nord- und Ostseeküsten

Figure 5.1.
Ice climatological stations on the German North and Baltic Sea coasts



Im Verlauf des Winters 2008/09 gab es zwei Kälteperioden, die für die Eisbildung im Bereich der deutschen Nord- und Ostseeküsten verantwortlich waren, vgl. Abbildung 5.2. Im November herrschte längere Zeit ruhiges und warmes Herbstwetter vor, ehe es in der letzten Woche zum ersten Wintereinbruch mit leichten Nachfrösten kam. Insgesamt war der November in der Küstenregion etwa 1,5 K zu warm. Die erste Periode mit durchgehend negativen Lufttemperaturen dauerte vom 30. Dezember bis 11. Januar. Das Wasser in den Küstenbereichen kühlte sich zu dieser Zeit bis zur Gefrierbereitschaft ab, siehe Abbildungen 5.3, 5.4 und 5.5, was zu verbreiteter Eisbildung in den flachen und geschützt liegenden Innengewässern an den deutschen Küsten führte. Ab Mitte Januar kam es zum Wetterumschwung: eine milde Phase mit kräftigen Winden war zu verzeichnen. Der Januar war in vielen Landesteilen zu kalt, fiel aber an den Küsten normal aus. Die zweite Kälteperiode, die von Ende Januar bis Mitte Februar dauerte, wurde durch eine zweiwöchige milde Phase unterbrochen, so dass das in einigen inneren Abschnitten der Ostseeküste neu gebildete Eis nicht wesentlich zunahm. Das Eis an der Nordseeküste schmolz während der ersten milden Phase vollständig, danach blieb die Nordseeregion eisfrei. Anfang März verschwand das Eis auch an der Ostseeküste.

The winter of 2008/09 was characterised by two cold spells leading to ice formation on the German North and Baltic Sea coasts, cf. Figure 5.2. In the last week of November, after a prolonged period of calm, mild autumn weather, the first cold spell of the season set in with light night frosts. On the whole, November temperatures in the coastal region were about 1.5 K too high. The first cold spell with permanently negative air temperatures occurred from 30 December to 11 January. During this period, the coastal water cooled down to just above freezing, see Figures 5.3, 5.4 and 5.5, and large areas in the shallow, sheltered coastal lagoons froze over for the first time this winter season. In mid-January, a change of weather brought a warm spell with strong winds. Although January was too cold in large parts of Germany, coastal temperatures were normal for the season. The second cold spell from late January to mid-February was interrupted by a one-week mild spell which prevented major growth of new ice in parts of the inner Baltic Sea waters. On the North Sea coast, the ice melted completely during the first warm spell, after which the North Sea region remained ice-free throughout the rest of the winter. In early March, the last ice disappeared also on the Baltic Sea coast.

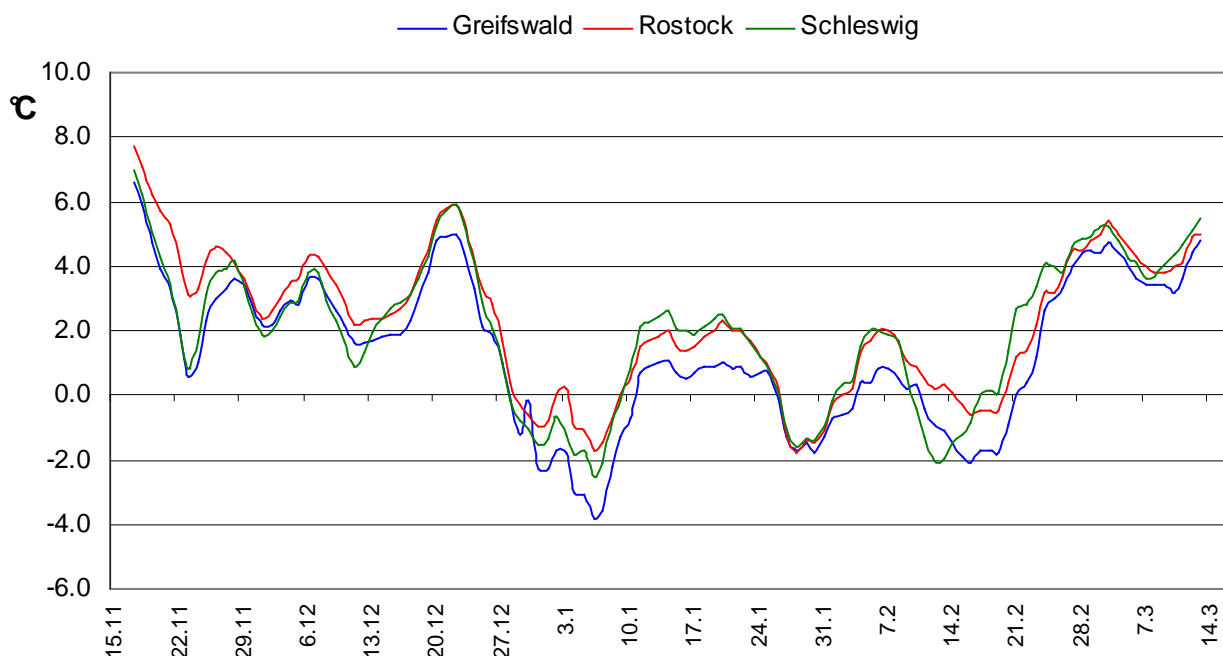


Abbildung 5.2. Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2008/09 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de/)

Figure 5.2. Daily mean air temperatures in the winter of 2008/09 (data from German Weather Service, www.dwd.de/)

Tabelle 5.1. Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2008/09 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961 – 1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)
 Table 5.1. Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2008/09 and their deviation (in K) from the 1961 - 1990 climatic mean (data from Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)

Station	November		December		January		February		March	
	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K
Schleswig	6.1	1.2	2.5	0.8	0.4	0.1	1.1	0.5	4.6	1.8
Rostock-Warnemünde	6.9	1.6	2.9	1.0	0.5	0.3	1.1	0.4	4.6	1.5
Greifswald	6.1	1.6	2.2	1.1	-0.5	0.1	0.2	0.2	4.4	1.7

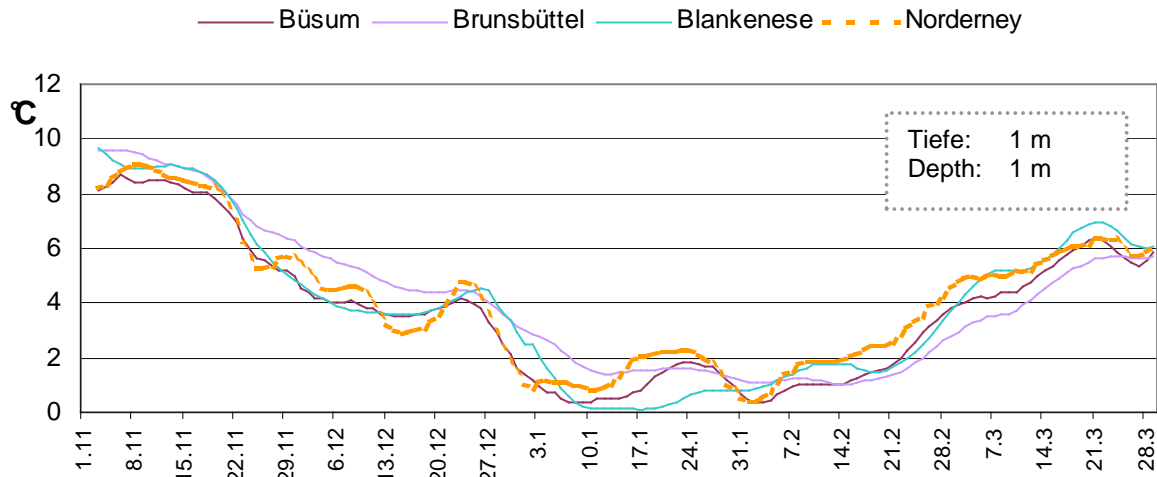


Abbildung 5.3. Wassertemperatur (7 Uhr MEZ) an der Nordseeküste und in der Elbe
 Figure 5.3. Water temperatures (7 a.m. CET) on the North Sea coast and in the river Elbe

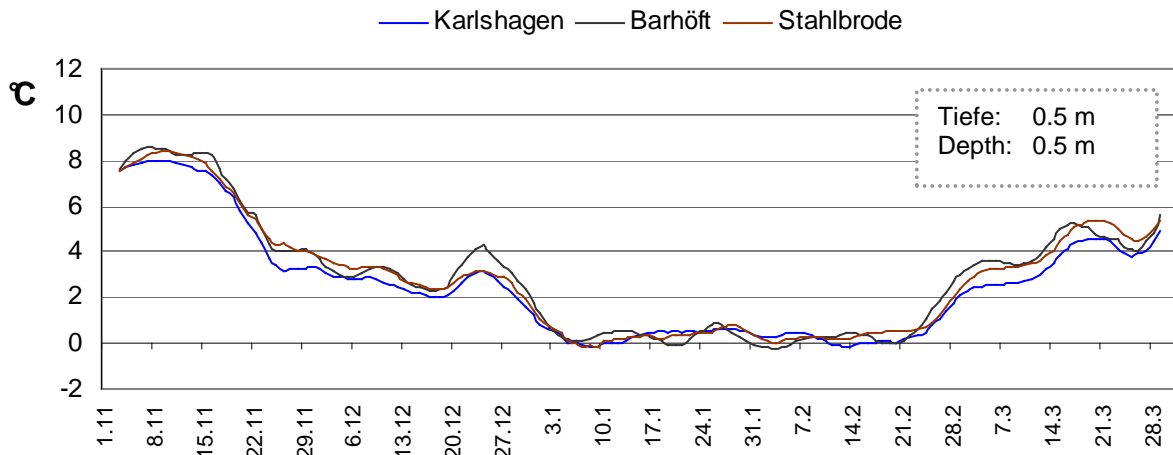


Abbildung 5.4. Wassertemperatur in den inneren Gewässern der Küste Mecklenburg-Vorpommerns
 Figure 5.4. Water temperatures in the inner coastal waters of Mecklenburg-Vorpommern

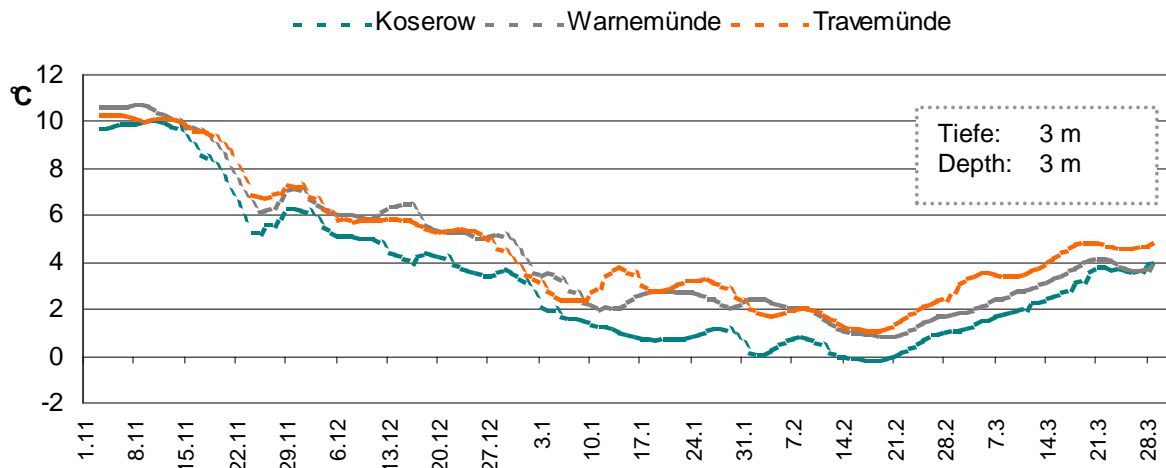


Abbildung 5.5. Wassertemperatur (7 Uhr MEZ) in den Außenbereichen der Ostseeküste
 Figure 5.5. Water temperatures (7 a.m. CET) in Baltic Sea outer coastal waters

Quellen der Wassertemperaturmessungen: WSA Stralsund, WSA Lübeck, WSA Brunsbüttel, StAUN Rostock, StAUN Ueckermünde, DGzRS, Institut für Hygiene und Umwelt, Hamburg.
Sources of water temperature data: Waterways and Shipping Boards Stralsund, Lübeck, Brunsbüttel; environmental authorities (StAUN) Rostock and Ueckermünde, German Sea Rescue (DGzRS); Hygienic and Environmental Institute, Hamburg.

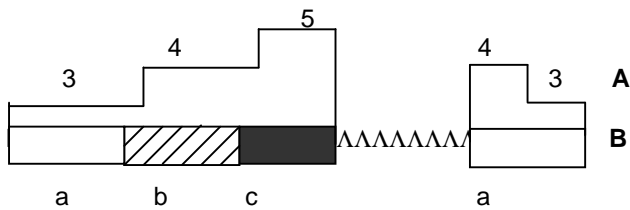
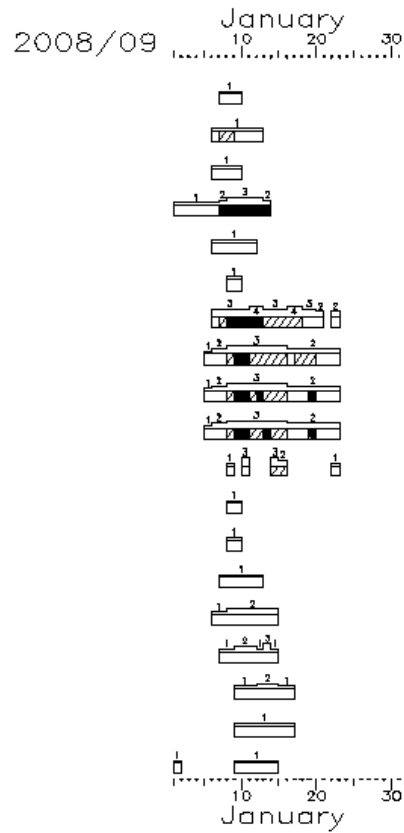
Nordseeküste

Das erste Eis an der deutschen Nordseeküste bildete sich Anfang Januar in geschützt liegenden Bereichen und in den kleineren Häfen, vgl. Tabelle 5.1 und Abbildung 5.6. Es trat etwa eine Woche lang auf und verschwand Mitte Januar vollständig. Die Außenküste und das Seegebiet blieben eisfrei. Ein anderes Bild ergab sich für die Elbe: Bis zu drei Wochen behinderte meist dichtes bis sehr dichtes, zum Teil auch kompaktes Eis die Kleinschiffahrt. Die zusammengeschobenen und zusammengefrorenen Eisschollen waren bis zu 20 cm dick. Dabei entstand das dicke Eis nicht im Bereich der Unterelbe, sondern wurde von der Oberelbe mit der Strömung hinein transportiert. Die Lufttemperaturen im Winter 2008/09 fielen im Landesinneren viel tiefer aus als in Küstennähe, was die Produktion und Entwicklung von Eis in den inneren Gewässern begünstigte. Durch den Aufbruch der Eisdecke auf der Oberelbe Ende der zweiten Januardekade gelangte das dickere Eis in den Hamburger Hafen, fror teilweise in den kalten Nächten zusammen oder staute sich an ungünstigen Stellen. Zwischen Hamburg und Stadersand trat bis zum 22. Januar Eis auf, das dann flussabwärts in wärmeres Wasser trieb und dort endgültig schmolz. Während der zweiten Frostperiode im Februar reichte die Kälte für eine erneute Eisbildung in den Küstengewässern der Nordsee nicht aus.

North Sea coast

First ice along the German North Sea coast formed in sheltered areas and small harbours in early January; cf. Table 5.1 and Figure 5.6. It lasted for about one week and disappeared completely by mid-January. The outer coasts and offshore waters remained ice-free. A different situation was encountered in the river Elbe: for up to three weeks, mostly close to very close, occasionally compact ice hindered coastal shipping. The rafted and frozen ice floes were up to 20 cm thick. The thickest ice did not form in the Lower Elbe but in the upper reaches of the river, from where it was carried downriver. Air temperatures in the winter of 2008/09 were much lower in the interior of the country than on the coasts, causing stronger ice formation in the inland waters. At the end of the second decade of January, when the ice cover on the upper Elbe broke up, thick ice floes drifted into the harbour of Hamburg, freezing together again in cold nights or blocking the water flow in narrow passages. Between Hamburg and Stadersand, ice was observed until 22 January. The last ice melted downriver, where the water was warmer. Temperatures during the second cold spell in February were not low enough to cause new ice formation in the coastal waters of the North Sea.

Amrum, Wittduen harbour
 Husum, harbour and Au
 Husum, Au
 Toenning, harbour
 Eiderdamm, sea area
 Buesum, harbour
 Harburg, river Elbe
 Hamburg, Elbbruecken-Kehrwieder
 Hamburg-Landungsbruecken, Elbe
 Altona, Elbe
 Stadersand, Elbe
 Glueckstadt, harbour a. entrance
 Glueckstadt, Elbe
 Cuxhaven, harbour a. entrances
 Bremen, Weser
 Papenburg - Emden
 Emden, Neuer Binnenhafen
 Emden, Ems and outer harbour
 Emden - Randzelgat



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

△△△△△ – aufgedruesstes Eis / ridged ice

Abbildung 5.6. Bedeckungsgrad und Dicke des Eises in den Fahrwasserabschnitten und Häfen an der deutschen Nordseeküste im Winter 2008/09
 Figure.5.6. Concentration and thickness of ice in the fairways and harbours of the German North Sea coast in the winter of 2008/09

Tabelle 5.2. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2008/09
Table 5.2. Ice conditions in the coastal waters of the German North Sea in the winter of 2008/09

Observation station	Beginning of ice occurrence	End of ice occurrence	Number of days with ice	Max. ice thickness cm
Amrum, Wittdün harbour	01.01.	09.01.	6	< 5
Husum, harbour	06.01.	12.01.	7	< 5
Husum, Au	06.01.	09.01.	4	< 5
Tönning, harbour	01.01.	13.01.	13	10-15
Eiderdamm, sea area	06.01.	11.01.	6	< 5
Büsum, harbour	08.01.	09.01.	2	< 5
Harburg, river Elbe	06.01.	22.01.	16	10-15
Hamburg, Elbrücken-Kehrwieder	05.01.	22.01.	18	10-15
Hamburg-Landungsbrücken, Elbe	05.01.	22.01.	18	10-15
Altona, Elbe	05.01.	22.01.	18	10-15
Stadersand, Elbe	08.01.	22.01.	5	10-15
Glückstadt, harbour and entrance	08.01.	09.01.	2	< 5
Glückstadt, Elbe	08.01.	09.01.	2	< 5
Cuxhaven, harbour and entrance	07.01.	12.01.	6	< 5
Bremen, Weser	06.01.	14.01.	9	5-10
Papenburg – Emden	07.01.	14.01.	8	5-15
Emden, new inner harbour	09.01.	16.01.	8	5-10
Emden, Ems and outer harbour	09.01.	16.01.	8	< 5
Ems, Emden – Randzelgat	01.01.	14.01.	7	< 5

Ostseeküste

Baltic Sea coast



Photo: Jürgen Holfort

Neueisbildung auf der Unterwarnow und im Stadthafen Rostock, 17.02.2009
New-ice formation on the Unterwarnow and in the city harbour of Rostock, 17 February 2009

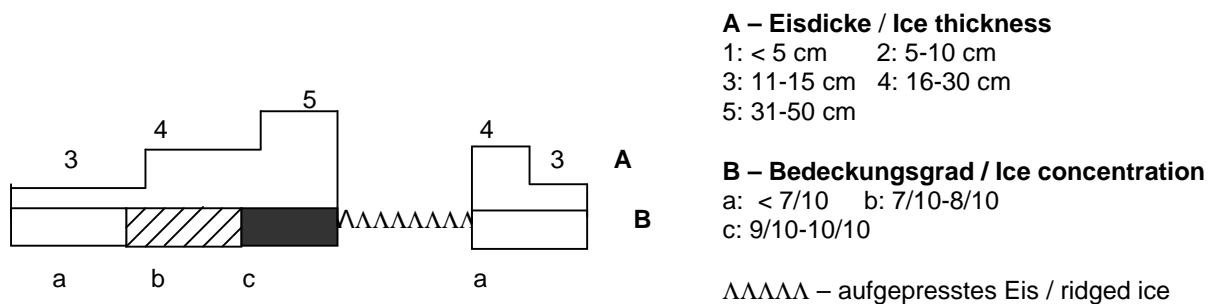
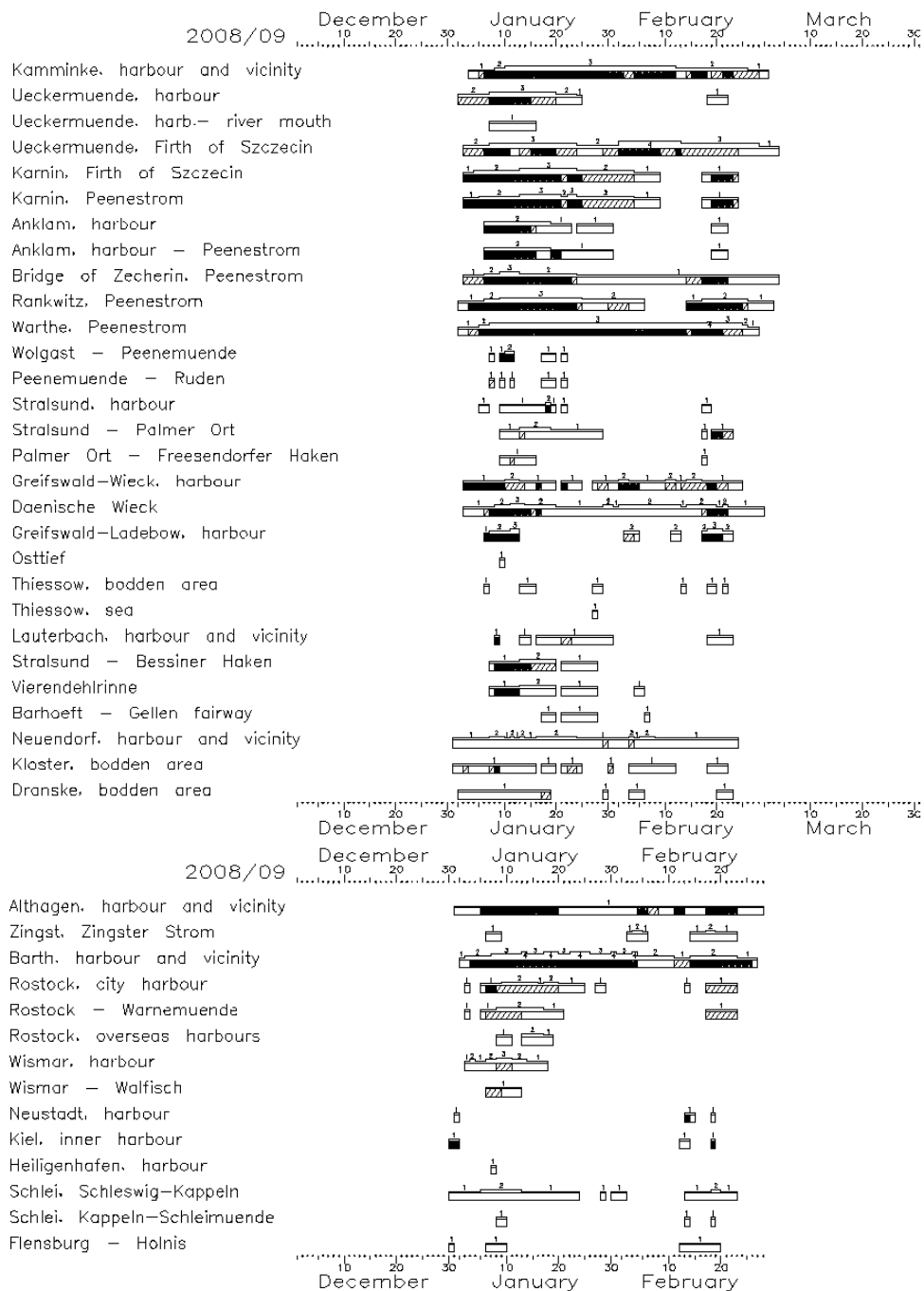


Abbildung 5.7. Bedeckungsgrad und Dicke des Eises in den Fahrwasserabschnitten und Häfen an der deutschen Ostseeküste im Winter 2008/09
 Figure 5.7. Concentration and thickness of ice in the fairways and harbours of the German Baltic Sea coast in the winter of 2008/09

Obwohl die Eisbildung in den inneren Gewässern der deutschen Ostseeküste bereits in den letzten Dezembertagen begann, kam es im Verlauf des Winters zu keiner flächendeckenden Vereisung. An den Küsten Schleswig-Holsteins und Mecklenburgs trat das Eis nur an wenigen Tagen auf, ausgenommen die innere Schlei (39 Tage) und der Rostocker Stadthafen (30 Tage), siehe Tabelle 5.2 und Abbildung 5.7. Es handelte sich hierbei um kleinere Mengen von Neueisarten.

Although ice formation in the inner coastal waters of the German Baltic Sea coast started early, during the last days of December, a complete ice cover did not form during this winter. On the coasts of Schleswig-Holstein and Mecklenburg-Vorpommern, ice occurred on just a few days. Exceptions were the inner Schlei river (39 days) and the city harbour of Rostock (30 days) (cf. Table 5.2 and Figure 5.7) where small quantities of different types of new ice were observed.

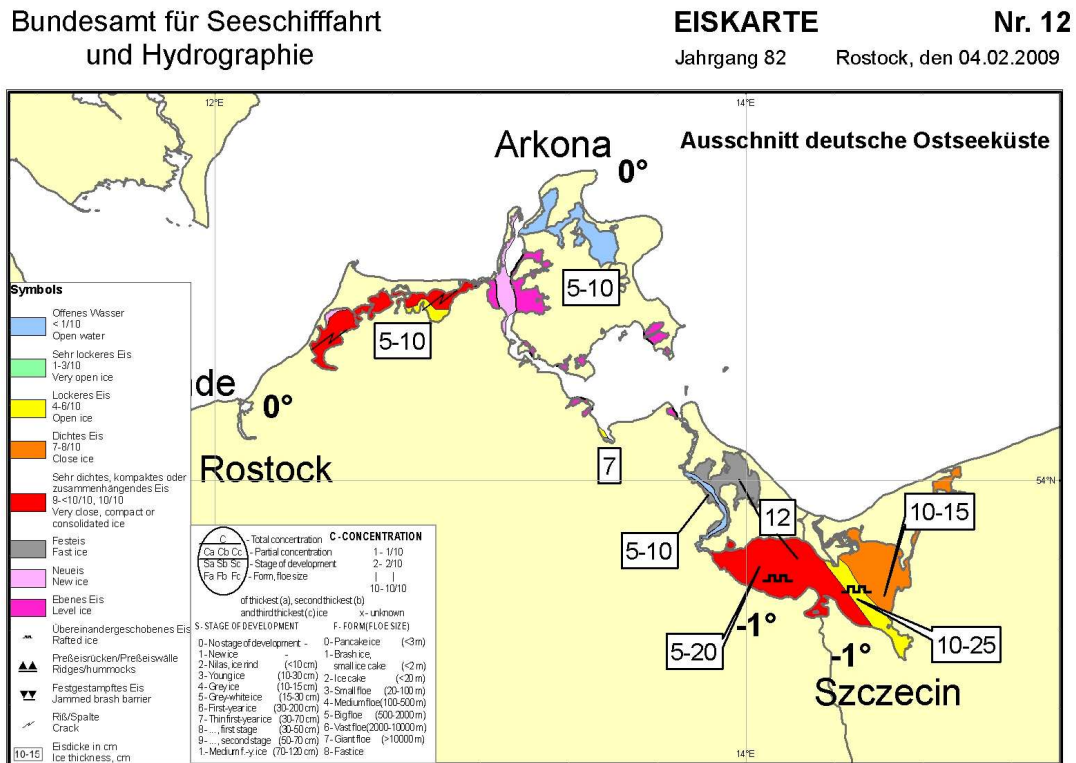


Abbildung 5.8. Eislage in den inneren Gewässern der deutschen Ostseeküste zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung im Winter 2008/09

Figure 5.8. Maximum extent of ice cover in the inner coastal waters of the German Baltic Sea coast in the winter of 2008/09

In den Boddengewässern südlich von Darß und Zingst wurde an etwa 60 Tagen Eis beobachtet, die Eisdicke erreichte aber zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung nur Werte um 10 cm, siehe Eiskarte vom 4. Februar in Abbildung 5.8.

In den Fahrwassern nach Stralsund trat Neueis oder dünnes Eis an etwa 20 Tagen auf, die Schifffahrt wurde dadurch nicht behindert. Im Greifswalder Bodden bildete sich in den ufernahen Bereichen oft über Nacht Neueis, das tagsüber entweder schmolz oder abgetrieben wurde. Nur die geschützt liegende Dänische Wiek war teilweise mit einer ca. 10 cm dicken Eisdecke überzogen.

Am längsten dauerte die Eissaison 2008/09 an der ostvorpommerschen Küste. Auf dem südlichen Peenestrom, im Achterwasser und im

In the bodden waters south of the Darß/Zingst peninsula ice was observed on about 60 days, but the ice thickness never exceeded 10 cm, cf. ice chart of 4 February in Figure 5.8.

In the navigation channels of Stralsund, new ice or thin ice occurred on about 20 days. Navigation was not obstructed by the ice. In the area of Greifswalder Bodden, new ice often formed close to shore during the night but melted again or drifted away during the day. Only parts of the sheltered "Dänische Wiek" were covered with a 10-cm layer of ice.

The ice season of 2008/09 lasted longest on the coast of eastern Vorpommern. On the southern Peenestrom and in the waters of Achterwasser and Kleines Haff, the ice lasted two months. The thickness of level ice reached 10-15 cm. Fresh

Kleinen Haff blieb das Eis zwei Monate lang liegen, die thermisch gewachsenen Eisdicken erreichten Werte zwischen 10 und 15 cm. Frische Winde aus nördlichen Richtungen schoben Mitte Februar das Eis an der Südküste des Kleinen Haffs zusammen, und in Ufernähe entstanden etwa 2 m hohe Eishügel. Größere, stark gebaute Schiffe wurden in den vorpommerschen Gewässern meist nicht behindert, die Kleinschiffahrt musste jedoch an einigen Tagen durch das Seezeichenmotorschiff GÖRMITZ unterstützt werden.

Für die Eisbildung an der deutschen Außenküste und im offenen Seebereich reichte die Kälte des Winters 2008/09 nicht aus.

In den dänischen und schwedischen Gewässern der westlichen Ostsee und des Kattegats trat in den kleineren Häfen und flachen geschützt liegenden Küstenabschnitten während der beiden Kälteperioden Neueis und dünnes Eis auf. Große Schiffe wurden dadurch nicht behindert. Die kleineren Fjorde an der norwegischen Küste des Skagerraks waren von Anfang Januar bis Ende März vollständig mit Eis bedeckt. Die Eisdecke konnte ungestört bis über 30 cm wachsen. Der Oslofjord blieb meist eisfrei, aber im Hafen von Oslo mussten Schiffe mit niedriger Maschinenleistung im zum Teil kompakten Eis mit Behinderungen rechnen.

winds from northerly directions pushed the ice toward the south coast of Kleines Haff in mid-February, where it formed hummocks of about 2 m height close to shore. Large ships with sufficient hull strength generally were not obstructed by ice in the Vorpommern waters but smaller craft had to call the service vessel GÖRMITZ for assistance on some days.

The winter of 2008/09 was not cold enough to produce ice in the German outer coastal and offshore waters.

In the Danish and Swedish waters in the western Baltic Sea and Kattegat, new ice and thin ice formed in small harbours and shallow, sheltered coastal waters during the two cold spells but did not hinder commercial navigation. Smaller fjords on the Norwegian coast of the Skagerrak were completely covered with ice from early January to the end of March. Ice growth was continuous and reached thicknesses of more than 30 cm. The Oslo Fjord remained largely ice-free, but in the harbour of Oslo low-powered ships temporarily had difficulties navigating in compact ice.



Photo Frank Sakuth

Dünnes Eis und Neueis im Hafen Thiessow (Greifswalder Bodden), 18.02.2009

Thin ice and new ice in the harbour of Thiessow (Greifswalder Bodden), 18 February 2009

Tabelle 5.3. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2008/09
 Table 5.3. Ice conditions in the German Baltic Sea waters in the winter of 2008/09

Observation station	Beginning of ice occurrence	End of ice occurrence	Number of days with ice	Max. ice thickness cm
Kamminke, harbour and vicinity	03.01.	01.03.	58	12
Ueckermünde, harbour	01.01.	21.02.	28	5-10
Ueckermünde, harbour – river mouth	07.01.	15.01.	9	< 5
Ueckermünde, Firth of Szczecin	02.01.	03.03.	61	10-20
Karnin, Firth of Szczecin	02.01.	23.02.	45	10-15
Karnin, Peenestrom	02.01.	23.02.	45	10-15
Anklam, harbour	06.01.	21.02.	27	5-10
Anklam, harbour – Peenestrom	06.01.	21.02.	28	5-10
Bridge of Zecherin, Peenestrom	02.01.	03.03.	61	10-15
Rankwitz, Peenestrom	01.01.	02.03.	53	12
Warthe, Peenestrom	01.01.	27.02.	58	13
Wolgast – Peenemünde	07.01.	21.01.	8	5-10
Peenemünde – Ruden	07.01.	21.01.	7	< 5
Stralsund, harbour	05.01.	18.02.	16	5
Stralsund – Palmer Ort	09.01.	22.02.	25	5-10
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	09.01.	17.02.	8	< 5
Greifswald-Wieck, harbour	02.01.	24.02.	51	8
Dänische Wiek	02.01.	28.02.	58	10
Greifswald-Ladebow, harbour	06.01.	22.02.	18	10-15
Osttief	09.01.	09.01.	1	< 5
Thiessow, bodden area	06.01.	21.02.	10	< 5
Thiessow, sea area	27.01.	27.01.	1	< 5
Lauterbach, harbour and vicinity	08.01.	22.02.	23	< 5
Stralsund – Bessiner Haken	07.01.	27.01.	20	5-10
Vierendehlrinne	07.01.	05.02.	22	5-10
Barhöft – Gellen fairway	17.01.	06.02.	11	< 5
Neuendorf, harbour and vicinity	31.12.	23.02.	55	5
Kloster, bodden area	31.12.	21.02.	37	< 5
Dranske, bodden area	01.01.	22.02.	25	< 5
Althagen, harbour and vicinity	31.12.	27.02.	59	5
Zingst, Zingster Strom	06.01.	22.02.	16	7
Barth, harbour and vicinity	01.01.	26.02.	57	10-15
Rostock, city harbour	02.01.	22.02.	30	10
Rostock – Warnemünde, Unterwarnow	02.01.	22.02.	23	6
Rostock, overseas harbours	08.01.	18.01.	9	5-10
Wismar, harbour	02.01.	17.01.	16	< 5
Wismar – Walfisch	06.01.	12.01.	7	< 5
Neustadt, harbour	31.12.	18.02.	4	< 5
Kiel, inner harbour	30.12.	18.02.	5	< 5
Heiligenhafen, harbour	07.01.	07.01.	1	< 5
Schlei, Schleswig – Kappeln	30.12.	22.02.	39	5-10
Schlei, Kappeln – Schleimünde	08.01.	18.02.	4	< 5
Flensburg – Holnis	30.12.	19.02.	13	< 5

Nördlicher Ostseeraum

Der Eiswinter 2008/09 war auch im nördlichen Ostseeraum schwach ausgeprägt. Zum Zeitpunkt der maximalen Eisausdehnung um den 20. Februar bedeckte das Eis ca. 112 000 km², etwa die doppelte Fläche verglichen mit dem Eiswinter 2007/08, siehe Abbildung 5.9. Die Eisdicken erreichten die für einen schwachen Eiswinter typischen Werte.

Northern Baltic region

Also in the northern Baltic Sea region, the ice winter of 2008/09 was mild. At the time of maximum ice extent around 20 February 2009, the ice covered some 112,000 km², about twice the area covered in the ice winter of 2007/08, cf. Figure 5.9. Measured ice thicknesses were typical of a weak ice winter.

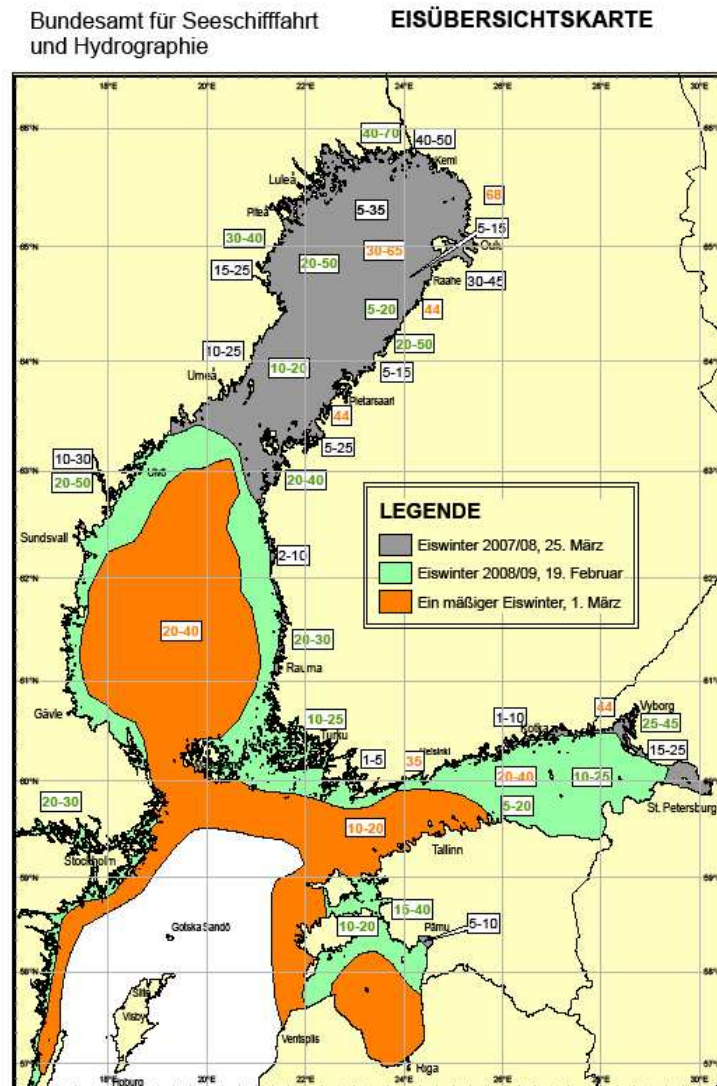


Abbildung 5.9. Vergleich der maximalen Eisausdehnung in einem normalen Eiswinter, im Eiswinter 2007/08 (49 000 km²) und im Eiswinter 2008/09 (ca. 112 000 km²)

Figure 5.9. Comparison of maximum ice extent in a normal ice winter, in the ice winter of 2007/08 (49,000 km²), and in the ice winter of 2008/09 (112,000 km²)

Die Eisbildung begann in den Schären der nördlichen Bottnenik Ende November, etwa 2 Wochen später als normal und im östlichen Teil des Finnischen Meerbusens am 16. Dezember, etwa 3 Wochen später als gewöhnlich. Bis Ende Dezember stagnierte die Eisentwicklung bei milder Witterung in allen Bereichen des

The ice winter began in the skerries of the northern Bay of Bothnia at the end of November, about two weeks later than normal, and in the eastern part of the Gulf of Finland on 16 December, about three weeks later than normal. Until the end of December, ice development stagnated in the entire northern part of the Baltic

nördlichen Ostseeraumes. Anfang Januar gelangte zwischen hohem Luftdruck über der Nordsee und tiefem Druck über Nordskandinavien und der Barentssee mit vorherrschend nordwestlichen Winden kalte Polarluft in den Ostseeraum. Bei zeitweise strengem Dauerfrost nahm das Eis im nördlichen Ostseeraum zu. Die Eisbildung im Bottnischen, Finnischen und Rigaischen Meerbusen setzte sich bei überwiegend mäßigem Frost langsam bis Anfang Februar fort, intensivierte sich dann unter Hochdruckeinfluss bei strengen bis sehr strengen Frösten bis Mitte Februar, siehe Abbildung 5.10. Die Eisbedeckung erreichte um den 20. Februar ihre maximale Ausdehnung: die Bottenvik war vollkommen mit Eis bedeckt, entlang der Bottenseeküsten erstreckten sich 10-15 Seemeilen breite Gürtel aus dünnem Eis; im Finnischen Meerbusen lag auf See bis zur Länge von Gogland kompaktes 10-25 cm dickes Eis, weiter westwärts trat bis zur Linie Hanko – Helsinki Leuchtturm – Loxsa dünnes Eis und Neueis auf; in der Pärnubucht und im Moonsund des Rigaischen Meerbusens kam bis zu 30 cm dickes Festeis sowie örtlich dünnes Eis vor, siehe Abbildung 5.11.

Sea due to mild weather. In early January, predominantly northwesterly winds between a high pressure centre over the North Sea and low pressure over North Scandinavia and the Barents Sea brought cold polar air into the Baltic region. Temporarily strong continuous frost caused increased ice formation in the northern Baltic Sea region. In the Gulfs of Bothnia, Finland, and Riga, mostly moderate frost led to a gradual growth of the ice cover until early February 2009, cf. Figure 5.10. Ice formation then intensified under the influence of high atmospheric pressure with severe to very severe frost, and maximum ice coverage was recorded around 20 February: the Bay of Bothnia was covered completely, and a 10-15 nautical mile wide belt of thin ice extended along the shores of the Sea of Bothnia. In the Gulf of Finland, compact 10-25 cm thick ice covered an offshore area extending to the latitude of Gogland, and farther west thin ice and new ice occurred up to a line connecting Hanko – Helsinki lighthouse – Loxsa. Fast ice up to 30 cm thickness and locally thin ice occurred in the Pärnu Bight and Moon Sound in the Gulf of Riga, cf. Figure 5.11.

Die Eissaison 2008/09 endete im nördlichen Ostseeraum Ende Mai, zum langjährigen durchschnittlichen Termin.

The 2008/09 ice season in the northern Baltic region ended at the end of May, the long-term mean date.

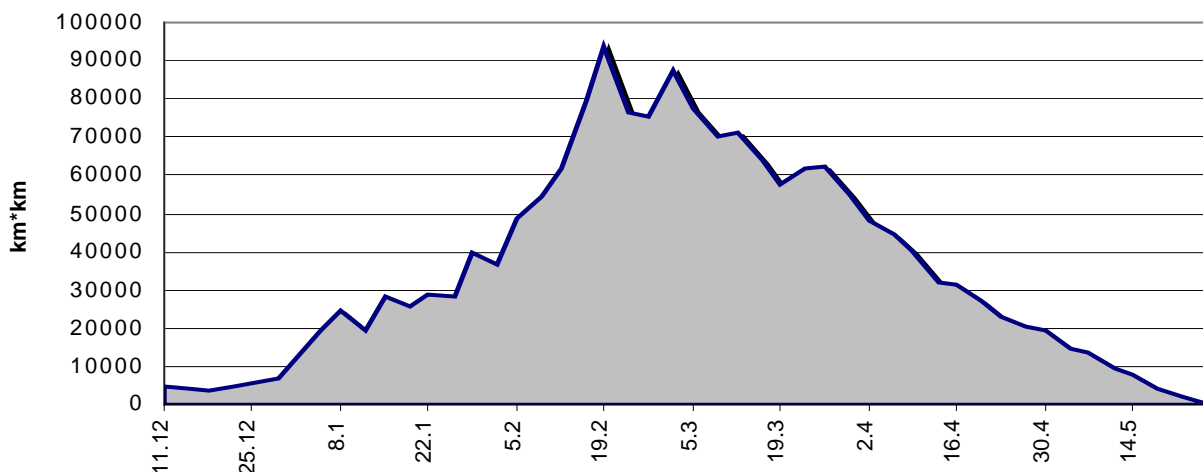


Abbildung 5.10. Eisbedeckte Fläche für die ganze Ostsee im Verlauf des Eiswinters 2008/09
Figure 5.10. Total ice-covered Baltic Sea area during the winter of 2008/09

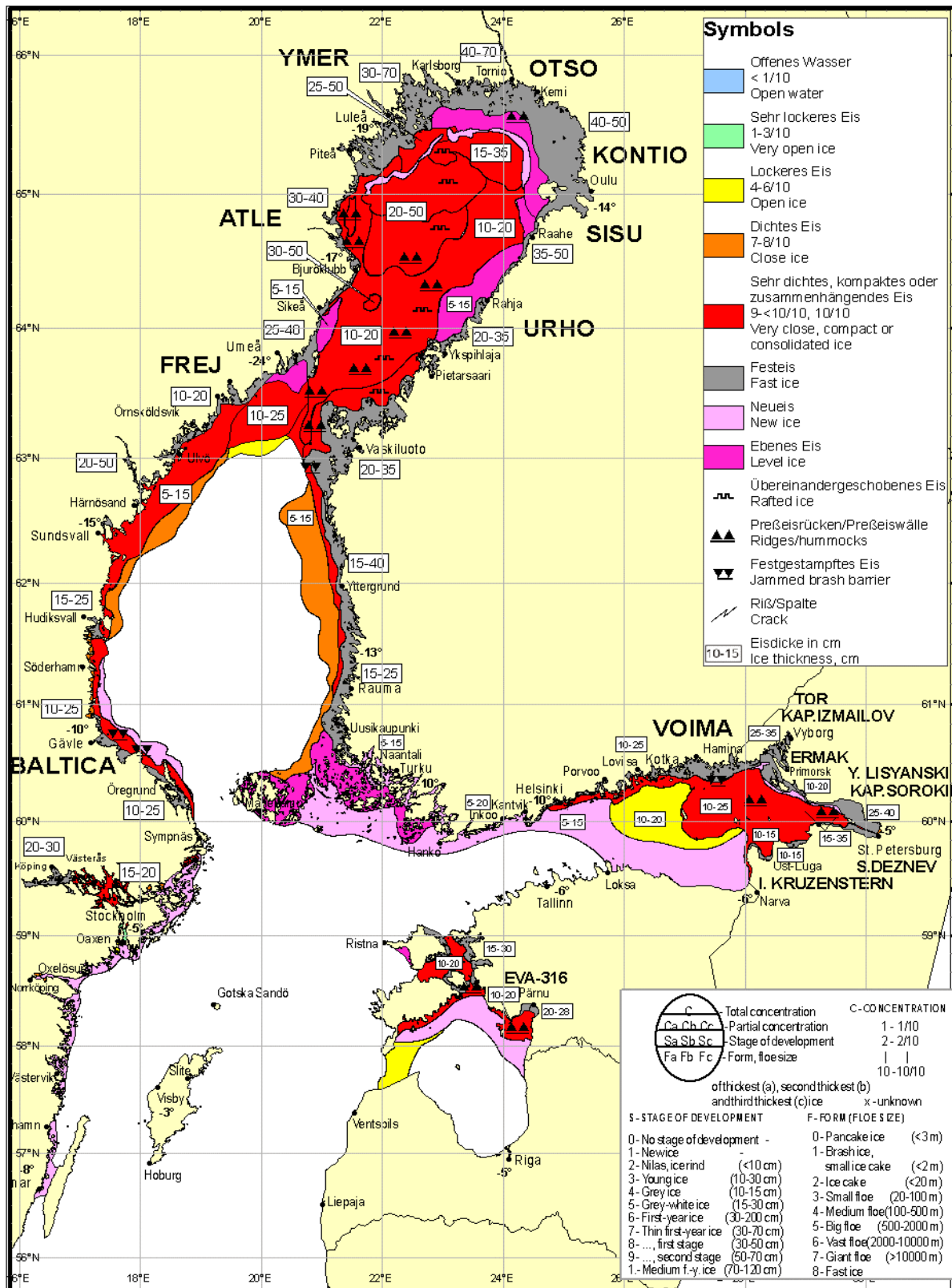


Abbildung 5.11. Eisübersichtskarte vom 19. Februar 2009 mit der maximalen Eisausdehnung
Figure 5.11. General ice chart of 19 February 2009 showing maximum extent of ice cover

Über die Eislage und voraussichtliche Eisentwicklung in der gesamten Ostsee und in den deutschen Küstengewässern im Eiswinter **2008/09** hat das BSH informiert mit:

- 109 Eisberichten (täglich herausgegebenes, kostenpflichtiges Amtsblatt)
- 46 Eisübersichtskarten (zweimal wöchentlich als Anlage zu den Eisberichten)
- 40 German Ice Reports (internationaler Austausch bei Vereisung deutscher Fahrwasser)
- ca. 100 NAVTEX - Meldungen (in deutscher und englischer Sprache für die deutsche Nordsee- und Ostseeküste)
- 36 Eisberichten "Deutsche Ostseeküste" (detaillierte Eislagebeschreibung für dt. Nutzer)
- 23 speziellen Eiskarten (verschiedene Ausschnitte für die deutsche Ostseeküste)
- 5 speziellen Eiskarten (ganze Ostsee)
- 23 Wochenberichten (zur Information des BMVBW und für MURSYS)
- sowie mit zahlreichen individuellen Auskünften.

In the ice winter of **2008/09**, the BSH issued the following publications showing the ice situation and expected ice development in the entire Baltic Sea and German coastal waters:

- 109 ice reports (official daily journal, available at a fee)
- 46 general ice charts (twice weekly, as an attachment to the ice reports)
- 40 German Ice Reports (international exchange, published when ice has formed on the German navigation channels)
- about 100 NAVTEX reports (in German and English for the German North and Baltic Sea coasts)
- 36 ice reports "German Baltic Sea coast" (detailed description of the ice situation for German users)
- 23 special ice charts (sections of the German Baltic Sea coast)
- 5 special ice charts (entire Baltic Sea)
- 23 weekly reports (information to Ministry of Transport, Building and Urban Affairs, and to MURSYS)
- information provided to individual users.

6. Literatur / References

Büdel, J., 1947: Der Eiswinter 1945/46 an den deutschen Küsten (Brit. Zone) im Vergleich zu den Eiswintern 1903/04 bis 1942/43, *Unveröff. Wiss. Arb. Dt. Hydrogr. Inst. Nr. 34*

Finnish Ice Service, 2005: Ice Winter 2004 – 2005, http://www.fimr.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/2005/

Finnish Ice Service, 2006: Ice Winter 2005 – 2006, http://www.fimr.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/2006/

Finnish Ice Service, 2007: Ice Winter 2006 – 2007, http://www.fimr.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/2007/

Finnish Ice Service, 2008: Ice Winter 2007 – 2008, http://www.fimr.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/2008/

Heinemann, H.-J., 2005: Die Kälte des Winters 2004/05, *Der Wetterlotse*, Jg. **57** Nr. 699/700, Hamburg, März/April, 2005

Heinemann, H.-J., 2008: Die Kälte des Winters 2007/08, *Der Wetterlotse*, Jg. **60** Nr. 735/736, Hamburg, März/April, 2008

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

Koslowski, G., Schmelzer, N., 2007: Ice winter severity in the Western Baltic Sea in the period 1301-1500, *Berichte des BSH 42/2007*, ISSN 0946-6010, *Fifth Workshop on Baltic Sea Ice Climate, Hamburg, Germany.*, 31 August - 2 September 2005

Lefebvre, Ch., 2005: *Der Wetterlotse* Jg. **57** Nr. 697/698, Hamburg Januar/Februar, 2005

Lefebvre, Ch., 2005: Die Witterung in den deutschen Küstengebieten im November und Dezember 2005. *Der Wetterlotse*, **57**, Nr.707/708, S. 219 – 225

Lefebvre, Ch., 2008: Die Witterung im Jahr 2007 an Nord- und Ostsee. *Der Wetterlotse*, Jg.60, Nr.733/734, Hamburg, Januar/Februar 2008, S.23 – 26

Lefebvre, Ch., 2008: Die Witterung in den deutschen Küstengebieten im Januar und Februar 2008. *Der Wetterlotse*, Jg.60, Nr.733/734, Hamburg, Januar/Februar 2008, S. 27 – 35

Lefebvre, Ch., 2008: Die Witterung in den deutschen Küstengebieten im März und April 2008. *Der Wetterlotse*, Jg.60, Nr.735/736, Hamburg, März/April 2008, S. 73 – 81

MURSYS, 2005: Meeresphysikalische Verhältnisse und hydrologische Randbedingungen 2005 www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/index.jsp

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

Seina, A., Palosuo, E., 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

7. Abbildungsverzeichnis / Figure Index

Abbildung 1. Eisklimatologische Stationen an der deutschen Nordseeküste Figure 1. Ice climatological stations at the German North Sea coast	7
Abbildung 2. Eisklimatologische Stationen an der deutschen Ostseeküste Figure 2. Ice climatological stations at the German Baltic Sea coast	7
Abbildung 3. Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste Figure 3. Distribution of accumulated areal ice volume for the German North Sea coast	8
Abbildung 4. Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Ostseeküste Figure 4. Distribution of accumulated areal ice volume for the German Baltic Sea coast	8
Abbildung 5. Maximale Eisausdehnung in der Ostsee im Zeitraum 1720 – 2009 (Seina und Palosuo, 1996; http://www.fimr.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/jaatalvi/) Figure 5. Maximum extent of ice coverage in the Baltic Sea in the period 1720 – 2009 (Seina and Palosuo, 1996; http://www.fimr.fi/en/tietoa/jaa/jaatalvi/en_GB/jaatalvi/)	9
Abbildung 6. Langjährige Veränderungen des Eiswinterindex (i) in der westlichen Ostsee seit 1501. Dabei steht i = 0 oder i = 0.1 für sehr schwache bis schwache Eiswinter, i = 0.5 für mäßige Eiswinter, i = 1 für starke Eiswinter, i = 2 für sehr starke Eiswinter und i = 3 für extrem starke Eiswinter. Figure 6. Long-term variations of the ice winter severity index (i) in the western Baltic Sea since 1501, with i = 0 or i = 0.1 representing very mild to mild ice winters, i = 0.5 moderate ice winters, i = 1 strong ice winters, i = 2 very strong ice winters, and i = 3 extremely strong ice winters.	9
Abbildung 1.1. Übergreifende 5-Tagemittel der Lufttemperatur im Winter 2004/05 (nach Daten vom Deutschen Wetterdienst) Figure 1.1. Running 5-day means of air temperatures in the winter of 2004/05 (data from German Weather Service)	11
Abbildung 1.2. Wassertemperatur im Winter 2004/05, gemessen um 6:00 von verschiedenen Behörden Figure 1.2. Water temperatures in the winter of 2004/05 measured from different authorities at 6:00 a.m.	12
Abbildung 1.3. Tagesmittel der Wassertemperatur in der Kieler Bucht (Station Kiel-Leuchtturm, Oberfläche) und in der Pommerschen Bucht (Station Oderbank, 3 m Tiefe, Angaben des BSH) im Winter 2004/05 Figure 1.3. Daily means of sea surface temperatures at Kiel lighthouse and in the Pomeranian Bight (Oderbank, 3 m depth, data from BSH) in the winter of 2004/05	12
Abbildung 1.4. Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der Ostseeküste im Winter 2004/05 Figure 1.4. Accumulated areal ice volume on the Baltic Sea coast in the winter of 2004/05	13
Abbildung 1.5. Bedeckungsgrad und Dicke des Eises in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2004/05 Figure 1.5. Ice concentration and thickness in the waters of the German North Sea coast in the winter of 2004/05	14
Abbildung 1.6. Bedeckungsgrad und Dicke des Eises in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2004/05 Figure 1.6. Ice concentration and thickness in the waters of the German Baltic Sea coast in the winter of 2004/05	15

Abbildung 1.7. Pfannkucheneis im nördlichen Teil des Greifswalder Boddens (Foto von Frank Sakuth vom 28. Februar 2005) Figure 1.7. Pancake ice in the northern part of the Greifswalder Bodden (photo of 28 February 2005 courtesy of Frank Sakuth)	17
Abbildung 1.8. Eisschlamm- und Neueisbildung im Greifswalder Bodden; Blick von Thiessow zum Ruden (Foto von Frank Sakuth vom 3. März 2005) Figure 1.8. Formation of slush and new ice in Greifswalder Bodden; view from Thiessow towards Ruden (photo of 3 March 2005 courtesy of Frank Sakuth)	17
Abbildung 1.9. Eisübersichtskarte vom 17. März mit maximaler Eisausdehnung im Winter 2004/05 Figure 1.9. Ice map of 17 March showing maximum ice extent in the winter of 2004/05	20
Abbildung 2.2. Tagesminimum der Lufttemperatur am Boden an den Stationen Westermarkelsdorf, Rostock und Greifswald (Daten vom DWD, siehe http://www.dwd.de) Figure 2.1. Daily minimum air temperatures on the ground, measured at the Greifswald, Rostock, and Westermarkelsdorf stations (data from German Weather Service, cf. http://www.dwd.de).	21
Abbildung 2.2. Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der Nord- und Ostseeküste, Eissaison 2005/06 Figure 2.2. Accumulated areal ice volume on the North and Baltic Sea coasts, ice season 2005/06	22
Abbildung 2.3. Eisverhältnisse in der südlichen und westlichen Ostsee und an der deutschen Nordseeküste um Zeitpunkt der maximalen Vereisung im Eiswinter 2005/06 Figure 2.3. Ice conditions in the southern and western Baltic Sea and on the German North Sea coast at the time of maximum ice coverage in the 2005/06 season	23
Abbildung 2.4. Eisübersichtskarte bei maximaler Vereisung der Ostsee im Eiswinter 2005/06 Figure 2.4. Ice chart showing maximum ice coverage of the Baltic Sea in the winter of 2005/06	25
Abbildung 2.5. Eisbedeckung aus AMSR-E Daten (blau) und aus dem BSH Modell (grün) für die südwestliche Ostsee Figure 2.5. Ice coverage from AMSR-E data (blue) and from BSH model data (green) for the southwestern Baltic Sea	26
Abbildung 2.6. Eisbedeckung der Ostsee östlich von 15°O aus AMSR (blau), SSMI (rot) und BSH-Modell (grün) Daten Figure 2.6. Ice coverage of the Baltic Sea east of 15°E computed from AMSR (blue), SSMI (red), and from BSH model data (green)	27
Abbildung 2.7. Eisbedeckung der Ostsee östlich von 15°O aus SSMI Daten (tägliche Werte blau, geglättete Werte rot) Figure 2.7. Ice coverage of the Baltic Sea east of 15°E computed from SSMI data (daily values blue, smoothed values red)	28
Anhang 2.1. Bedeckungsgrad und Dicke des Eises in den Gewässern der deutschen Nordsee- und Ostseeküste im Winter 2005/06 Annex 2.1. Concentration and thickness of ice in the waters of the German North Sea and Baltic Sea coasts in the winter of 2005/06	29
Abbildung 3.1. Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme (deutsche Ostseeküste) Figure 3.1. Distribution of accumulated areal ice volume (German Baltic coast)	35
Abbildung 3.2. Übergreifende 5-Tagemittel der Lufttemperatur im Winter 2006/07 (entsprechend der Daten des Deutschen Wetterdienstes) Figure 3.2. 5-day running means of air temperature in the winter of 2006/07 (data from the German Meteorological Service)	36

Abbildung 3.3. Übergreifende 5-Tagemittel der Lufttemperatur, gemessen um 6 Uhr, im Winter 2006/07 Figure 3.3. 5-day running means of air temperatures in the winter of 2006/07, measured at 6 a.m.	38
Abbildung 3.4. Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum am 4. Januar 2007 Figure 3.4. Ice conditions in the northern region of the Baltic Sea on 4 January 2007	38
Abbildung 3.5. Eisübersichtskarte vom 23. Februar mit maximaler Eisausdehnung im Winter 2006/07 Figure 3.5. General ice chart of 23 February showing maximum extent of ice cover (139,000 km ²) in the winter of 2006/07	40
Abbildung 3.6. Aufnahme des NOAA Satelliten am 22.05.2007 um 09:32 UTC Figure 3.6. NOAA satellite image of 22 May 2007, 9:32 UTC	40
Abbildung 4.1. Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme (deutsche Ostseeküste) im Zeitraum 1897 – 2008 Figure 4.1. Distribution of accumulated areal ice volume (German Baltic coast) in the period 1897 – 2008	41
Abbildung 4.2. Abweichungen der Lufttemperatur vom Mittelwert 1961-1990, Station Greifswald Figure 4.2. Deviations of the air temperature from the 1961 – 1990 climatic mean, station Greifswald	42
Abbildung 4.3. Übergreifende 5-Tagemittel der Lufttemperatur im Winter 2007/08 (Angaben des DWD) Figure 4.3. 5-day running means of air temperature in the winter of 2007/08 (data from the German Meteorological Service)	42
Abbildung 4.4. Übergreifende 5-Tagemittel der Wassertemperatur im Winter 2007/08 Figure 4.4. 5-day running means of water temperature in the winter of 2007/08	42
Abbildung 4.5. Eisverhältnisse an den deutschen Küsten am 7. Januar 2008 Figure 4.5. Ice conditions on the German coasts on 7 January 2008	44
Abbildung 4.6. Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste am 14. Januar 2008 Figure 4.6. Ice conditions on the German Baltic Sea coast on 14 January 2008	45
Abbildung 4.7. Lufttemperaturen im Winter 2007/08, gemessen um 06:00 Uhr UTC in Luleå und Oulu in der nördlichen Bottenvik und in St. Petersburg im östlichsten Finnischen Meerbusen Figure 4.7. Air temperatures in the winter of 2007/08 measured at 06:00 UTC in Luleå and Oulu in the northern Bay of Bothnia and in St. Petersburg in the easternmost part of the Gulf of Finland	46
Abbildung 4.8. Eisverhältnisse Ende Februar/Anfang März in den Wintern 1988/89 und 2007/08 Figure 4.8. Ice conditions in late February/early March in the winters of 1988/89 and 2007/08	46
Abbildung 4.9. Maximale Eisausdehnung in der Ostsee seit 1720 Figure 4.9. Maximum extent of ice coverage in the Baltic Sea since 1720	47
Abbildung 4.10. Eisverhältnisse im Winter 2007/08 zur Zeit der maximalen Eisausdehnung im Vergleich mit Eisverhältnissen in einem normalen Winter und im bis jetzt schwächsten Eiswinter 1988/89 Figure 4.10. Ice conditions in the winter of 2007/08 at the time of the maximum ice extent in comparison with ice conditions in a moderate winter and in the weakest ice winter on record, that of 1988/89	48
Abbildung 5.1. Eisklimatologische Stationen an den deutschen Nord- und Ostseeküsten Figure 5.1. Ice climatological stations on the German North and Baltic Sea coasts	49

Abbildung 5.2. Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2008/09 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de/) Figure 5.2. Daily mean air temperatures in the winter of 2008/09 (data from German Weather Service, www.dwd.de/)	50
Abbildung 5.3. Wassertemperatur (7 Uhr MEZ) an der Nordseeküste und in der Elbe Figure 5.3. Water temperatures (7 a.m. CET) on the North Sea coast and in the river Elbe	51
Abbildung 5.4. Wassertemperatur in den inneren Gewässern der Küste Mecklenburg-Vorpommerns Figure 5.4. Water temperatures in the inner coastal waters of Mecklenburg-Vorpommern	51
Abbildung 5.5. Wassertemperatur (7 Uhr MEZ) in den Außenbereichen der Ostseeküste Figure 5.5. Water temperatures (7 a.m. CET) in Baltic Sea outer coastal waters	52
Abbildung 5.6. Bedeckungsgrad und Dicke des Eises in den Fahrwasserabschnitten und Häfen an der deutschen Nordseeküste im Winter 2008/09 Figure 5.6. Concentration and thickness of ice in the fairways and harbours of the German North Sea coast in the winter of 2008/09	53
Neueisbildung auf der Unterwarnow und im Stadthafen Rostock, 17.02.2009 New-ice formation on the Unterwarnow and in the city harbour of Rostock, 17 February 2009	54
Abbildung 5.7. Bedeckungsgrad und Dicke des Eises in den Fahrwasserabschnitten und Häfen an der deutschen Ostseeküste im Winter 2008/09 Figure 5.7. Concentration and thickness of ice in the fairways and harbours of the German Baltic Sea coast in the winter of 2008/09	55
Abbildung 5.8. Eislage in den inneren Gewässern der deutschen Ostseeküste zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung im Winter 2008/09 Figure 5.8. Maximum extent of ice cover in the inner coastal waters of the German Baltic Sea coast in the winter of 2008/09	56
Dünnes Eis und Neueis im Hafen Thiessow (Greifswalder Bodden), 18.02.2009 Thin ice and new ice in the harbour of Thiessow (Greifswalder Bodden), 18 February 2009	57
Abbildung 5.9. Vergleich der maximalen Eisausdehnung in einem normalen Eiswinter, im Eiswinter 2007/08 (49 000 km ²) und im Eiswinter 2008/09 (ca. 112 000 km ²) Figure 5.9. Comparison of maximum ice extent in a normal ice winter, in the ice winter of 2007/08 (49,000 km ²), and in the ice winter of 2008/09 (112,000 km ²)	59
Abbildung 5.10. Eisbedeckte Fläche für die ganze Ostsee im Verlauf des Eiswinters 2008/09 Figure 5.10. Total ice-covered Baltic Sea area during the winter of 2008/09	60
Abbildung 5.11. Eisübersichtskarte vom 19. Februar 2009 mit der maximalen Eisausdehnung Figure 5.11. General ice chart of 19 February 2009 showing maximum extent of ice cover	61

8. Tabellenverzeichnis / Table Index

Tabelle 1.1. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2004/05 Table 1.1. Ice conditions in the waters of the German North Sea coast in the winter of 2004/05	14
Tabelle 1.2. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2004/05 Table 1.2. Ice conditions in the waters of the German Baltic Sea coast in the winter of 2004/05	16
Anhang 2.2. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nord- und Ostseeküste im Winter 2005/06 Annex 2.2: Ice conditions in the waters of the German North and Baltic Sea coasts in the winter of 2005/06	32
Tabelle 3.1. Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2006/07 und ihre Abweichung (in K) vom Klimamittel 1961 bis 1990 (Angaben des DWD) Table 3.1. Monthly mean air temperature values (°C) in the winter of 2006/07 and their deviation (in K) from the 1961 - 1990 climatic mean (data from the German Meteorological Service)	36
Tabelle 3.2. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2006/07 Table 3.2. Ice conditions in the waters of the German Baltic Sea coast in the winter of 2006/07	36
Tabelle 4.1. Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2007/08 und ihre Abweichungen (in K) vom Klimamittel 1961 bis 1990 (Angaben des DWD) Table 4.1. Monthly mean air temperature values (°C) in the winter of 2007/08 and their deviation (in K) from the 1961 – 1990 climatic mean (data from the German Meteorological Service)	41
Tabelle 4.2. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Küsten im Winter 2007/08 Table 4.2. Ice conditions in the German coastal waters in the winter of 2007/08	43
Tabelle 5.1. Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2008/09 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961 – 1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de) Table 5.1. Monthly mean air temperatures (°C) in the winter of 2008/09 and their deviation (in K) from the 1961 - 1990 climatic mean (data from Deutscher Wetterdienst, www.dwd.de)	51
Tabelle 5.2. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2008/09 Table 5.2. Ice conditions in the coastal waters of the German North Sea in the winter of 2008/09	54
Tabelle 5.3. Eisverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2008/09 Table 5.3. Ice conditions in the German Baltic Sea waters in the winter of 2008/09	58

9. 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