

Der Eiswinter 2010/11 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten sowie eine kurze Beschreibung der Eisverhältnisse im gesamten Ostseebereich

Natalija Schmelzer
Jürgen Holfort
Eisdienst, BSH Rostock

Inhaltsverzeichnis	Seite
Allgemeines	3
Wetterverhältnisse in den Wintermonaten in den deutschen Küstengebieten	5
Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste	7
Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste	10
Zusammenhang zwischen der flächenbezogenen Eisvolumensumme und der Winterzahl eines Winters	15
Eisverhältnisse im Kattegat, Skagerrak und in den dänischen Gewässern der westlichen Ostsee	17
Eisverhältnisse in der südlichen Ostsee	19
Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56°N)	20
Anhang	
Abbildung A1. Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2010/11	23
Tabelle A1. Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste und auf dem Nord-Ostsee-Kanal im Winter 2010/11	30
Tabelle A2. Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste und auf dem Nord-Ostsee-Kanal im Winter 2010/11	32
Tabelle A3. Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2010/11	34
Tabelle A4. Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2010/11	36

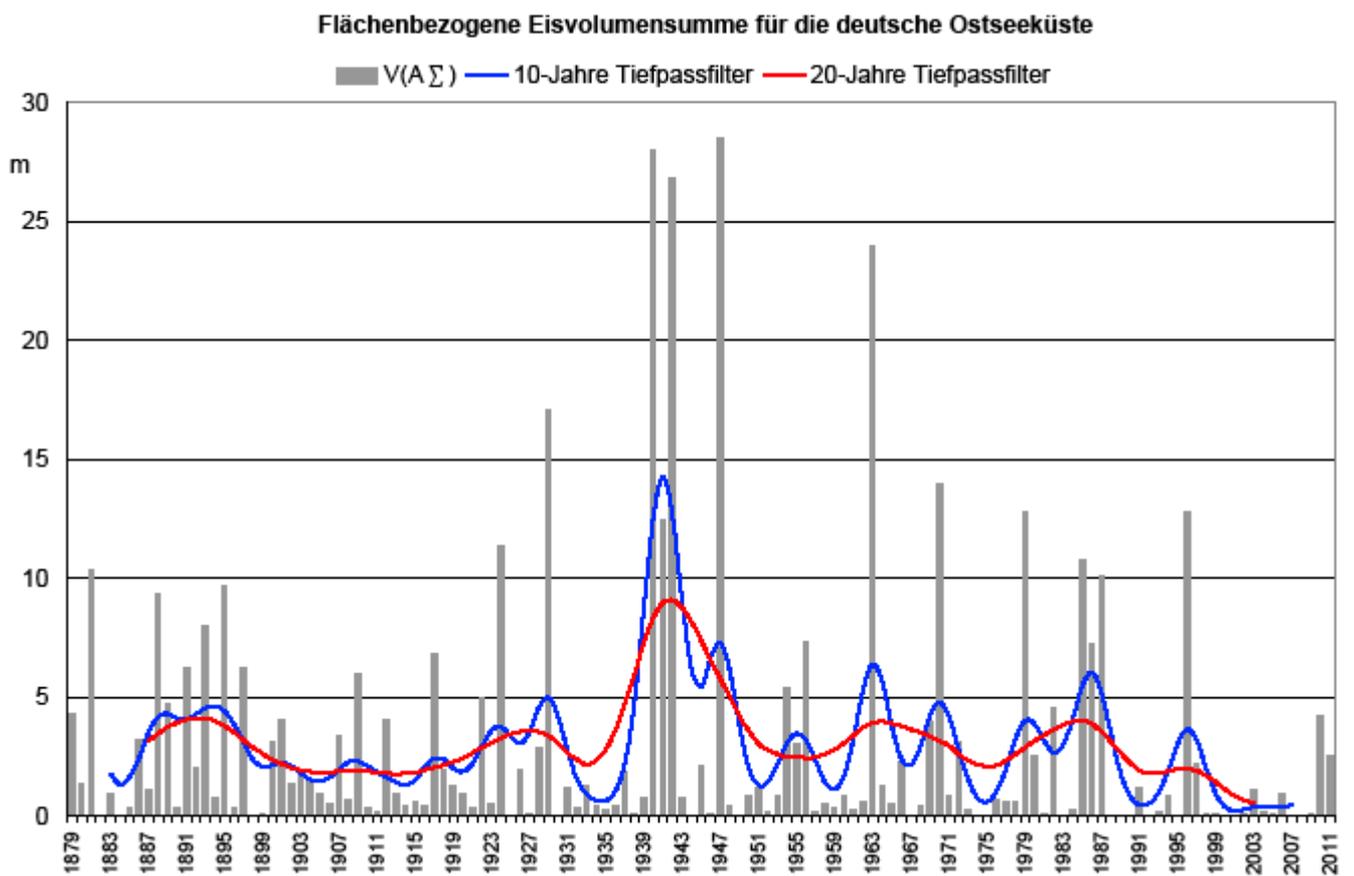
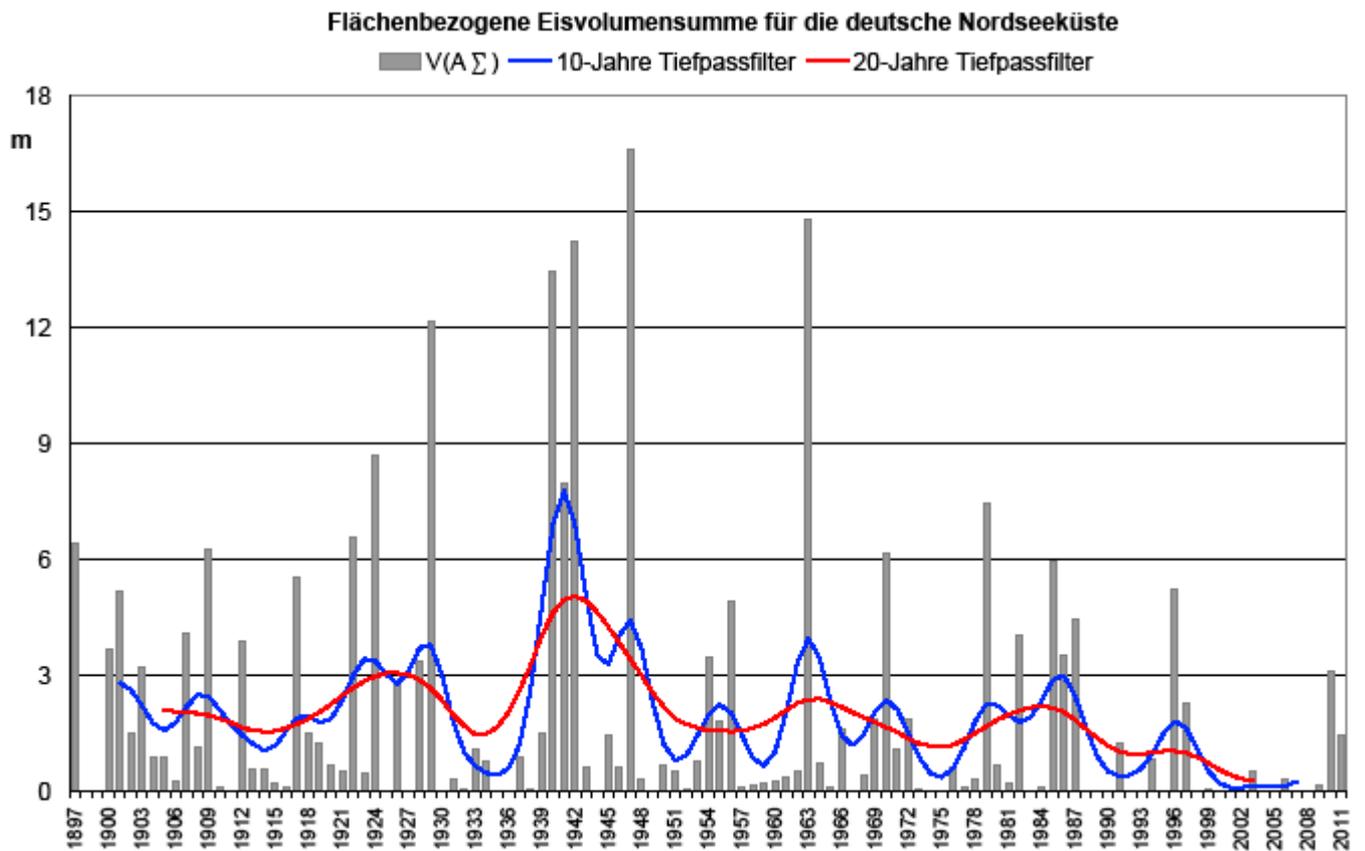


Abbildung 1. Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste im Zeitraum 1897 bis 2011 und für die deutsche Ostseeküste im Zeitraum 1879 bis 2011

Allgemeines

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

Die Maßzahl für die Bewertung der Eiswinter an den deutschen Küsten, die flächenbezogene Eisvolumensumme <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/Kuesten.jsp>, beträgt im Eiswinter 2010/11 für die Nordsee **1.47 m** und für die Ostsee **2.45 m**, vgl. Abb. 1. Die mäßigen Eiswinter traten in den letzten 50 Jahren (1961 – 2010) mit einer Häufigkeit von 34% an der Nordseeküste und von 32% an der Ostseeküste auf.

Von Ende November bis Anfang Januar lag die ganze Ostsee im Einflussbereich der polaren Kaltluft aus Norden, Nordosten oder Osten. Diese Kaltperiode wurde hin und wieder durch wärmere Luftmassen aus Westen oder Süden für kurze Zeiträume unterbrochen, die meist Niederschläge im Form von Schnee mitbrachten. Die Eisausdehnung in der Ostsee entsprach Anfang Januar den normalen Eisverhältnissen etwa Ende Januar / Anfang Februar. In der Abb. 2 wird die maximale Eisausdehnung im Eiswinter 2007/08, der bekanntlich der schwächste Eiswinter seit 300 Jahren war, und die Eisausdehnung am 5. Januar 2011 verglichen. Bereits zu diesem Zeitpunkt entsprach der Winter 2010/11 in der westlichen und südlichen Ostsee den Merkmalen eines mäßigen Eiswinters. Ausgehend von der maximalen Eisausdehnung in der gesamten Ostsee, die um den 25. Februar erreicht wurde und 309 000 km² betrug (Mitteilung des Finnischen Eisdienstes), siehe Abb. 3 und 4, wird der Winter 2010/11 als ein **starker** Eiswinter klassifiziert.

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

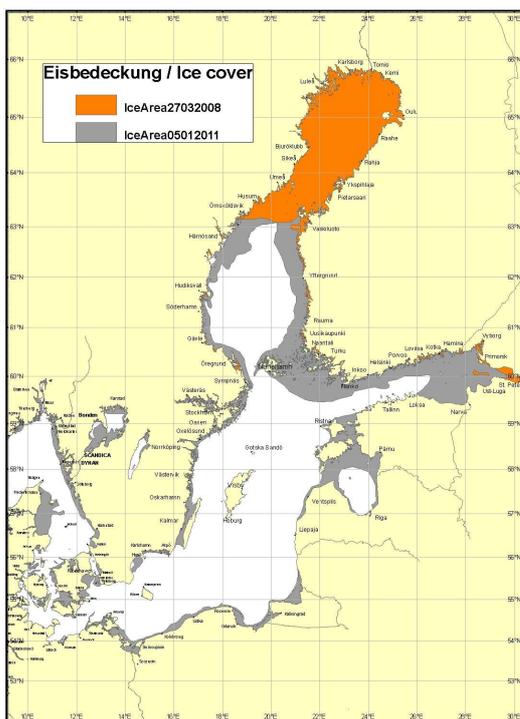


Abbildung 2. Vergleich der maximalen Eisausdehnung (26./27.03.) im sehr schwachen Eiswinter 2007/08 mit der Eislage am 05.01.2011

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 84

Nr. 27
Rostock, 24.02.2011

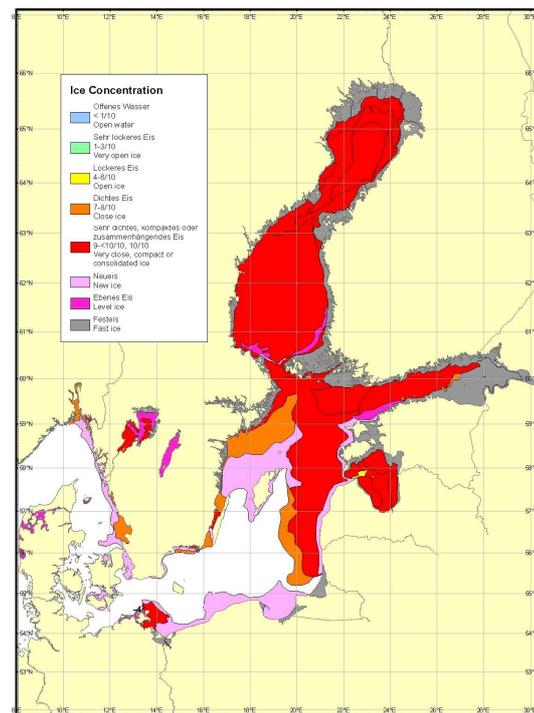


Abbildung 3. Maximale Eisausdehnung am 24. Februar 2011 in der gesamten Ostsee



Abbildung 4. Tägliche Eisausdehnung im Winter 2010/11 für die gesamte Ostsee

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

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

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

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

Wetterverhältnisse in den Wintermonaten in den deutschen Küstengebieten

Der November 2010 fiel im Osten etwas zu warm, im Westen zu kalt aus, Tab.1. In der ersten Monatshälfte lagen die Küstengebiete im Zustrom milder Luft aus Südwesten und Westen, so dass die Tagestemperaturen an der Ostsee bis zu 15°C ans tiegen. Erst in der dritten Dekade kühlte es sich von Skandinavien her stetig ab. Am Monatsende erfasste sibirische Kaltluft den gesamten Nord- und Ostseeküstenbereich, es herrschte Dauerfrost (S. Haeseler, 2010), vgl. Abb. 5. Dazu kamen zeitweise starke Schneeschauer, die die Abkühlung des Wassers in den inneren Gewässern beschleunigten, Abb. 6.

Tabelle 1. Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2010/11 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961 – 1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Station	November		Dezember		Januar		Februar		März	
	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K	°C	K
Greifswald	5.0	0.5	-4.2	-5.3	1.0	1.6	-0.2	-0.2	3.6	0.9
Rostock-Warnemünde	5.4	0.1	-3.3	-5.2	1.4	1.6	0.4	-0.3	3.5	0.4
Schleswig	3.8	-1.1	-4.1	-5.8	0.6	0.9	0.6	0.0	3.6	0.8
Helgoland	6.4	-1.2	0.1	-4.3	2.6	0.1	1.9	-0.2	3.9	1.8

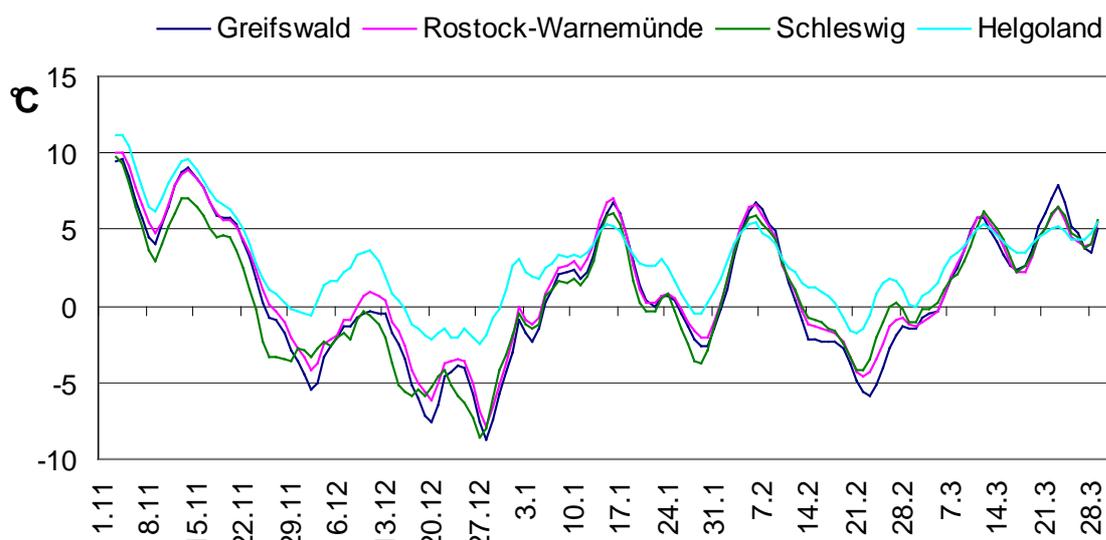


Abbildung 5. 5-Tage gleitendes Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2010/11 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, www.dwd.de)

Der Dezember 2010 war der kälteste und schneereichste Monat des Winters 2010/11. Die Abweichung der Monatsmitteltemperatur vom langjährigen Mittelwert betrug in den Küstenbereichen zwischen -4 und -6 K. Die Schneedecke erreichte im Norden und Osten eine Höhe von 20 bis 40 cm, in Ostseennähe bis zu 50 cm. Verantwortlich für den Dauerfrostzustand waren häufige Vorstöße sehr kalter Luft arktischen Ursprungs, die mit nördlichen bis nordöstlichen Winden südwärts bis zur westlichen Ostsee und westwärts bis zur Deutschen Bucht vordrang. Das Wasser in den inneren Gewässern an den deutschen Küsten war bereits zum Beginn des Monats in Gefrierbereitschaft, in der dritten Dezemberdekade sank die Wassertemperatur auch an den Außenküsten in den Bereich um den Gefrierpunkt. Die eigentlichen "Wintermonate" Januar und Februar sind im Vergleich zum Dezember mild gewesen. Gleich zu Beginn des Jahres floss auf der Vorderseite eines Tiefdruckgebietes über Norwegen mit südwestlichen Winden milde maritime Luft ein, die eine Warmwetterphase einleitete. Die Tauwetterperiode dauerte, mit einer kurzen Unterbrechung in den letzten Tagen Januars, bis Mitte Februar. In der zweiten Februardekade entwickelte sich ein Hoch über Skandinavien, das sich anschließend unter Verstärkung langsam ostwärts verlagerte und das Wetter in der Küstenregion bis Anfang März bestimmte. Meist herrsch-

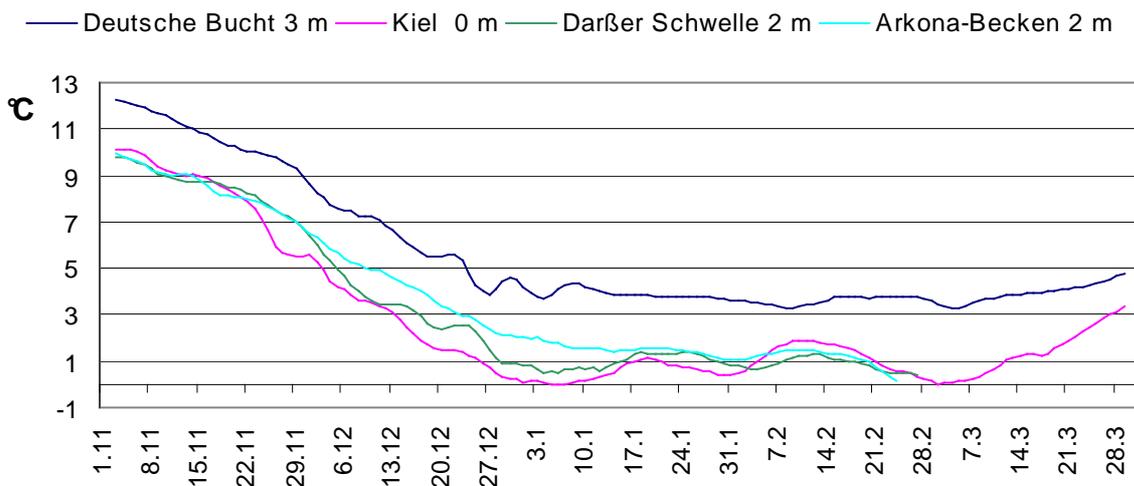
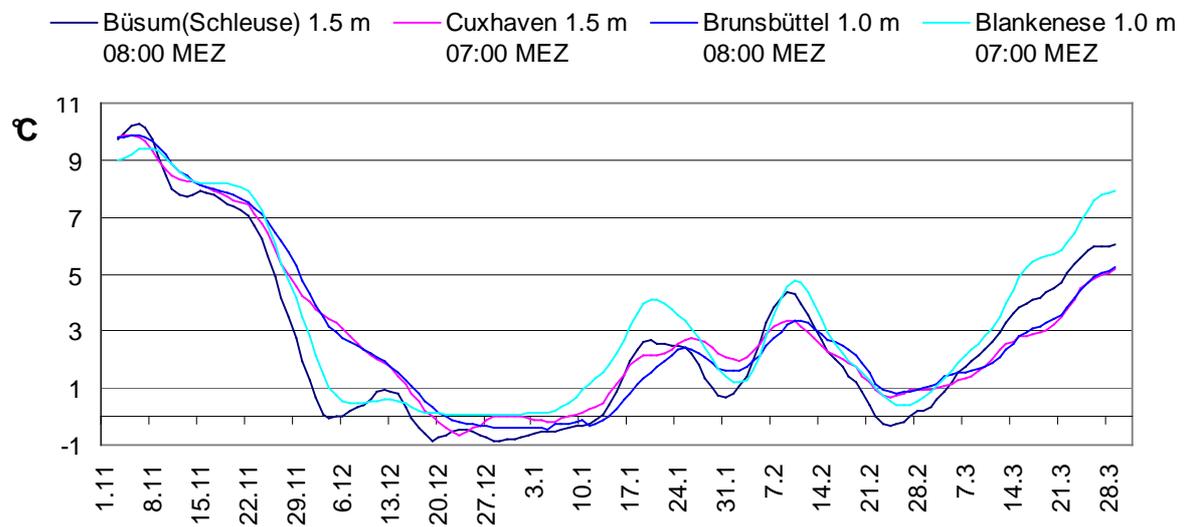
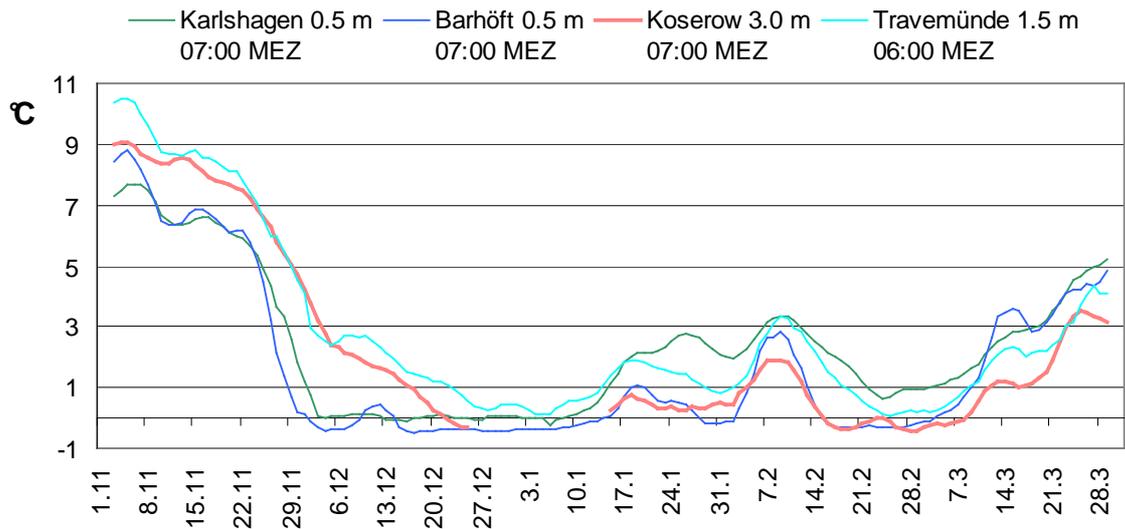


Abbildung 6. Wassertemperatur in der westlichen Ostsee und in der Deutschen Bucht

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

te kaltes und ruhiges Winterwetter vor. Dabei lag die Ostseeregion länger unter dem Einfluss der Kaltluftmassen als die Nordseeküste, die Kaltluftgrenze verlief von Nordwest nach Südost über Deutschland hinweg. Die Wasseroberfläche kühlte sich nicht nur in den inneren geschützt liegenden Bereichen, sondern auch im Seebereich, besonders in der Pommerschen Bucht rasch ab. Der Wind frischte nur an einigen wenigen Tagen auf und kam überwiegend aus östlichen Richtungen. Insgesamt lagen die Tagesmitteltemperaturen im Januar 1 bis 2 K höher als die langjährigen Mittelwerte, der Februar fiel in den Küstenbereichen durchschnittlich aus. Ruhige Hochdruckwetterlagen bestimmten häufig auch im März die Witterung in den Küstenbereichen. Die Lufttemperaturen lagen nachts in der ersten und teilweise in der letzten Monatsdekade unter dem Gefrierpunkt. Tagsüber stiegen sie durch längere Sonneneinstrahlung deutlich an. Der März war in der Küstenregion um 0.5 bis 2 K zu warm.

Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste

An der deutschen Nordseeküste wurde in diesem Winter um etwa die Hälfte weniger Eis produziert als im Eiswinter 2009/10, siehe Abb. 7. Trotzdem gehören beide Winter in den Bereich der mäßigen Eiswinter, die an der Nordsee im 50-jährigen Zeitraum 1961 – 2010 mit einer Häufigkeit von 34% vorkamen.

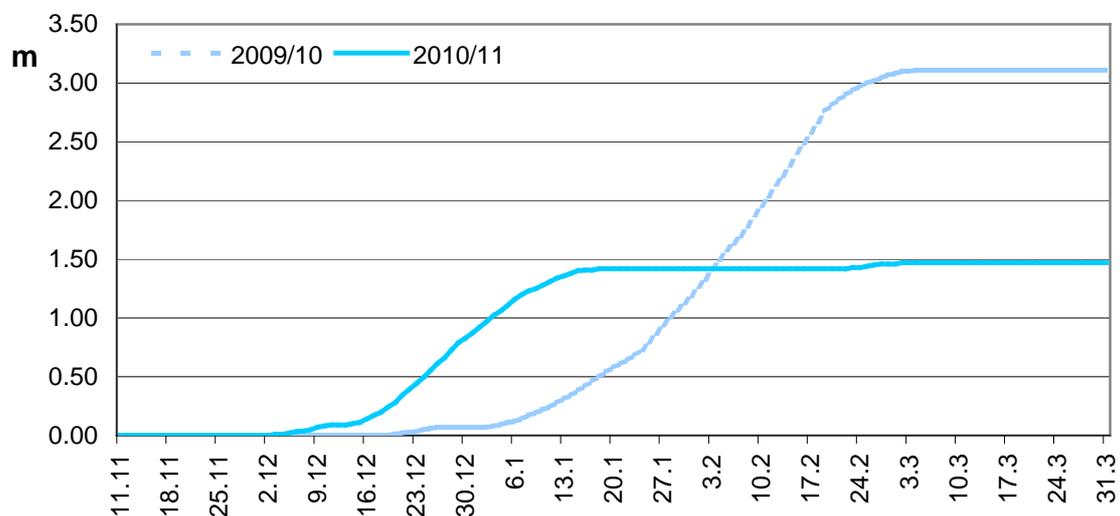
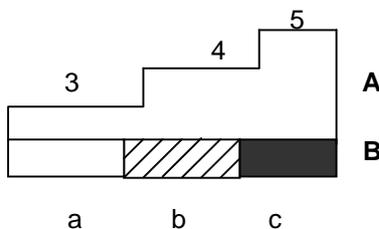
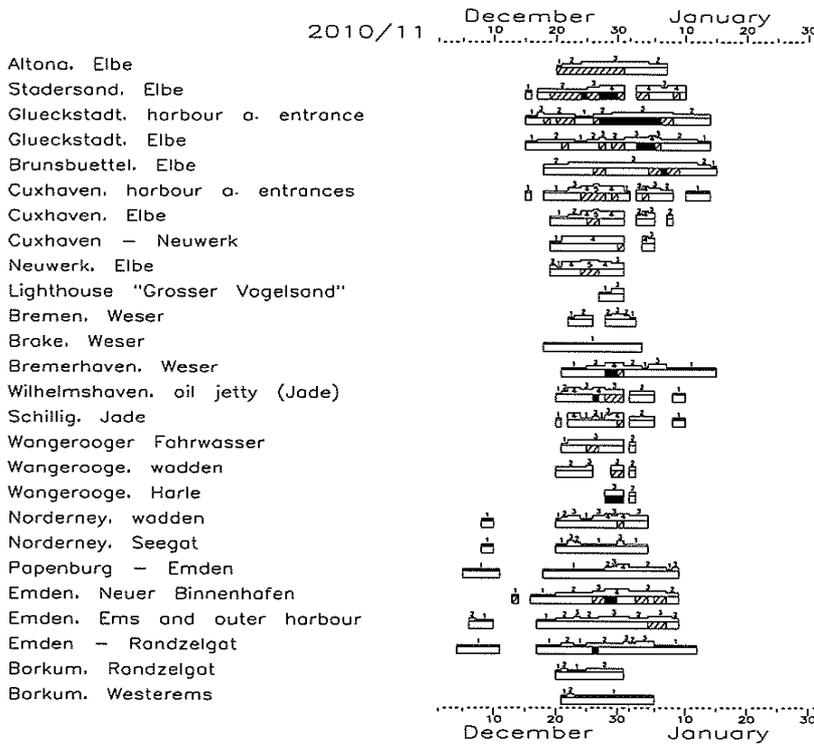
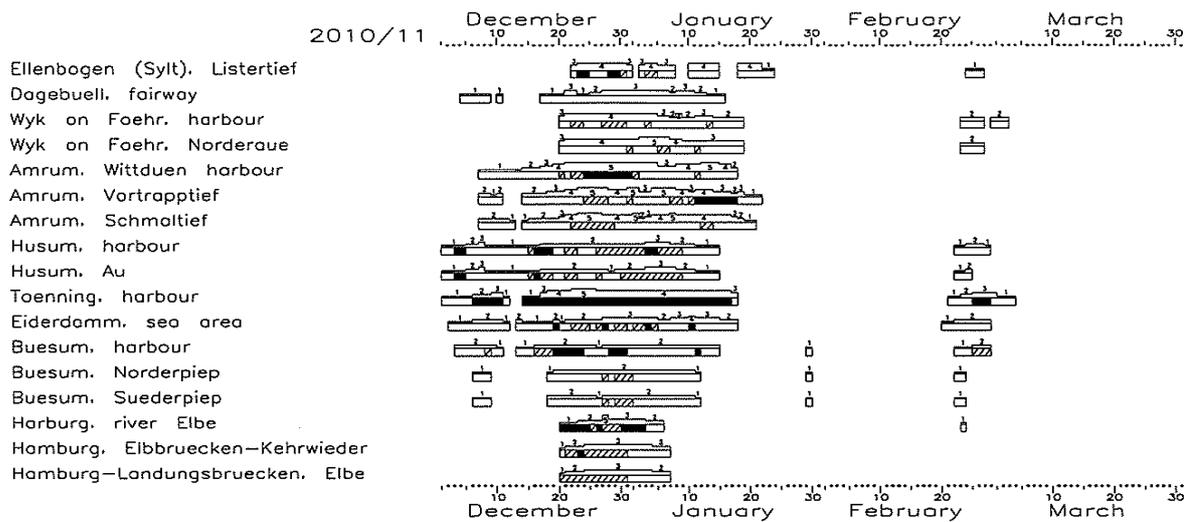


Abbildung 7. Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der deutschen Nordseeküste in den Wintern 2009/10 und 2010/11

Entsprechend den meteorologischen Bedingungen gab es an der deutschen Nordseeküste im Winter 2010/11 zwei Eisbildungsperioden. Die größten Eismengen wurden in der ersten Eisperiode, die von Ende November bis Anfang Januar dauerte, produziert. In der zweiten Februarhälfte, während der zweiten Kälteperiode war die Eisbildung an der Nordseeküste gering, die Nordseezuflüsse und die ostfriesische Küste blieben ganz und gar eisfrei, vgl. Abb. 8 und die farbigen Plotdiagramme in der Abb. A1 im Anhang.

Das erste Eis bildete sich in mehreren Häfen und inneren Bereichen der ostfriesischen und nordfriesischen Küsten Anfang Dezember 2010 (Tabelle A1 im Anhang). Die Eisbildung schritt kontinuierlich voran und erreichte in den letzten Dezembertagen ihren höchsten Stand, siehe die Eiskarte in der Abb.9. Zu diesem Zeitpunkt waren die Wattengebiete sowie die inneren Bereiche der Ems, Weser und Elbe mit sehr lockerem bis sehr dichtem Eis bedeckt. Das Eis erreichte Dicken von 5 bis 15 cm in südlichen Abschnitten und von 10 bis 30 cm an der nordfriesischen Küste. Durch Tideeinfluss und zeitweise auffrischende auflandige Winde wurde das Eis an einigen Küstenabschnitten bis zu einer Höhe von 50 bis 80 cm zusammengeschoben. Insgesamt dauerte die Vereisung in den Bereichen der ostfriesischen Küste und der Nordseezuflüsse bis zu 4 Wochen, 30 bis 60 Tage lang wurde das Eis in den Bereichen der nordfriesischen Küste beobachtet. Die Behinderungen durch Eis traten für kleinere Schiffe mit niedriger Maschinenleistung an einigen Tagen auf, der Hafen Tönning war 26 Tage für die Schifffahrt geschlossen, siehe Tab.A2 im Anhang.



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

Abbildung 8. Tägliches Eisvorkommen an der deutschen Nordseeküste im Eiswinter 2010/11

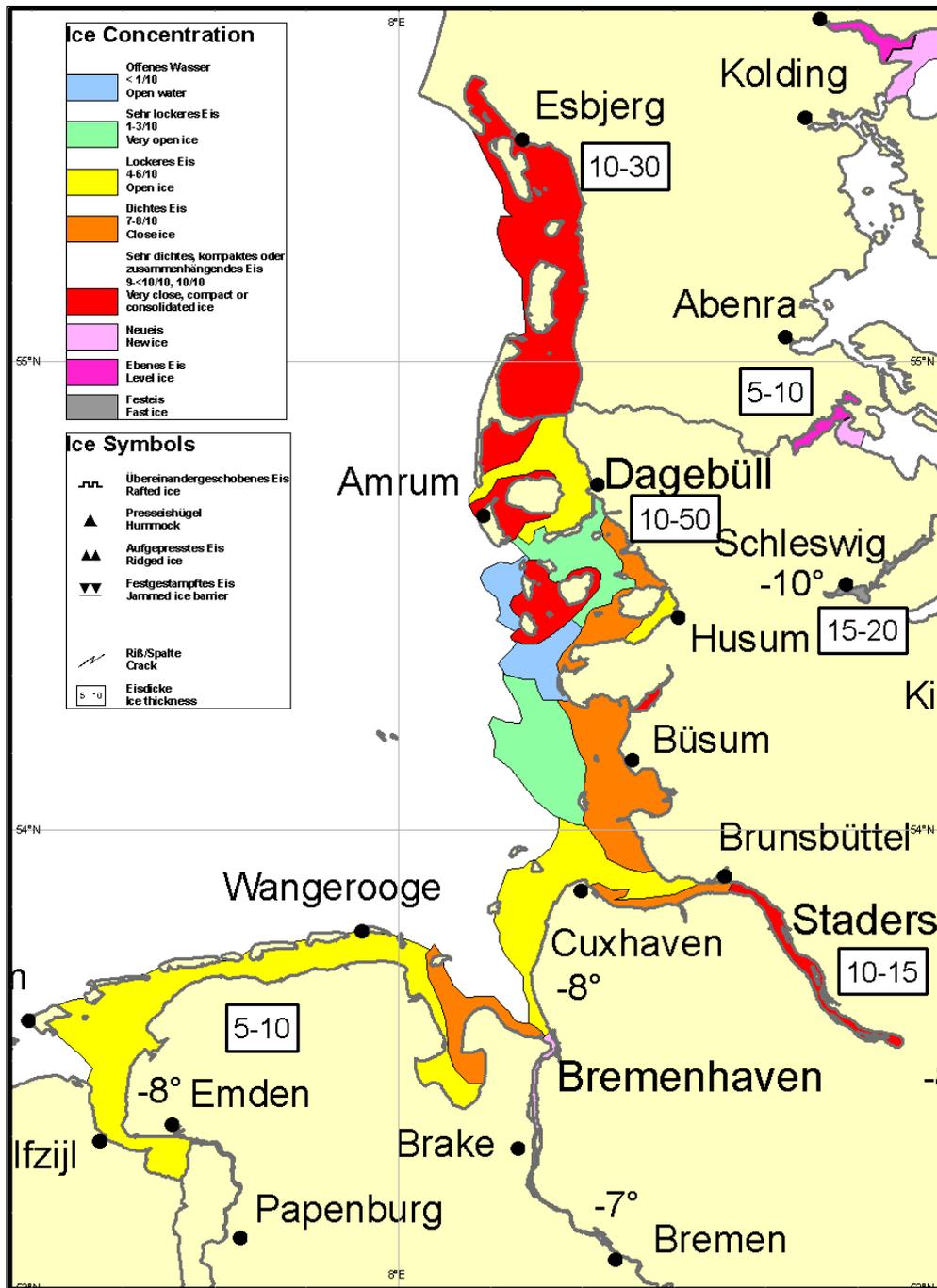


Abbildung 9. Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2010/11 zum Zeitpunkt der maximalen Eisentwicklung

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

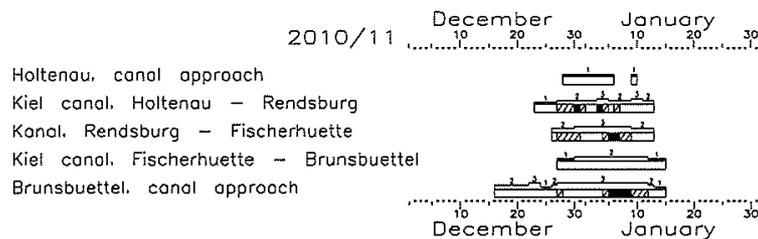


Abbildung 10. Tägliches Eisvorkommen auf dem Nord-Ostsee-Kanal im Eiswinter 2010/11

Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste

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

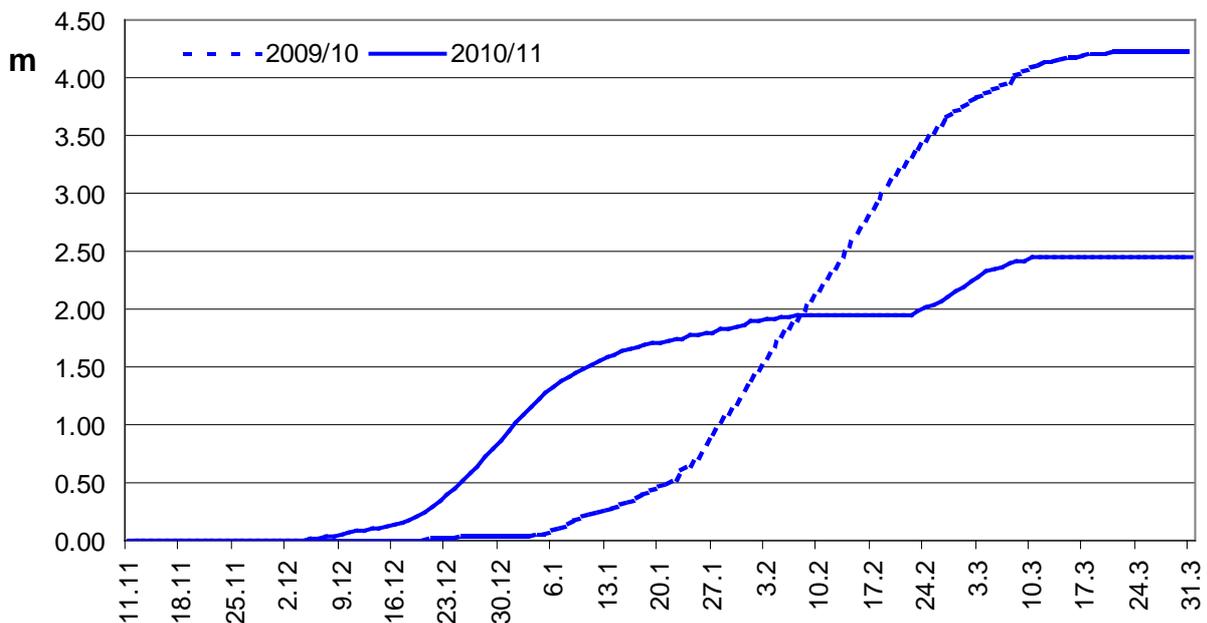
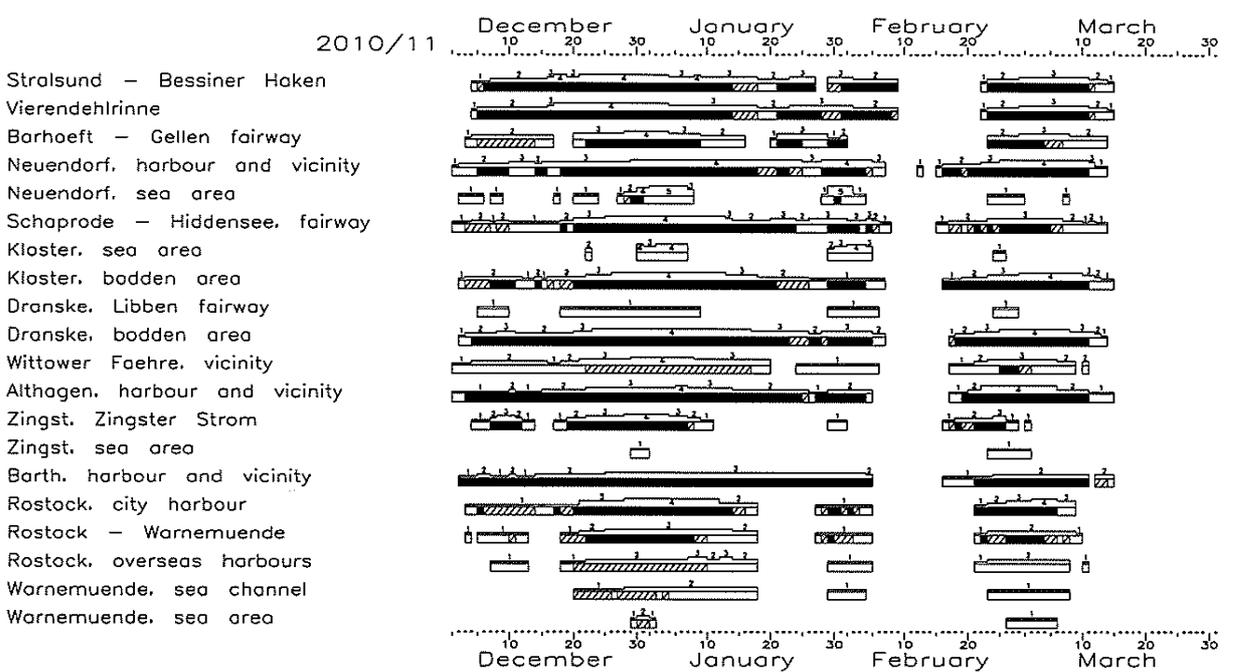
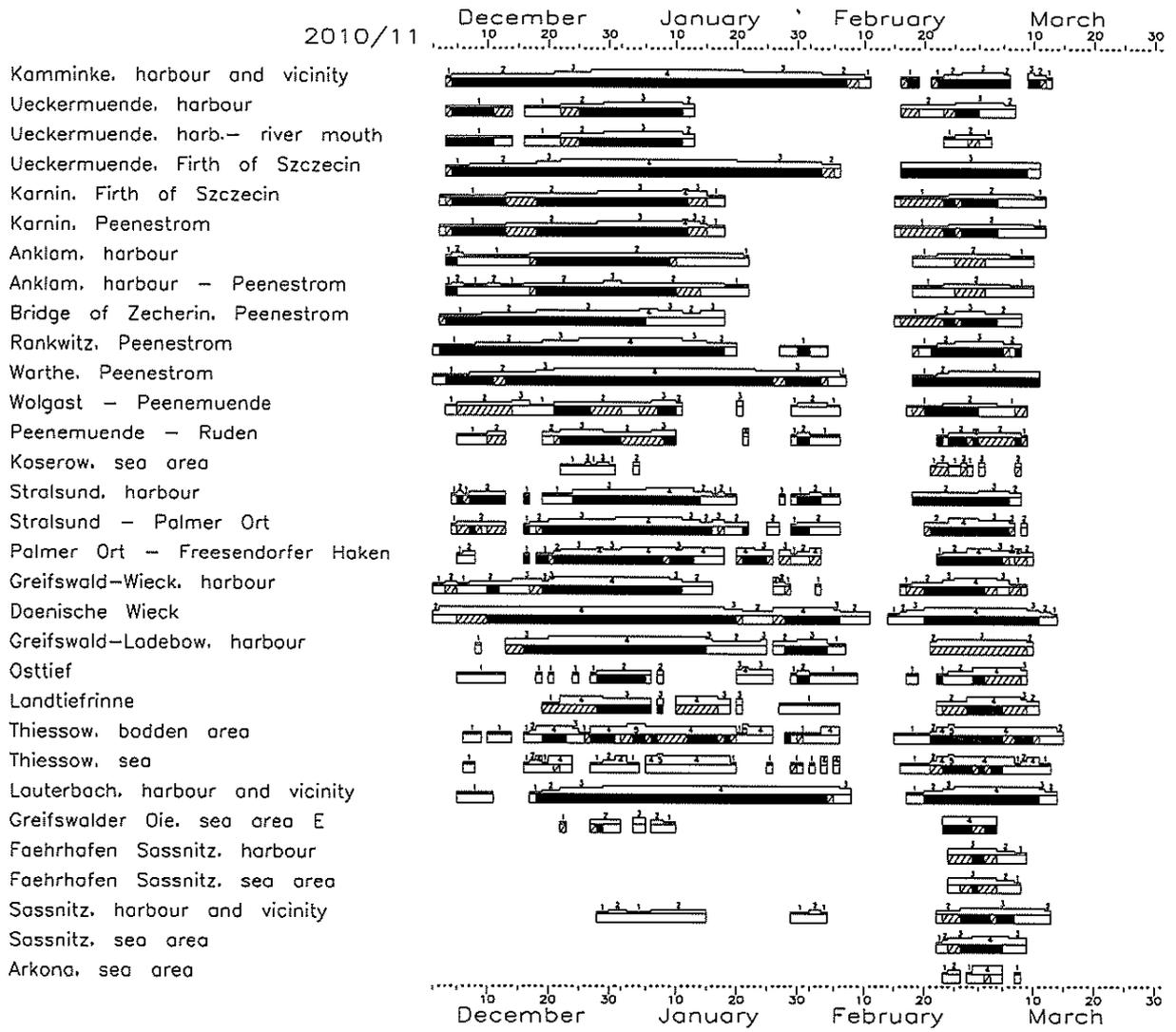
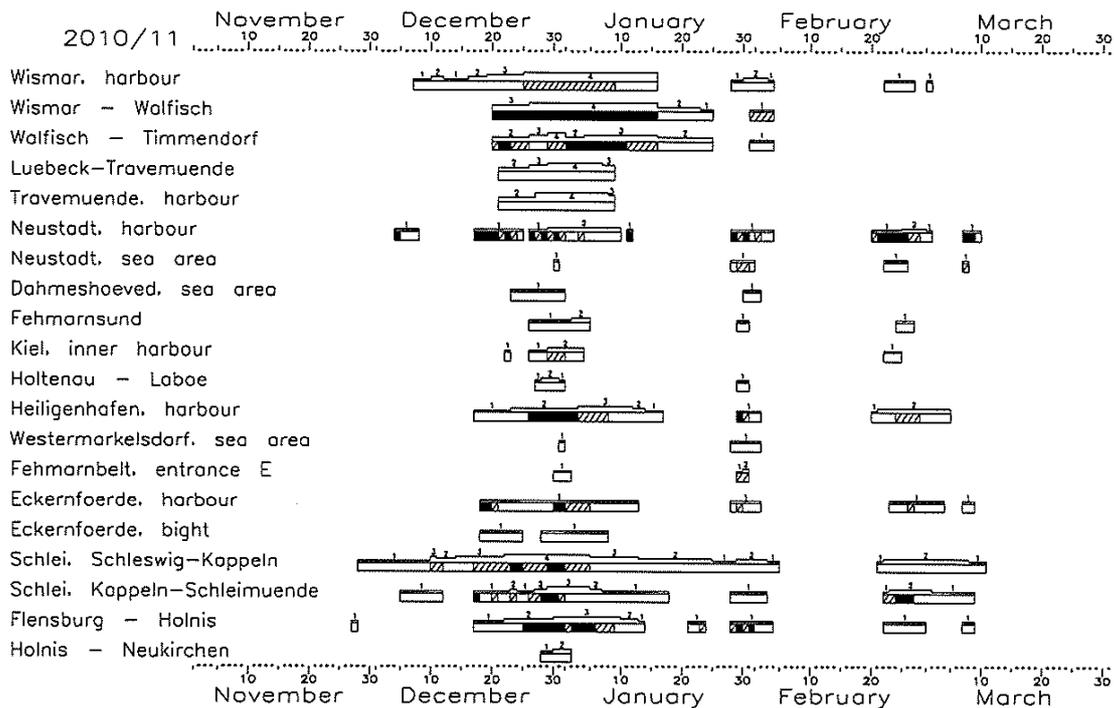


Abbildung 11. Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an der deutschen Ostseeküste in den Wintern 2009/10 und 2010/11



Fortsetzung und Legende auf der Seite 12



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

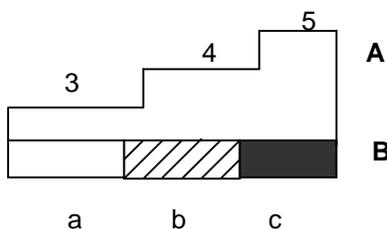


Abbildung 12. Tägliches Eisvorkommen an der deutschen Ostseeküste im Eiswinter 2010/11

Die tägliche Entwicklung der Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste ist in der Abb. 12 und in der Abb. A1 im Anhang dargestellt.

Auch an der deutschen Ostseeküste gab es im Winter 2010/11 zwei getrennte Eisbildungsperioden. Die Eisbildung in den geschützten Bereichen (Boddengewässer, Schlei) begann in den letzten Novembertagen oder ersten Dezembertagen, 3 bis 4 Wochen früher als durchschnittlich. Z. B. bildet sich das erste Eis in den Boddengewässern normalerweise um den 20. Dezember, in den Stralsunder Bereichen Ende Dezember. In der 52. Woche (27.12.2010 – 02.01.2011) hat sich auch an den Außenküsten und teilweise kurzzeitig auch auf See in der Kieler und Mecklenburger Bucht Neueis gebildet. Nach einigen wenigen Tagen war es durch Wasserstandsschwankungen und Windeinwirkung, trotz der anhaltenden Kälte, zum größten Teil verschwunden. Das Höchststand der Eisentwicklung wurde innerhalb der ersten Eisperiode am 30./31. Dezember 2010 erreicht, siehe Abb. 13. Zu diesem Zeitpunkt waren die Eisverhältnisse wie folgt beschrieben:

Seegebiet und Außenküste

In der südlichen Pommerschen Bucht kamen Felder aus 10-20 cm dickem Eis vor. Östlich von Greifswalder Oie trieben einzelne dünne Eisschollen. An der Westküste der Insel

Hiddensee lag kompaktes, etwa 15 cm dickes Eis. Auf See kam außerhalb von Warnemünde, an der Außenküste vom Darß und an den Küsten der Lübecker Bucht Neueis vor. Im Fehmarnbelt trat dicht an den Küsten Pfannkucheneis und geringfügiges Neueis auf.

Hauptfahrwasser

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

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

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

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

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

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

Fahrwasser nach Rostock: Im Stadthafen und auf der Unterwarnow lag eine 10-20 cm dicke Eisdecke, in den Seehäfen dichtes bis kompaktes 10-15 cm dickes Eis, im Seekanal und im Seegebiet davor kam dichtes dünnes Eis vor.

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

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

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

Boddengewässer:

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

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

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

Peenefluß: Mit etwa 10 cm dickem Eis bedeckt.

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

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

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

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

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

01.01.2011: Eisbrecherunterstützung beim Ansteuern des Nord- und Südhafens Stralsund sowie der Häfen am südlichen Greifswalder Bodden (Lubmin, Vierow, Ladebow) und des Hafens Wolgast kann nur noch solchen Fahrzeugen gegeben werden, die für die Eisfahrt

geeignet sind und über eine Eisklasse (1 C und höher) verfügen. Die Maschinenleistung dieser Fahrzeuge muss mindestens 1000 KW oder mehr betragen.

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie

EISKARTE
Jahrgang 84

Nr. 16
Rostock, 30.12.2010

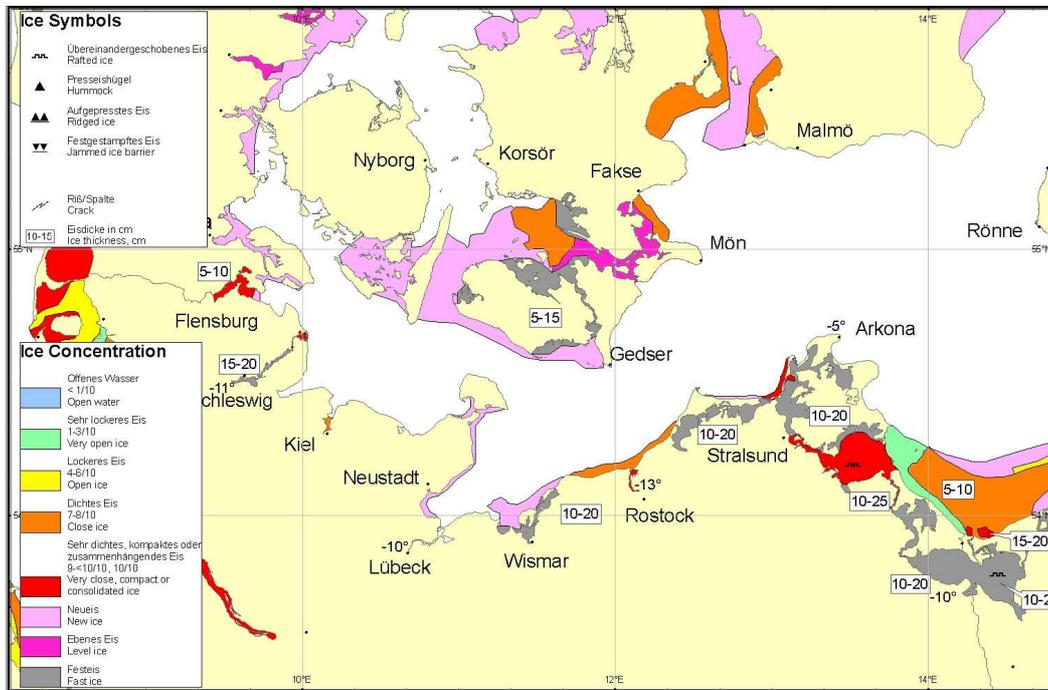


Abbildung 13. Eissituation in der westlichen Ostsee am 30. Dezember 2010

In den folgenden fünf Wochen verlief die Eisentwicklung schleppend, mit der Tendenz erst zu langsamer, dann zu rascher Eisabnahme. Zwischen dem 8. und dem 16. Februar wurden auch die inneren Küstengewässer in Vorpommern vollkommen eisfrei. Dafür sorgten zwei kurz nach einander folgenden Tauwetterabschnitte mit Tageslufttemperaturen bis zu 9°C, zeitweiligem Regen und frischen westlichen bis südwestlichen Winden. Mitte Februar stellte sich die Wetterlage erneut um: Auf der Südseite eines Hochdruckgebietes über Nordskandinavien gelangte mit südöstlichen bis östlichen Winden mäßig kalte Luft in die deutschen Küstenbereiche. In den östlichen inneren Gewässern begann sich wieder Neueis zu bilden. Die Eisbildung setzte sich in den nächsten Tagen bei nachlassenden Winden und weiter sinkenden Temperaturen verstärkt fort und griff auf die westlichen inneren Abschnitte über. Das meiste Eis hat sich jedoch in den östlichen Bereichen gebildet, sehr schnell waren die inneren Gewässer vollständig mit Eis bedeckt, in der Pommerschen Bucht froh das neu gebildete Pfannkucheneis zu einer Eisdecke zusammen. Das zweite Maximum der Eisentwicklung wurde am 27./28. Februar erreicht, siehe Abb.14. Die gemessene Eisdicke war zwischen 5 und 20 cm, dabei beziehen sich die größeren Werte auf zusammen- oder übereinandergeschobenes Eis.

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

Schlussfolgerung

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

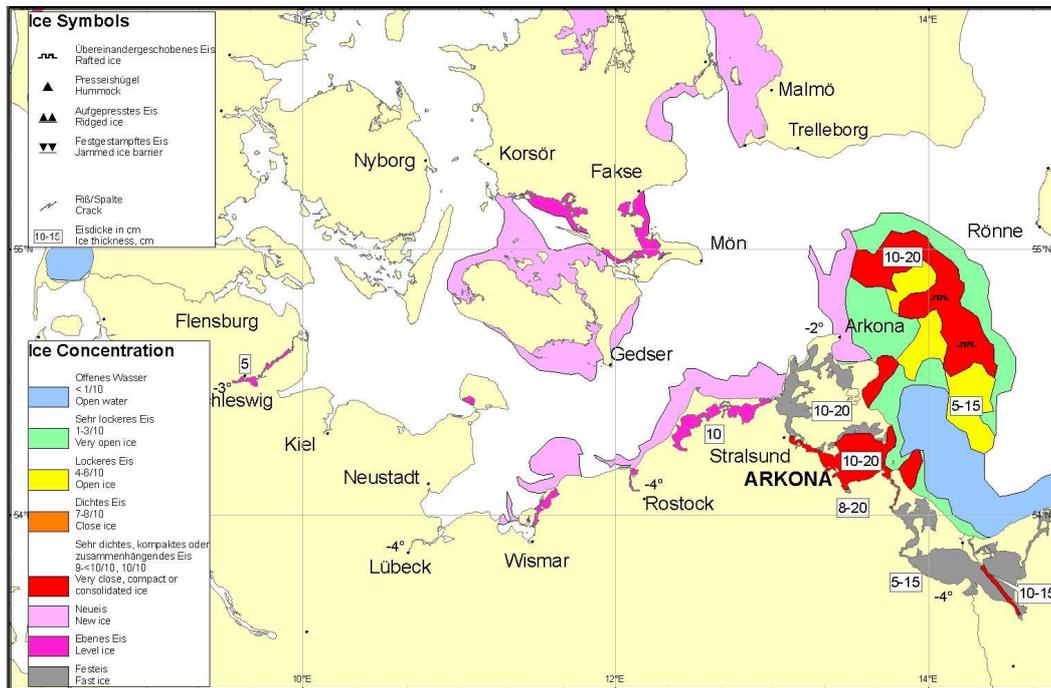


Abbildung 14. Eissituation in der westlichen Ostsee am 27. Februar 2011

Zusammenhang zwischen der flächenbezogenen Eisvolumensumme und der Winterzahl eines Winters

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

In den Abb. 15 und 16 sind der Zusammenhang zwischen $V_{A\Sigma}$ und W_z^* sowie die Werte der flächenbezogenen Eisvolumensumme der letzten 6 Eiswinter, die an der Küste Schleswig-Holsteins stark oder mäßig ausfielen, dargestellt. Die Regressionsgleichung für die Küste Schleswig-Holsteins wurde von den Angaben des Zeitraumes 1929 – 1987 abgeleitet (Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0.9853$). Die großen Abweichungen der gemessenen $V_{A\Sigma}$ -Werten für die Küste Schleswig-Holsteins von der Regressionsgleichung im $V_{A\Sigma}$ -Bereich um 2 m werden deutlich minimiert, wenn man den Einfluss der relativen Luftfeuchtigkeit berücksichtigt, siehe Abb. 17. Die "trockenen Eiswinter" 1995/96 und 1996/97 werden durch die Gleichung für die Winter mit einer "niedrigen" relativen Luftfeuchtigkeit, die "nassen" Winter 2002/03, 2005/06, 2009/10 und 2010/11 durch die Gleichung für Winter mit einer "hohen" relativen Luftfeuchtigkeit (um 90 % im Mittel) besser beschrieben. Die Zusammenhang zwischen $V_{A\Sigma}$ und W_z^* für die Küste von Mecklenburg-Vorpommern wird separat behandelt. Die Unterschiede in meteorologischen Bedingungen und in der Küstenmorphologie führen oft zu unterschiedlicher Eisproduktion, meist zu "Eisüberproduktion" im Osten. Gute Beispiele liefern uns die letzten zwei Winter: $V_{A\Sigma}(\text{SH}, 2010) = 2.93 \text{ m}$, $V_{A\Sigma}(\text{MV}, 2010) = 5.33 \text{ m}$, $V_{A\Sigma}(\text{SH}, 2011) = 1.39 \text{ m}$, $V_{A\Sigma}(\text{MV}, 2011) = 3.35 \text{ m}$. Mit den gemittelten Werten ist keine gute Übereinstimmung mit dem meteorologischen Charakter des Winters zu erwarten.

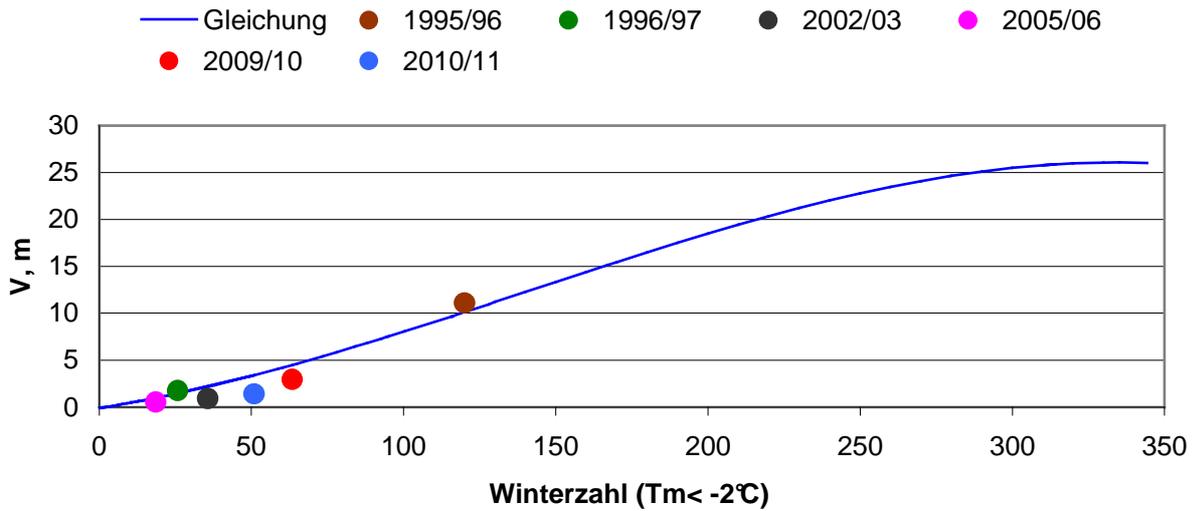


Abbildung 15. Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme an der Küste Schleswig-Holsteins und die Winterzahl W_z^* ($T_m < -2.0^\circ\text{C}$) von Schleswig

Gleichung: $V_{A\Sigma} = -0.1017 + 0.0506 W_z^* + 0.4033 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0.9588 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$

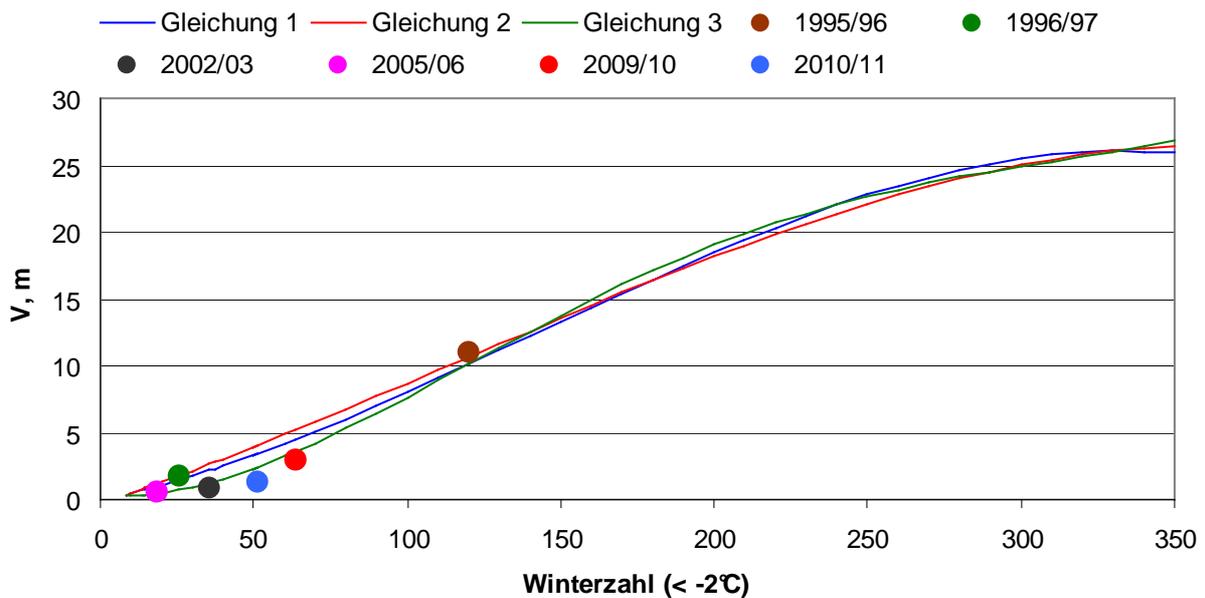


Abbildung 16. Regressionskurven für die flächenbezogene Eisvolumensumme an der Küste Schleswig-Holsteins und die Winterzahl W_z^* ($T_m < -2.0^\circ\text{C}$) von Schleswig

Gleichung 1: Für alle Winter

$$V_{A\Sigma} = -0.1017 + 0.0506 W_z^* + 0.4033 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0.9588 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$$

Gleichung 2: Für die Winter mit einer "niedrigen" relativen Luftfeuchtigkeit

$$V_{A\Sigma} = -0.2958 + 0.07705 W_z^* + 0.1802 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0.5196 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$$

Gleichung 3: Für die Winter mit einer "hohen" relativen Luftfeuchtigkeit

$$V_{A\Sigma} = 0.3061 - 0.01539 W_z^* + 0.1361 \cdot 10^{-2} W_z^{*2} - 0.5324 \cdot 10^{-5} W_z^{*3} + 0.6229 \cdot 10^{-8} W_z^{*4}$$

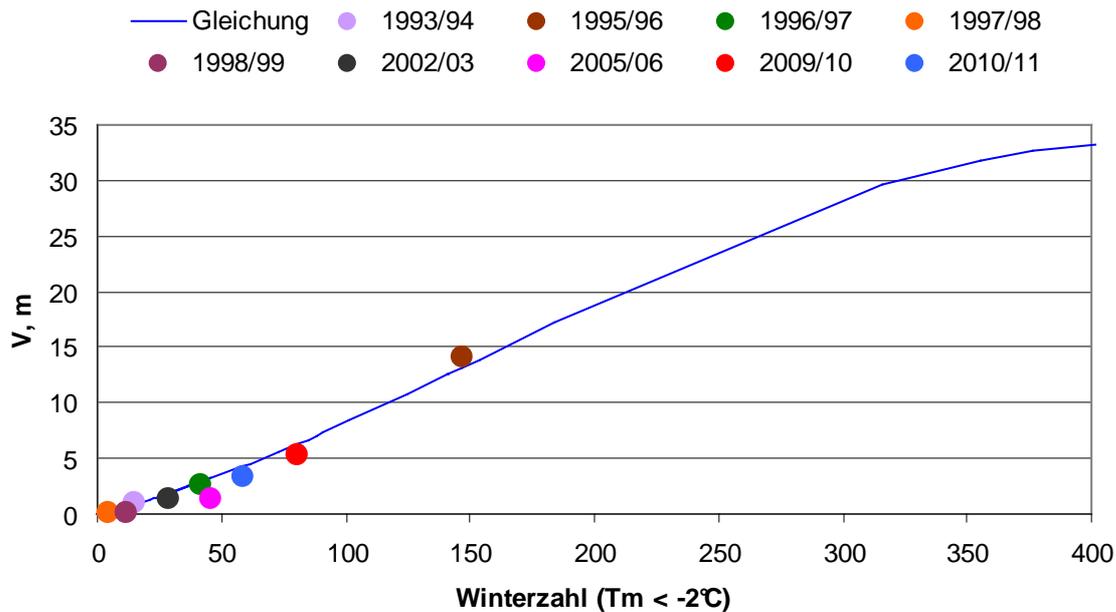


Abbildung 17. Regressionskurve für die flächenbezogene Eisvolumensumme an der Küste Mecklenburg-Vorpommerns und die Winterzahl W_z^* ($T_m < -2.0^\circ\text{C}$) von Greifswald

Gleichung: $V_{A\Sigma} = -0.0655 + 0.059 W_z^* + 0.3 \cdot 10^{-3} W_z^{*2} - 0.6 \cdot 10^{-6} W_z^{*3}$

Für die Küste Mecklenburg-Vorpommerns wurde die Regressionsgleichung von den Angaben des Zeitraumes 1940 – 2011 abgeleitet (Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0.9803$). Der Zusammenhang zwischen $V_{A\Sigma}$ und W_z^* ist in der Abb. 17 ersichtlich. Ob die relative Luftfeuchtigkeit auch für die Küste Mecklenburg-Vorpommerns, wo der Einfluss der trockenen Festlandluft von Osten stärker ist als in den westlichen Bereichen, eine große Rolle spielt, ist noch zu prüfen. Die statistische Relevanz dieser Beziehung und die Möglichkeit ihrer Anwendung für die Berechnung der unbekanntenen Größen in historischen Datenreihen wird später untersucht.

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

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

Im *Skagerrak* waren im Winter 2010/11 einige kleinere Fjorde an der norwegischen Küste von Ende November bis Ende März vollständig mit Eis bedeckt. Die Eisdecke konnte ungestört bis 50 cm wachsen. Im Fahrwasser nach Oslo trat dichtes bis sehr dichtes dünnes Eis von Mitte Februar bis Mitte März auf, vgl. Abb. 19.

Im *Kattegat* trat in kleineren Häfen und Fjorden an der dänischen Küste das Eis nur in der ersten Kälteperiode im Dezember und Januar auf. Die Schären und die geschützten Buchten an der schwedischen Küste waren von Ende Dezember bis Mitte März durchgehend mit Eis unterschiedlicher Konzentration bedeckt. Die Eisdicken erreichten Werte von 10 bis 30 cm. Auf See sowie in den *Belten* und im *Sund* kamen bedeutende Eismengen nur Ende Dezember vor, siehe Abb. 18.

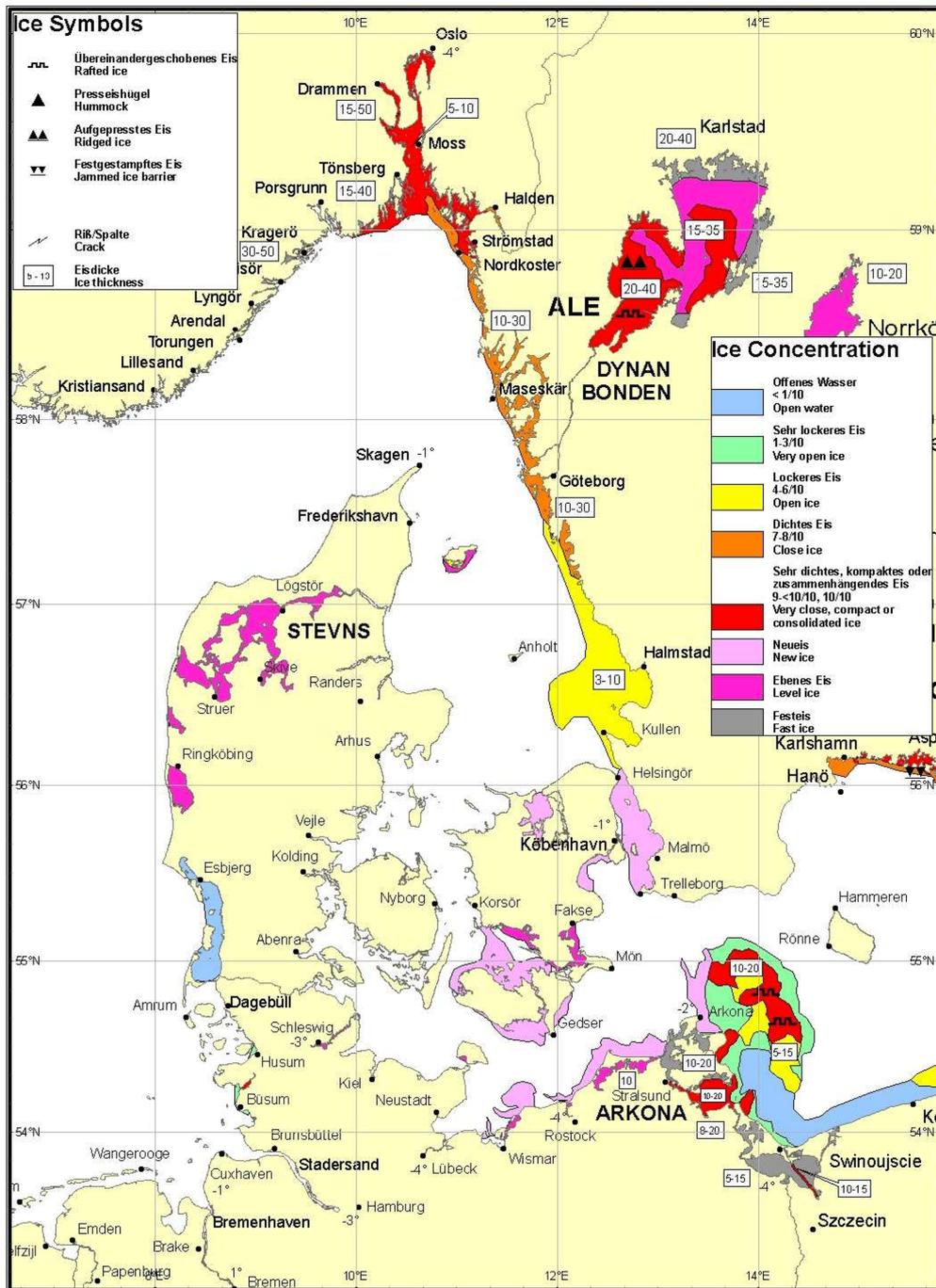


Abbildung 19. Eislage in der westlichen Ostsee, Skagerrak und Kattegat am 27. Februar 2011

Eisverhältnisse in der südlichen Ostsee

Das Höchststand der Eisentwicklung wurde in der dritten Februardekade erreicht. Zu diesem Zeitpunkt lag im Stettiner Haff an der polnischen Küste 10-15 cm dickes Festeis, in den Häfen entlang der Küste kam dichtes bis sehr dichtes bis zu 20 cm dickes Eis oder Neueis vor. In der Pommerschen Bucht und an der Außenküste erstreckte sich ostwärts ein Gürtel mit stellenweise dichtem 5-12 cm dicken Eis. In der Gdanskener Bucht kam außerhalb der Küste kompaktes 10-20 cm dickes Eis vor. Das Frische und das Kurische Haff waren mit 20-54 cm dickem Festeis bedeckt. Auf See lag östlich von 19°E dichtes bis sehr dichtes 5-15 cm dickes Treibeis, vgl. Abb. 20.

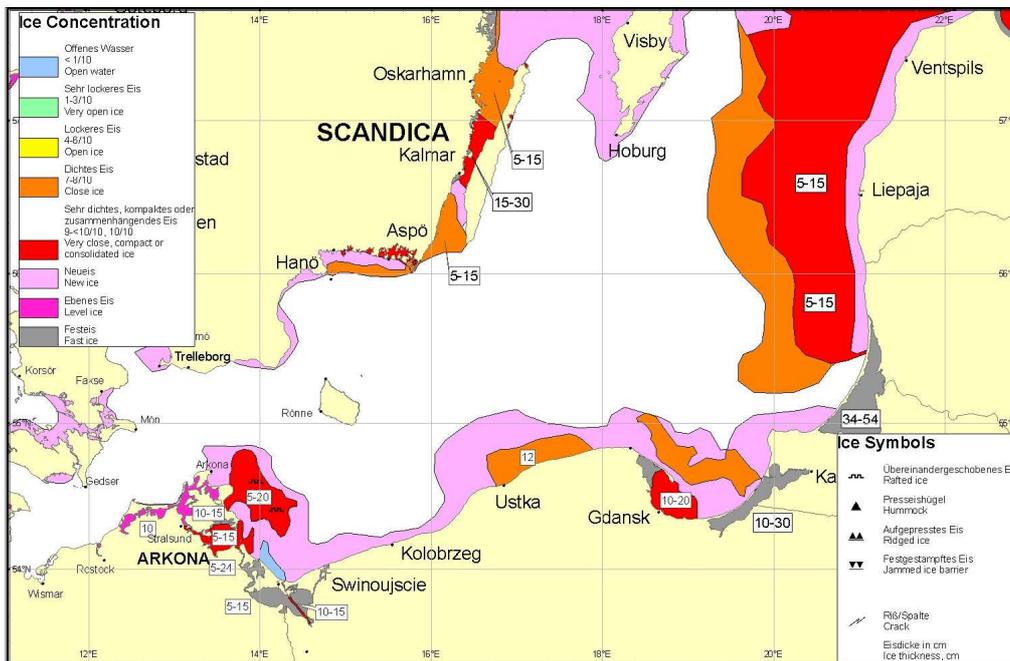


Abbildung 20. Eislage in der südlichen Ostsee am 24. Februar 2011

Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56°N)

Das erste Eis bildete sich in den nördlichsten inneren Schären der Bottenvik Anfang November, im östlichen Finnischen Meerbusen begann die Eisbildung am 25. November, etwa zum normalen Termin. Bis Mitte Dezember verlief die Eisbildung zögernd. Die kurzen Phasen intensiver Eisbildung wurden durch Schübe milderer Luft aus südlichen Richtungen unterbrochen. In der Zeit um den 20. Dezember kam der nördliche Ostseeraum unter Einfluss eines Hochdruckgebietes über Grönland. Das Wetter im Ostseeraum wurde durch hochreichende Kaltluft, die von Osten und Norden einfluss, bestimmt. Bei mäßigem bis sehr strengem Frost nahm die Eisdicke und Eisausdehnung im nördlichen Ostseeraum weiter zu. Anfang Januar war der Bottnische Meerbusen nördlich von 63°N und der Finnische Meerbusen östlich von 27°E sowie das Schärenmeer vollständig mit Eis bedeckt. Anfang Februar floss auf der Rückseite von zwei Tiefdruckgebieten, die über Nordskandinavien hinweg ost- bis südostwärts zogen, von Norden her sehr kalte Luft in den nördlichen Ostseeraum ein, die dann unter Hochdruckeinfluss gelangte. Das stabile Hochdruckgebiet über Nordskandinavien hat von Mitte Februar bis Ende Februar das Wetter im nördlichen Ostseeraum bestimmt. Intensive Eisbildung setzte sich fort, das Eis nahm in allen Bereichen bei Lufttemperaturen zwischen -15°C und -30°C an Dicke und Ausdehnung zu. Die südliche Eisgrenze verlief von der Nordspitze Ölands nach Gotland, dann von der Nordspitze Gotlands nach Osten bis etwa 19°30'O und entlang dieser Länge bis südlich von Klaipeda. Der Höhepunkt des Eisvorkommens im nördlichen Ostseeraum wurde um den 25. Februar erreicht, vgl. Eiskarte in der Abbildung 21. Das Festeis in den Schären der Bottenvik war zu dieser Zeit 35 bis 75 cm dick, in der Bottensee 30 bis 70 cm, im östlichen Finnischen Meerbusen 40 bis 65 cm, im westlichen Finnischen Meerbusen und im Schärenmeer 20 bis 55 cm, im Rigaischen Meerbusen

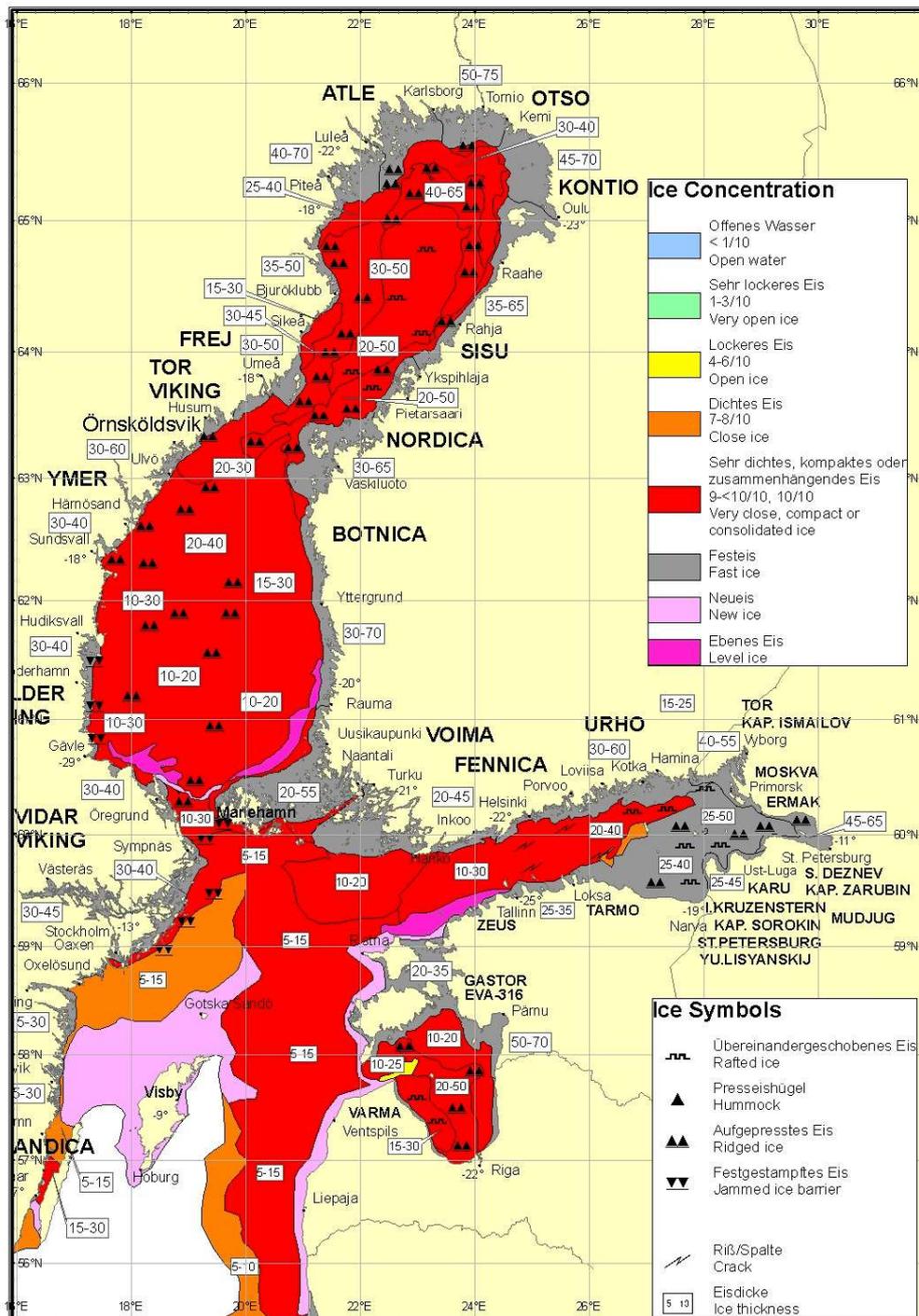


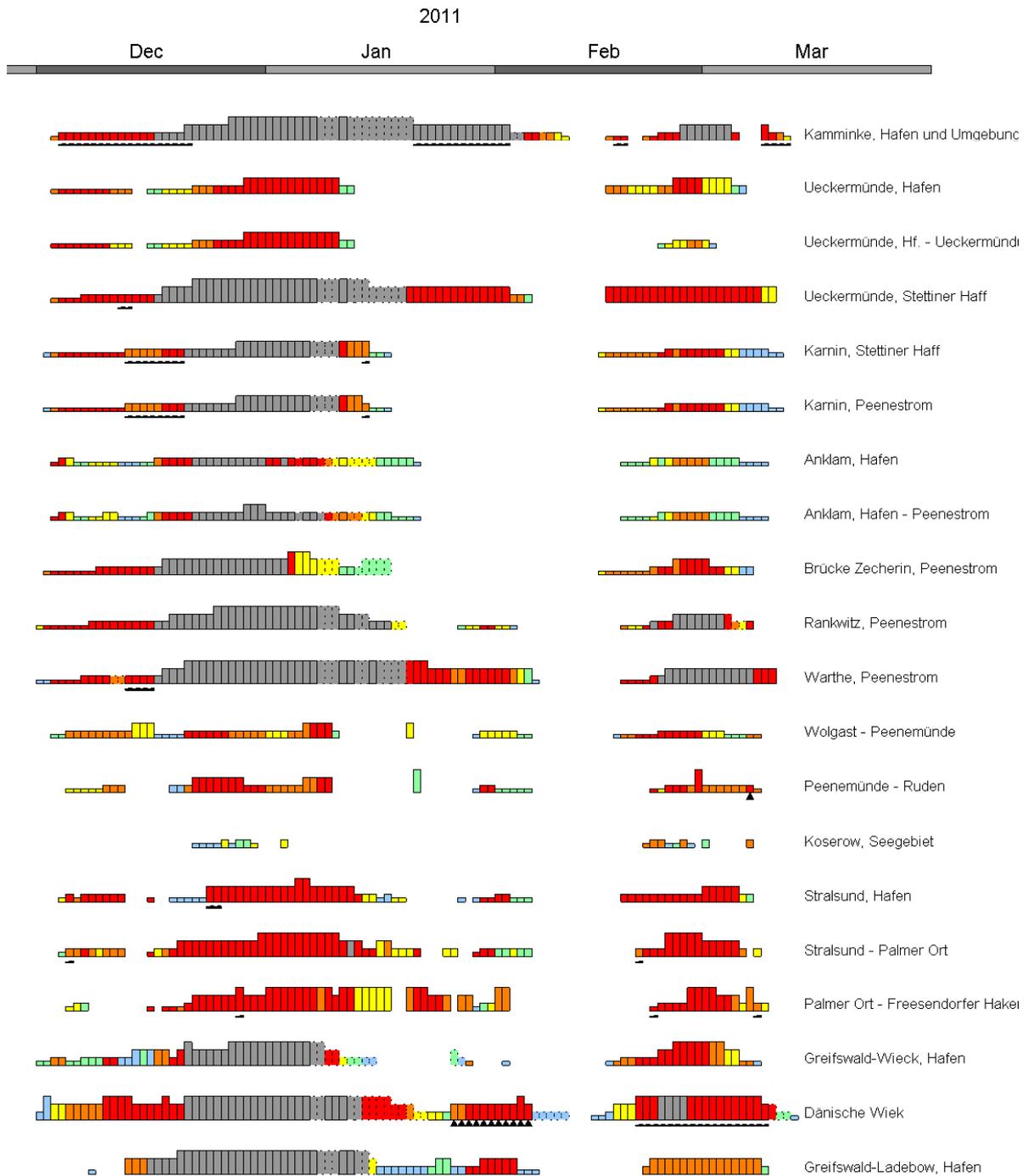
Abbildung 21. Eisübersichtskarte vom 24. Februar 2011 mit der maximalen Eisausdehnung

20 bis 70 cm und in den Schären der nördlichen Ostsee 15 bis 30 cm dick. Auf See erreichten die Dicken des ebenen Eises Werte von 20 bis 65 cm in der Bottenvik, von 10 bis 40 cm in der Bottensee, von 10 bis 30 cm im Ålandsee, von 10 bis 50 cm im Finnischen und Rigaischen Meerbusen und 5 bis 15 cm im Seebereich der nördlichen Ostsee. Die Schifffahrt wurde in allen

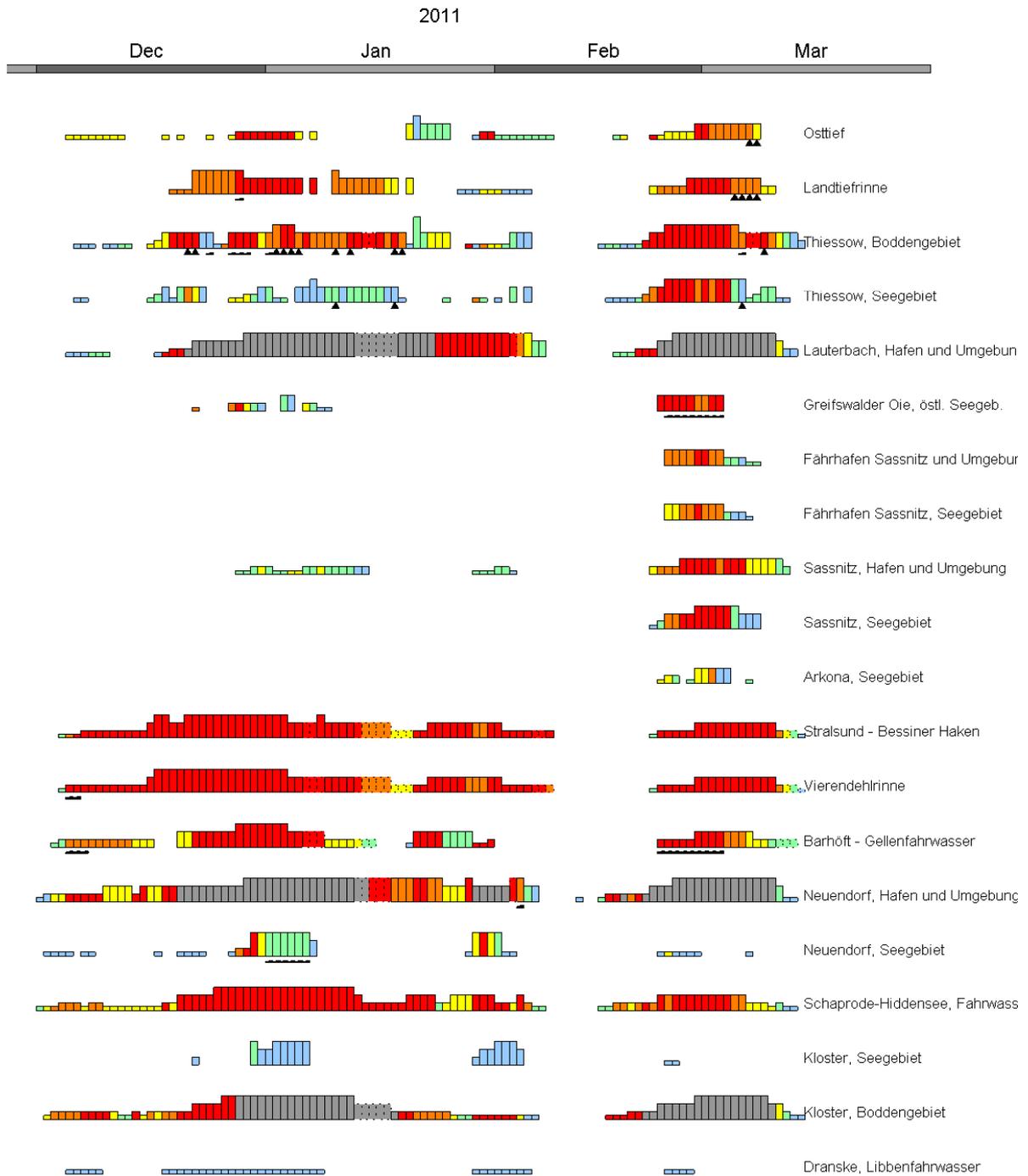
Seebereichen durch Bildung von Presseisrücken, Pressungen im Eis sowie Eiszusammenschiebungen an den Luvküsten und an den Eisrändern oft erschwert. Besonders schwierige Eisverhältnisse, hervorgerufen durch zeitweilig auffrischende Winde aus überwiegend westlichen Richtungen, herrschten außerhalb der finnischen Küste des Bottnischen Meerbusens und im Ostteil des Finnischen Meerbusens im März und April vor. Bereits Anfang März dominierten im nördlichen Ostseeraum windbedingte Änderungen der Eislage: Das Eis im Bottnischen Meerbusen trieb nordostwärts bis ostwärts, und entlang der schwedischen Küste öffnete sich eine breite Rinne. Das dünne Eis im Bereich der mittleren und nördlichen Ostsee trieb ebenfalls ostwärts und nahm ab, die südliche Eisgrenze verschob sich innerhalb einer Woche deutlich nach Norden. Ende März setzte vom Süden her der jahreszeitliche Eisrückgang ein. Das letzte Treibeis im zentralen Seegebiet der Bottenvik löste sich Ende Mai zum durchschnittlichen Termin auf.

Anhang

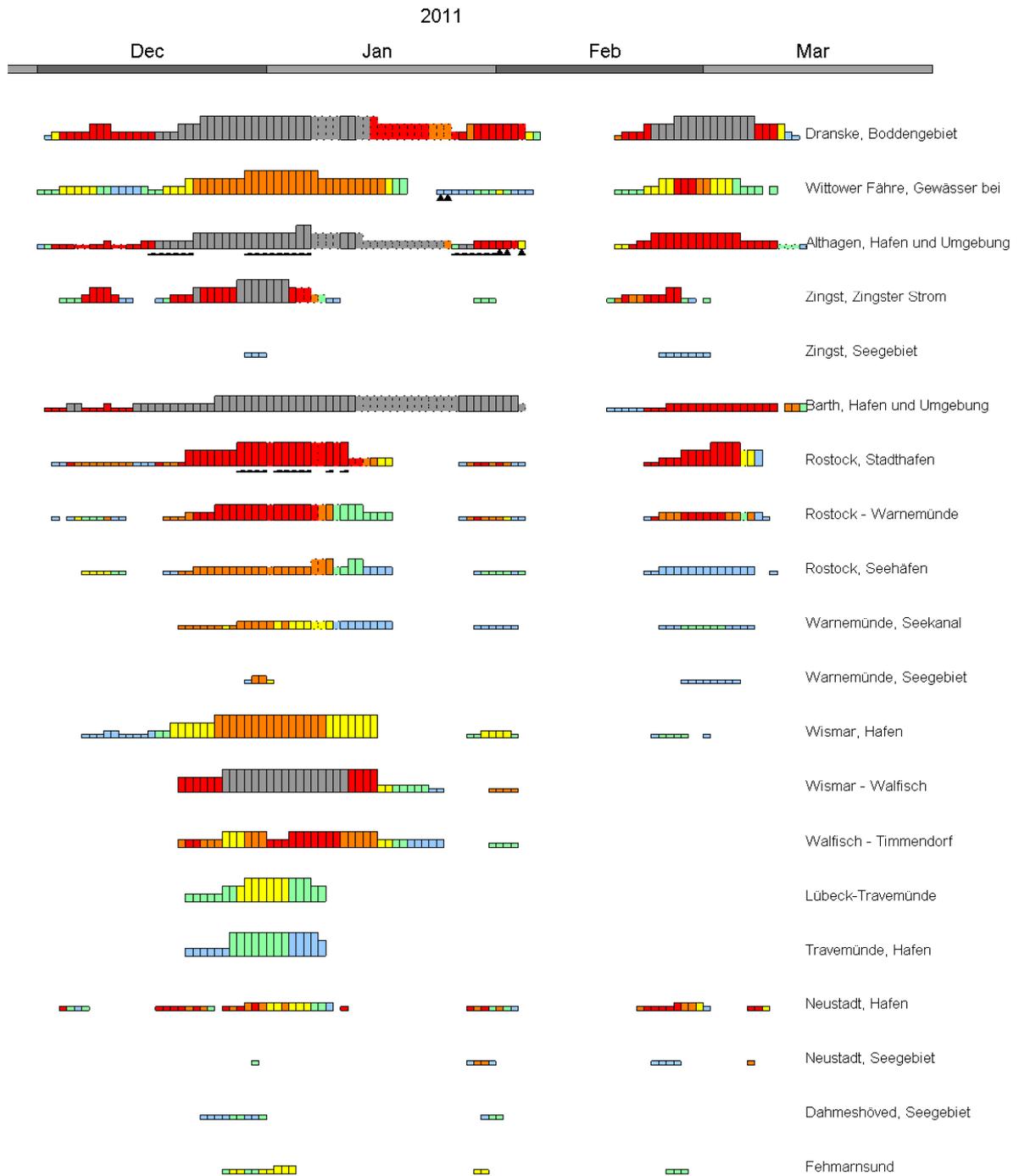
Abbildung A1. Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2010/11



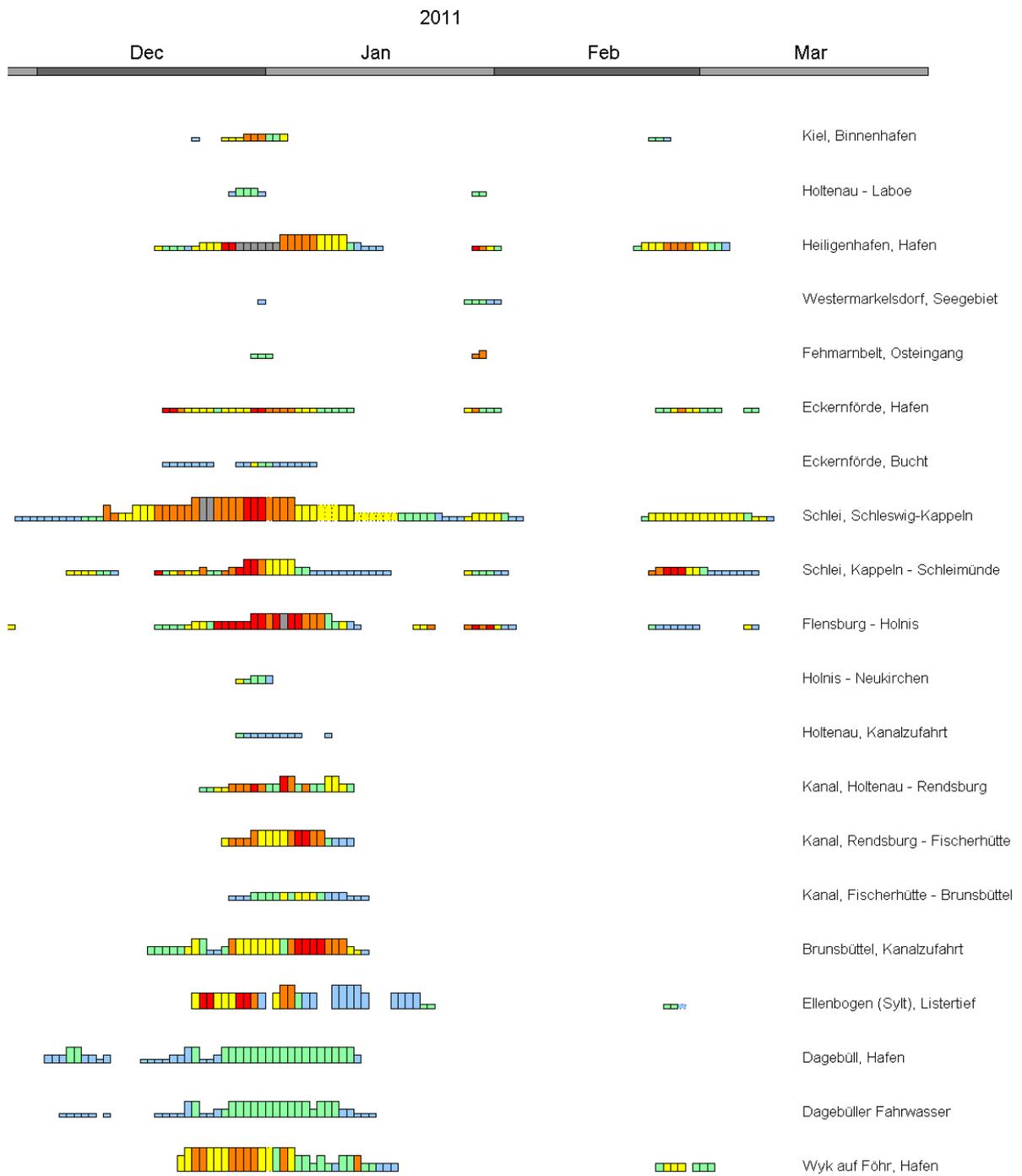
Fortsetzung der Abbildung A1



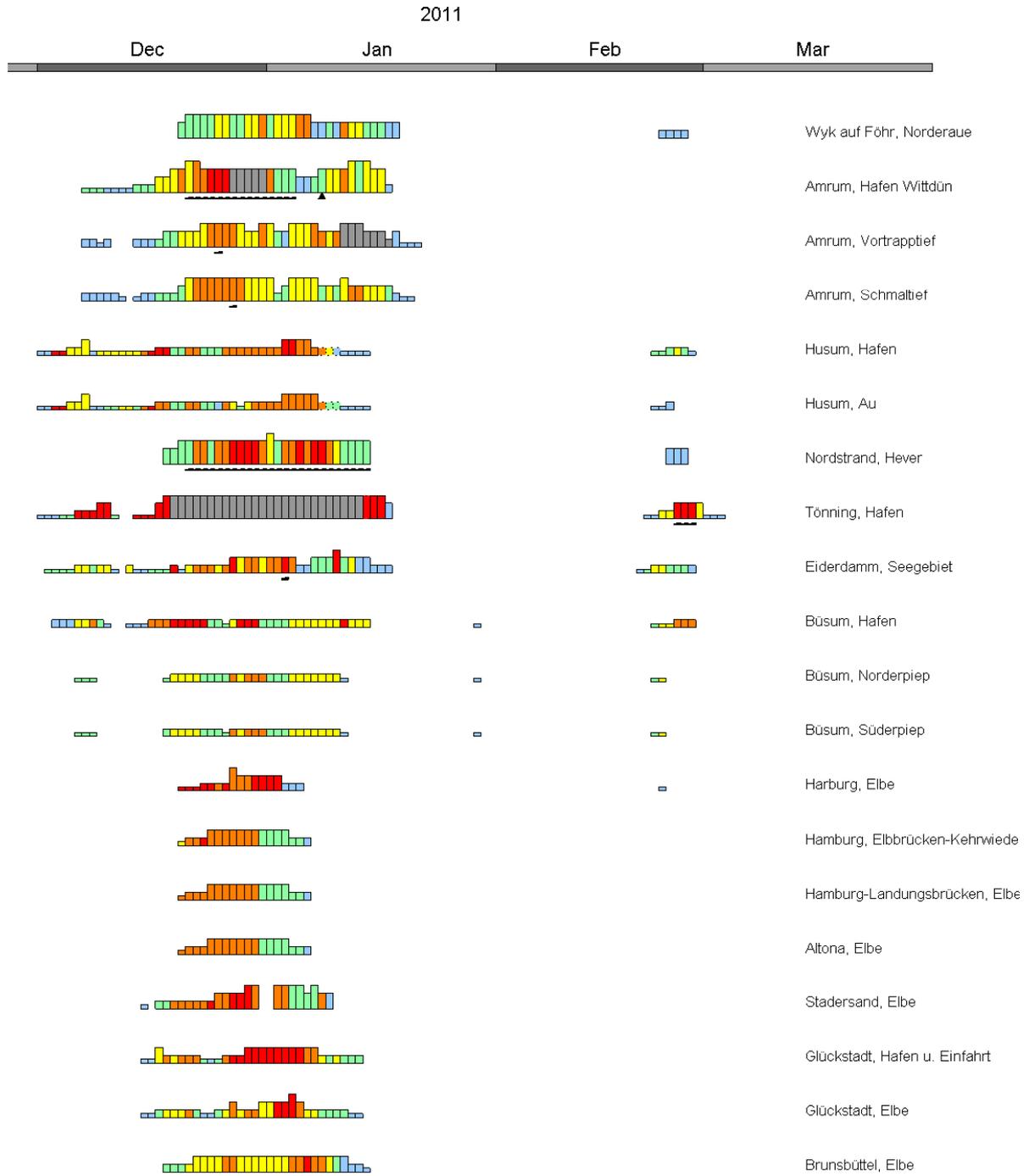
Fortsetzung der Abbildung A1



Fortsetzung der Abbildung A1

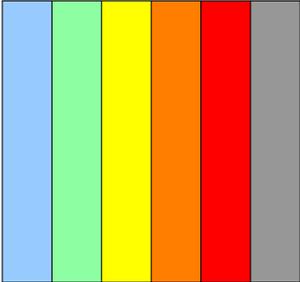


Fortsetzung der Abbildung A1



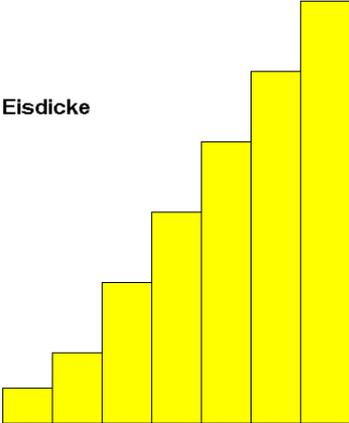
Legende

Eiskonzentration



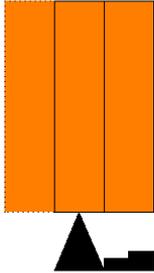
Offenes Wasser
Sehr lockeres Eis
Lockerer Eis
Dichtes Eis
Sehr dichtes Eis
Festeis

Eisdicke



< 5 cm
5- 10 cm
10- 15 cm
15- 30 cm
30- 50 cm
50- 70 cm
70-120 cm

Topographie oder Form des Eises



Morsch
Aufgepresst
Aufgeschoben

Tabelle A1. Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste und auf dem Nord-Ostsee-Kanal im Winter 2010/11

Beobachtungsstation	Beginn des Eisauftretens	Ende des Eisauftretens	Anzahl der Tage mit Eis	Max. Dicke des ebenen Eises, cm
Holtenau, Kanalzufahrt	28.12.10	09.01.11	10	< 5
Kanal, Holtenau – Rendsburg	23.12.10	12.01.11	21	10-15
Kanal, Rendsburg – Fischerhütte	26.12.10	12.01.11	18	10-15
Kanal, Fischerhütte – Brunsbüttel	27.12.10	14.01.11	19	10-15
Brunsbüttel, Kanalzufahrt	16.12.10	14.01.11	30	10-15
Ellenbogen (Sylt), Listertief	22.12.10	26.02.11	30	17
Dagebüll, Hafen	02.12.10	13.01.11	39	10-15
Dagebüller Fahrwasser	04.12.10	15.01.11	36	10-15
Wyk auf Föhr, Hafen	20.12.10	02.03.11	37	15-30
Wyk auf Föhr, Norderaue	20.12.10	26.02.11	34	15-30
Amrum, Hafen Wittdün	07.12.10	17.01.11	42	30
Amrum, Vortrapptief	07.12.10	21.01.11	43	30
Amrum, Schmaltief	07.12.10	20.01.11	44	30
Husum, Hafen	01.12.10	27.02.11	51	10-15
Husum, Au	01.12.10	24.02.11	48	10-15
Nordstrand, Hever	18.12.10	26.02.11	31	18
Tönning, Hafen	01.12.10	03.03.11	57	15-30
Eiderdamm, Seegebiet	02.12.10	27.02.11	54	15
Büsum, Hafen	03.12.10	27.02.11	48	5-10
Büsum, Norderpiep	06.12.10	23.02.11	31	5-10
Büsum, Süderpiep	06.12.10	23.02.11	31	5-10
Harburg, Elbe	20.12.10	23.02.11	18	10-15
Hamburg, Elbbrücken – Kehr wieder	20.12.10	06.01.11	18	10-15
Hamburg-Landungsbrücken, Elbe	20.12.10	06.01.11	18	10
Altona, Elbe	20.12.10	06.01.11	18	10
Stadersand, Elbe	15.12.10	09.01.11	23	15-30
Glückstadt, Hafen und Einfahrt	15.12.10	13.01.11	30	10-15
Glückstadt, Elbe	15.12.10	13.01.11	30	10-15
Brunsbüttel, Elbe	18.12.10	14.01.11	28	10-15
Cuxhaven, Hafen und Einfahrten	15.12.10	13.01.11	25	30
Cuxhaven, Elbe	19.12.10	07.01.11	16	30
Cuxhaven – Neuwerk	19.12.10	04.01.11	14	15
Neuwerk, Elbe	19.12.10	30.12.10	12	15
Leuchtturm Großer Vogelsand	27.12.10	30.12.10	4	10
Ansteuerungstonne Elbe			0	
Helgoland, Hafen und Einläufe			0	
Bremen, Weser	22.12.10	01.01.11	9	10
Brake, Weser	18.12.10	02.01.11	16	< 5
Bremerhaven, Weser	21.12.10	14.01.11	25	10-15
Hohe Weg-Leuchtturm, Fahrwasser			0	
Alte Weser, Fahrwasser			0	
Neue Weser, Fahrwasser.			0	
Wilhelmshaven, Hafeneinfahrten			keine Beob.	
Wilhelmshaven, Tankerlöschbrücke	20.12.10	09.01.11	17	10-15
Schillig, Jadegebiet	20.12.10	09.01.11	16	10-15
Wangerooge, Fahrwasser	21.12.10	01.01.11	11	10-15
Wangerooge, Watten	20.12.10	01.01.11	9	10-15
Wangerooge, Harle	28.12.10	01.01.11	4	10-15

Fortsetzung der Tabelle A1

Norderney, Watten	08.12.10	03.01.11	17	15
Norderney, Seegat	08.12.10	03.01.11	17	10-15
Papenburg – Emden	05.12.10	08.01.11	28	10-15
Emden, Neuer Binnenhafen	13.12.10	08.01.11	25	15-20
Emden, Ems und Außenhafen	06.12.10	08.01.11	27	10-15
Ems, Emden – Randzelgat	04.12.10	11.01.11	33	10-15
Borkum, Randzelgat	20.12.10	30.12.10	11	5-10
Borkum, Westerems	21.12.10	04.01.11	15	5-10

Tabelle A2. Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste und auf dem Nord-Ostsee-Kanal im Winter 2010/11

Beobachtungsstation	Tage mit $K_B=2^*$	Tage mit $K_B=3,5,6^*$	Tage mit $K_B=8,9^*$
Holtenau, Kanalzufahrt			
Kanal, Holtenau – Rendsburg			
Kanal, Rendsburg – Fischerhütte	3		
Kanal, Fischerhütte – Brunsbüttel			
Brunsbüttel, Kanalzufahrt	7		
Ellenbogen (Sylt), Listertief	11		
Dagebüll, Hafen			
Dagebüller Fahrwasser			
Wyk auf Föhr, Hafen			
Wyk auf Föhr, Norderaue	13		
Amrum, Hafen Wittdün	9	9	
Amrum, Vortrapptief	19	5	
Amrum, Schmaltief	18	4	
Husum, Hafen	4		
Husum, Au	2		
Nordstrand, Hever	9	8	
Tönning, Hafen	10	2	26
Eiderdamm, Seegebiet	9		
Büsum, Hafen	7		
Büsum, Norderpiep			
Büsum, Süderpiep			
Harburg, Elbe	14		
Hamburg, Elbbrücken – Kehr wieder	10		
Hamburg-Landungsbrücken, Elbe	10		
Altona, Elbe	10		
Stadersand, Elbe	10		
Glückstadt, Hafen und Einfahrt	7	13	
Glückstadt, Elbe	14	4	
Brunsbüttel, Elbe	4		
Cuxhaven, Hafen und Einfahrten	3		
Cuxhaven, Elbe	1		
Cuxhaven – Neuwerk	1		
Neuwerk, Elbe			
Leuchtturm Großer Vogelsand			
Ansteuerungstonne Elbe			
Helgoland, Hafen und Einläufe			
Bremen, Weser			
Brake, Weser			
Bremerhaven, Weser	1		
Hohe Weg-Leuchtturm, Fahrwasser			
Alte Weser, Fahrwasser			
Neue Weser, Fahrwasser.			
Wilhelmshaven, Hafeneinfahrten			
Wilhelmshaven, Tankerlöschbrücke	6	1	
Schillig, Jadegebiet	5		
Wangerooge, Fahrwasser			
Wangerooge, Watten	2		
Wangerooge, Harle	3		

Fortsetzung der Tabelle A2

Norderney, Watten	3		
Norderney, Seegat	1		
Papenburg – Emden	3		
Emden, Neuer Binnenhafen	12		
Emden, Ems und Außenhafen	7		
Ems, Emden – Randzelgat	1		
Borkum, Randzelgat			
Borkum, Westerems			

* Schlüsselzahlen nach dem Ostsee-Eiskode

- $K_B = 2$ Schifffahrt für nichteisverstärkte Schiffe oder für Stahlschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig, für Holzschiffe sogar mit Eisschutz nicht ratsam
- $K_B = 3,5,6$ Schifffahrt ist nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich (ohne oder mit Eisbrecherunterstützung)
- $K_B = 8,9$ Schifffahrt ist vorübergehend eingestellt oder hat aufgehört

Tabelle A3. Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2010/11

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

Fortsetzung der Tabelle A3

Rostock, Seehäfen	07.12.10	10.03.11	60	10-15
Warnemünde, Seekanal	20.12.10	07.03.11	48	5
Warnemünde, Seegebiet	29.12.10	05.03.11	12	5
Ansteuerungstonne Rostock, See N			0	
Wismar, Hafen	07.12.10	01.03.11	53	20
Wismar – Walfisch	20.12.10	03.02.11	40	25
Walfisch – Timmendorf	20.12.10	03.02.11	40	12
Timmendorf – Anst. Tonne Wismar			0	
Lübeck – Travemünde	21.12.10	08.01.11	19	30
Travemünde, Hafen	21.12.10	08.01.11	19	30
Travemünde, Seegebiet			0	
Neustadt, Hafen	04.12.10	09.03.11	48	6
Neustadt, Seegebiet	30.12.10	07.03.11	10	< 5
Dahmeshöved, Seegebiet	23.12.10	01.02.11	12	< 5
Fehmarnsund	26.12.10	26.02.11	15	5-10
Kiel, Binnenhafen	22.12.10	24.02.11	13	5-10
Holtenau – Laboe	27.12.10	30.01.11	7	5-10
Bülk, Seegebiet			0	
Kiel-Leuchtturm, See im NE.			0	
Kiel-Leuchtturm, See im Osten			0	
Heiligenhafen, Hafen	17.12.10	04.03.11	48	12
Fehmarnsund, Westeingang			0	
Westermarkelsdorf, Seegebiet	31.12.10	01.02.11	6	< 5
Marienleuchte, Seegebiet			0	
Fehmarnbelt, Osteingang	30.12.10	30.01.11	5	5-10
Eckernförde, Hafen	18.12.10	08.03.11	42	< 5
Eckernförde, Bucht	18.12.10	07.01.11	18	< 5
Schlei, Schleswig – Kappeln	28.11.10	10.03.11	87	20
Schlei, Kappeln – Schleimünde	05.12.10	08.03.11	60	10
Flensburg – Holnis	27.11.10	08.03.11	48	10
Holnis – Neukirchen	28.12.10	01.01.11	5	5-10
Neukirchen – Kalkgrund-Leuchtturm			0	
Falshöft, Seegebiet			0	

Tabelle A4. Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2010/11

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

Fortsetzung der Tabelle A4

Warnemünde, Seekanal			
Warnemünde, Seegebiet			
Ansteuerungstonne Rostock, See N			
Wismar – Walfisch	21	6	
Walfisch – Timmendorf	19	3	
Timmendorf – Anst. Tonne Wismar			
Lübeck – Travemünde			
Travemünde, Hafen			
Travemünde, Seegebiet			
Neustadt, Hafen			
Neustadt, Seegebiet			
Dahmeshöved, Seegebiet			
Fehmarnsund			
Kiel, Binnenhafen			
Holtenau – Laboe			
Bülk, Seegebiet			
Kiel-Leuchtturm, See im NE.			
Kiel-Leuchtturm, See im Osten			
Heiligenhafen, Hafen	8		
Fehmarnsund, Westeingang			
Westermarkelsdorf, Seegebiet			
Marienleuchte, Seegebiet			
Fehmarnbelt, Osteingang			
Eckernförde, Hafen			
Eckernförde, Bucht			
Schlei, Schleswig – Kappeln	20	41	
Schlei, Kappeln – Schleimünde	14	2	
Flensburg – Holnis	13		
Holnis – Neukirchen			
Neukirchen – Kalkgrund-Leuchtturm			
Falshöft, Seegebiet			

* Schlüsselzahlen nach dem Ostsee-Eiskode

- $K_B = 2$ Schifffahrt für nichteisverstärkte Schiffe oder für Stahlschiffe mit niedriger Maschinenleistung schwierig, für Holzschiffe sogar mit Eisschutz nicht ratsam
- $K_B = 3,5,6$ Schifffahrt ist nur für stark gebaute und für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich (ohne oder mit Eisbrecherunterstützung)
- $K_B = 8,9$ Schifffahrt ist vorübergehend eingestellt oder hat aufgehört