

# Der Eiswinter 2012/13 an den deutschen Nord- und Ostseeküsten sowie eine kurze Beschreibung der Eisverhältnisse im gesamten Ostseebereich

Natalija Schmelzer  
Jürgen Holfort  
Eisdienst, BSH Rostock

und Toni Düskau  
Universität Marburg

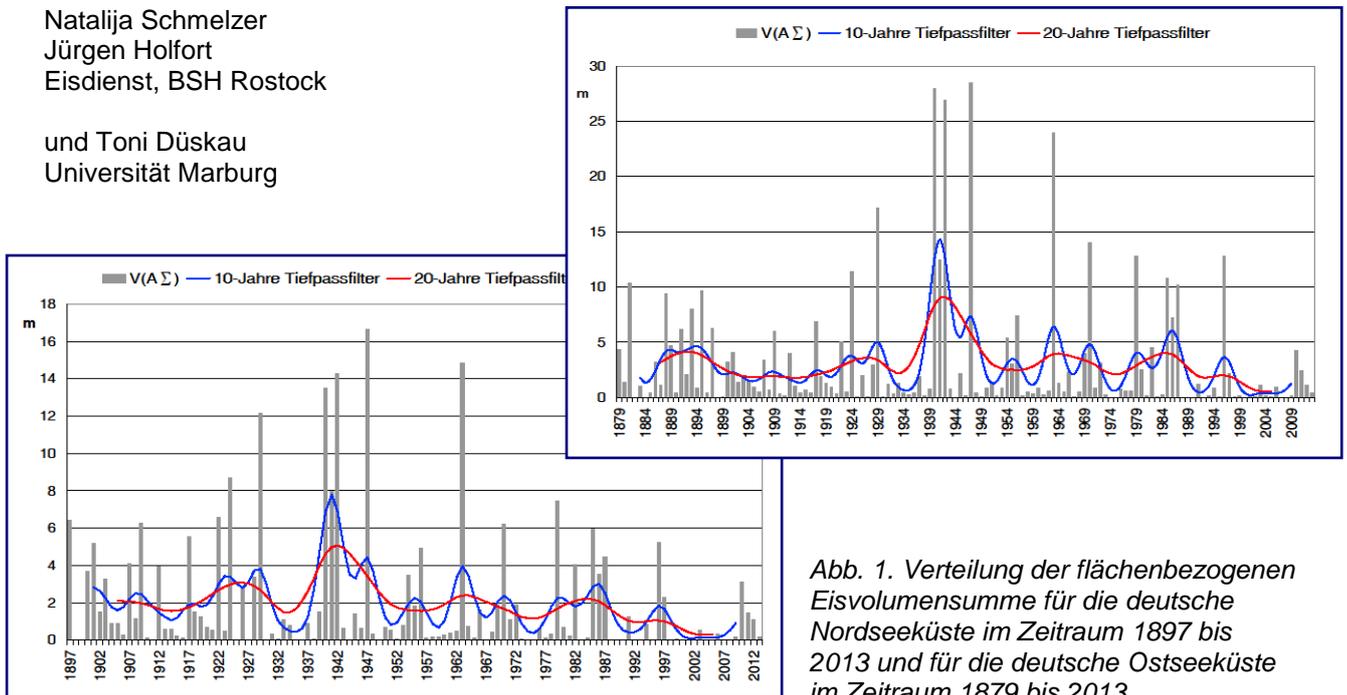


Abb. 1. Verteilung der flächenbezogenen Eisvolumensumme für die deutsche Nordseeküste im Zeitraum 1897 bis 2013 und für die deutsche Ostseeküste im Zeitraum 1879 bis 2013

## Inhalt

Allgemeines	2
Wetterverhältnisse in den Wintermonaten in den deutschen Küstengebieten	3
Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste	4
Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste	
• Qualität der Eisbeobachtungsdaten	4
• Abhängigkeit der Eisdickenzunahme von der Kältesumme (T. Düskau)	5
• Abhängigkeit der Eisdickenabnahme von der Wärmesumme	7
• Berechnung der Eisdicken für den Eiswinter 2012/13	9
• Beschreibung der Eis- und Schifffahrtsverhältnisse	10
Eisverhältnisse im Kattegat, Skagerrak sowie in den dänischen und schwedischen Gewässern der westlichen Ostsee	11
Eisverhältnisse in der südlichen Ostsee	12
Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56°N)	12
<b>Anhang</b>	
Tabelle A1. Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2012/13	13
Tabelle A2. Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Nordseeküste im Winter 2012/13	14
Tabelle A3. Eisverhältnisse an der deutschen Ostseeküste im Winter 2012/13	15
Tabelle A4. Schifffahrtsverhältnisse in den Gewässern der deutschen Ostseeküste im Winter 2012/13	17
Abbildung A1. Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2012/13	19

## Allgemeines

Die Maßzahl für die Bewertung der Stärke der Eiswinter an den deutschen Küsten, die flächenbezogene Eisvolumensumme <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Eis/Kuesten.jsp>, beträgt im Eiswinter 2012/13 für die Nordsee **0.20 m** und für die Ostsee **0.38 m**, vgl. Abb. 1 und 2. Hiermit gehört der Eiswinter 2012/13 für die beiden deutschen Küsten zu der Klasse der schwachen Eiswinter.

Die größte Eisproduktion fand, wie in den meisten Wintern, an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern statt. Die flächenbezogene Eisvolumensumme für diesen Teil der deutschen Ostseeküste beträgt *0.63 m* (ein mäßiger Eiswinter), für die Küste von Schleswig-Holstein *0.08 m* (ein sehr schwacher Eiswinter).

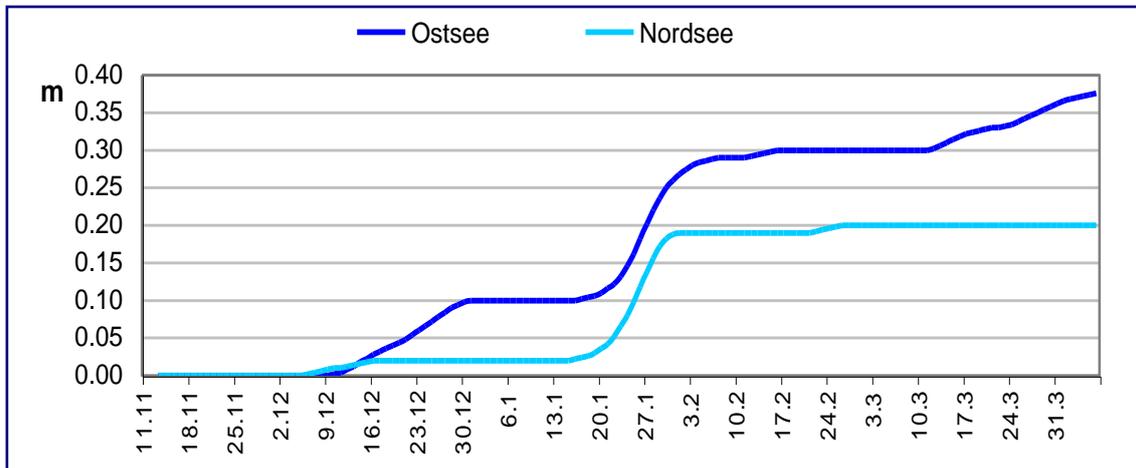


Abb. 2. Akkumuliertes flächenbezogenes Eisvolumen an den deutschen Küsten im Winter 2012/13

Im nördlichen Ostseeraum wurde der Höchststand der Eisentwicklung im Winter 2012/13 Ende März registriert. Ausgehend von der maximalen Eisausdehnung in der gesamten Ostsee, die am 25. März ca. 187 000 km<sup>2</sup> betrug, wird der Winter 2012/13 für die Ostsee als ein **mäßiger** Eiswinter klassifiziert. Das maximale Eisvolumen der Ostsee wurde am 2. April erreicht und entspricht **34.9 km<sup>3</sup>**. Dieser Wert weist ebenfalls die Merkmale eines mäßigen Eiswinters auf.

Das Eisvolumen ist ein objektiveres Maß für die Beschreibung der Stärke eines Eiswinters, da es nicht nur die Ausdehnung des Eises, sondern auch die Eisdicke berücksichtigt. Die Ergebnisse der Untersuchung des Eisvolumens der Ostsee in den letzten 40 Jahren werden an anderer Stelle veröffentlicht.

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

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

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

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

## Wetterverhältnisse in den Wintermonaten in den deutschen Küstengebieten

Tabelle 1. Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) im Winter 2012/13 und ihre Abweichungen vom Klimamittel 1961 – 1990 (K) (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, [www.dwd.de](http://www.dwd.de))

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

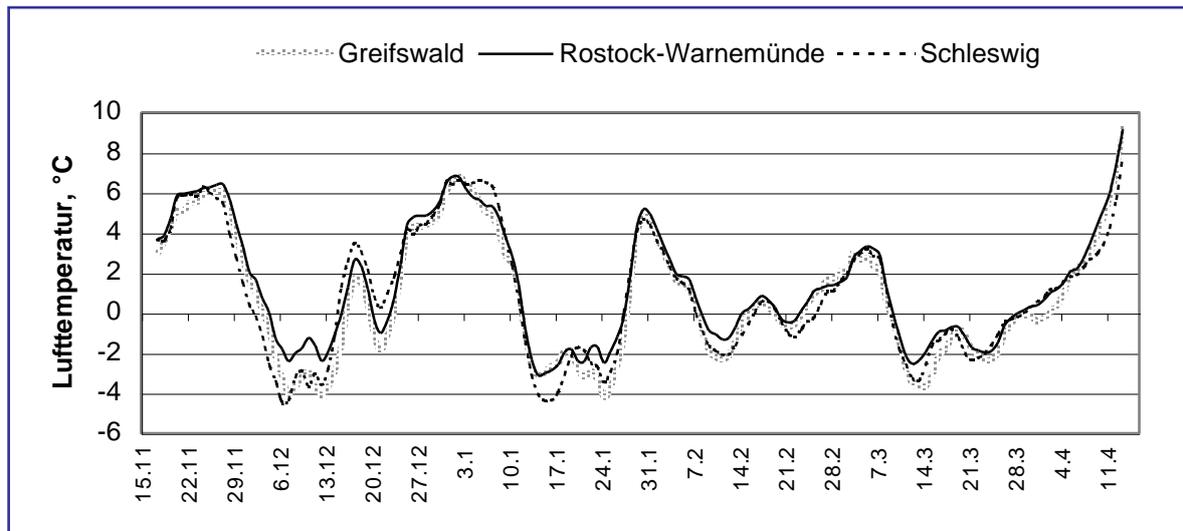


Abb. 2. 5-Tage gleitendes Tagesmittel der Lufttemperatur im Winter 2012/13 (Angaben des Deutschen Wetterdienstes, [www.dwd.de](http://www.dwd.de))

In der Zeit zwischen November 2012 und April 2013 wechselten sich in den Küstenregionen Frost- und Tauwetterperioden beinahe in regelmäßigen Abständen ab. Insgesamt fielen die Monate November und Januar im Vergleich zu den Werten des Referenzzeitraumes 1961 – 1990 zu warm, Dezember zu kalt und Februar fast normal aus, vgl. Tabelle 1, Abb. 2. In den kalten Abschnitten fiel reichlich Schnee, in den milden Phasen gab es zum Teil ergiebige Regenfälle. Mit extrem wenig Sonnenschein waren die Wintermonate, besonders Januar und Februar, ungewöhnlich trüb (<http://www.dwd.de>). Das Wasser war in den geschützt liegenden flachen Gewässern bereits in der ersten Dezemberdekade in Gefrierbereitschaft, in den inneren Fahrwassern Mitte Dezember. In küstennahen Bereichen der Pommerschen Bucht und der Deutschen Bucht kühlte sich das Wasser in der zweiten Januarhälfte kurzzeitig bis zum Gefrierpunkt ab, Abb. 3. In anderen Abschnitten der Außenküste und im vorgelagerten Seegebiet lagen die Wassertemperaturwerte durchgehend über 0°C. Anfang März lag Norddeutschland an der Südflanke eines kräftigen Hochdruckgebietes über Nordeuropa im Zuflussbereich sehr kalter arktischer Luft. Diese Wetterphase mit frostigen Nächten, gelegentlichem Schneefall und viel Sonnenschein dauerte etwa drei Wochen und war erst in den ersten Apriltagen beendet. Besonders niedrige Lufttemperaturen wurden am 13. März (06:00 Uhr UTC, Lübeck -15.6°C, Arkona -6.6°C) und am 24. März (Ueckermünde -10°C, Hamburg -6.4°C) gemessen. Insgesamt war der März um ca. 3 K zu kalt. Zum Ende des Monats sank auch die Wassertemperatur in vielen Bereichen in die Nähe des Gefrierpunktes ab.

Entsprechend dem Witterungsverlauf gab es im Winter 2012/13 vier voneinander getrennte Eisperioden. Die erste Periode dauerte vom 6. Dezember 2012 bis Anfang Januar 2013, die zweite von Mitte bis Ende Januar 2013, die dritte vom 10. bis 20. Februar 2013 und die vierte von Mitte März bis Anfang April 2013.

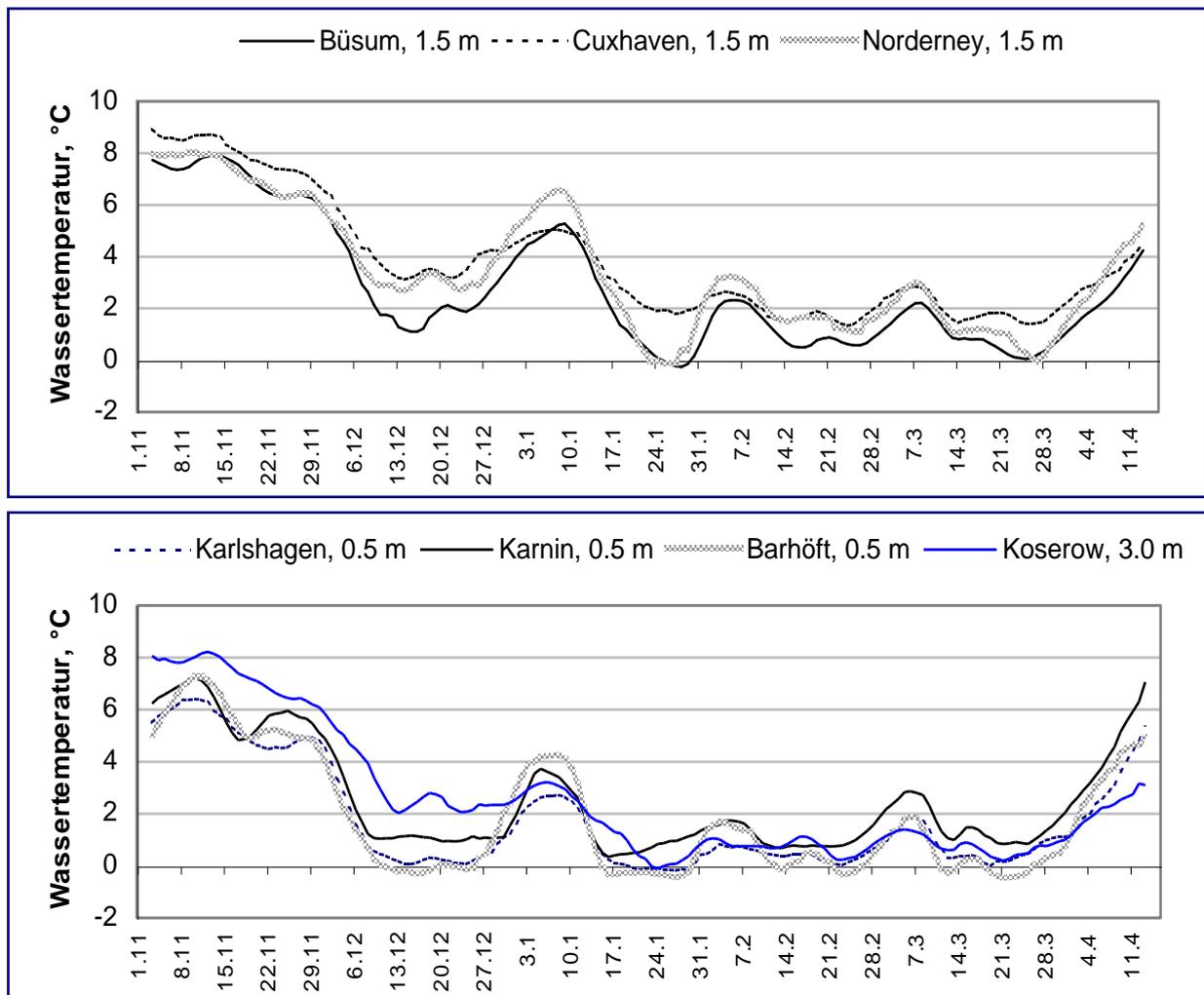


Abb. 3. Wassertemperatur in den Küstengewässern der südlichen Ostsee und der Deutschen Bucht  
**Quellen der Messungen:** Koserow, StALU Mittleres Mecklenburg, Dienststelle Rostock;  
 Karlshagen, Karnin und Barhöft, WSA Stralsund; Norderney und Cuxhaven, DWD; Büsum,  
 Schleuse Büsum

### Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste

(Vgl. Tabellen A1 und A2 sowie Abb. A1 im Anhang)

Mit der flächenbezogenen Eisvolumensumme von 0.20 m ergab der Eiswinter 2012/13 an der deutschen Nordseeküste eine schwache Eissaison. Das Eis bildete sich ausschließlich in küstennahen Bereichen der Deutschen Bucht meist während der zweiten Eisperiode, nur an der Nordfriesischen Küste auch während der ersten und dritten Eisperiode. In den Häfen Tönning, Husum und Büsum und bei Eiderdamm trat das Eis insgesamt etwa drei bis vier Wochen auf, in anderen Bereichen dauerte die Eissaison nur wenige Tage. Die Eisdicke erreichte während der zweiten Eisperiode im Januar Werte von 5 bis 15 cm. Die große Schifffahrt verlief auch im Eiswinter 2012/13 normal, Behinderungen traten im Januar für kleine Schiffe auf, vor allem im nordfriesischen Wattengebiet und teilweise auf der Unterelbe.

### Eis- und Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Ostseeküste

(Vgl. Tabellen A3 und A4 sowie Abb. A1 im Anhang)

#### Qualität der Beobachtungsdaten

Die meisten Eisbeobachter lieferten auch im Winter 2012/13 zuverlässig gute Daten. An einzelnen Tagen mit schlechten Sichtverhältnissen oder bei krankheitsbedingten Ausfällen gab es keine Beobachtungen. In solchen Fällen werden die Daten unter Berücksichtigung der Wetterverhältnisse und Angaben der benachbarten Eisstationen ohne große Schwierigkeiten rekonstruiert, eventuell auftretende Fehler sind gering. Die Meldungen von den Eisbeobachtern waren in dieser Eissaison verstärkt gefragt, da im April

des vergangenen Jahres der Umweltsatellit "ENVISAT" ausfiel und somit keine SAR-Satellitendaten zur Verfügung standen. Die Bilder von Wettersatelliten werden durch Wolken beeinträchtigt, so dass es bei trüber Witterung im Dezember, Januar und Februar nur einzelne verwertbare Aufnahmen gab. Leider standen im Winter 2012/13 gerade für die Fahrwasser mit häufiger Eisbildung – Zufahrten nach Stralsund, Wolgast und Rostock – keine zuverlässigen Daten zur Verfügung. Etwa 70 % aller Meldungen aus diesen Bereichen wurden mit dem Vermerk "Keine Information" oder "Unbekannt" versehen, die Qualität der gelieferten Daten war an einigen Tagen mehr als fraglich. Für den Erhalt der täglichen Berichtserstattung während der Eissaison wurden die Bilder der entlang der Küste vorhandenen Webcams sowie Wetterverhältnisse und Meldungen der benachbarten Stationen ausgewertet.

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

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

#### Abhängigkeit der Eisdickenzunahme von der Kältesumme (KS)

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

Die Eisbildung tritt bekanntlich dann ein, wenn das Wasser bis zum Gefrierpunkt abgekühlt wird. Theoretisch kann die Eisdicke von der Gleichung, die den Wärmestrom durch das Eis beschreibt, abgeleitet werden. Bei der mathematischen Berechnung der Eisbildung und des Eiswachstums wird die Stefan-Methode (Wurzel-Gesetz) benutzt. Stefan (Stefan, 1861) hat gezeigt, dass die Eisdickenzunahme im Wesentlichen von dem Wurzelwert der Kältesumme (KS, Summe der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur) abhängt. Für dünnes Eis (bis 10 cm) liefert eine lineare Funktion bessere Resultate (Ashton, 1989). Für die Berechnung der Eisdicken im bestimmten Gebiet sind zahlreiche physikalische Größen notwendig, die praktisch nicht verfügbar sind. Durch einige Vereinfachungen und Einschränkungen kann der Eisdickenzuwachs ( $h$ ) durch die empirische Gleichung  $h=a+b*KS^{1/2}$  beschrieben werden. Die Koeffizienten  $a$  und  $b$  sind für jeden einzelnen Bereich spezifisch und werden durch Anwendung der bekannten Daten ermittelt.

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

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

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

Herangehensweise zum Nachtrag der Eisdicken. Dabei wurden die Eisdicken zwar auch der Kodeziffer entsprechend eingetragen, jedoch wurden steigende Kältesummen beachtet, so dass die Eisdicken stetig stiegen.

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

Auch hier gab es wieder unterschiedliche Darstellungsmethoden. Einmal wurden nur die wirklich gemessenen Eisdicken dargestellt. In anderen Graphen flossen die gemessenen Werte und die gemittelten Werte mit ein. Bei der dritten Darstellung sind die gemessenen Werte und die manuell hinzugefügten Eisdicken enthalten, vgl. Beispiele in der Abb. 4.

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

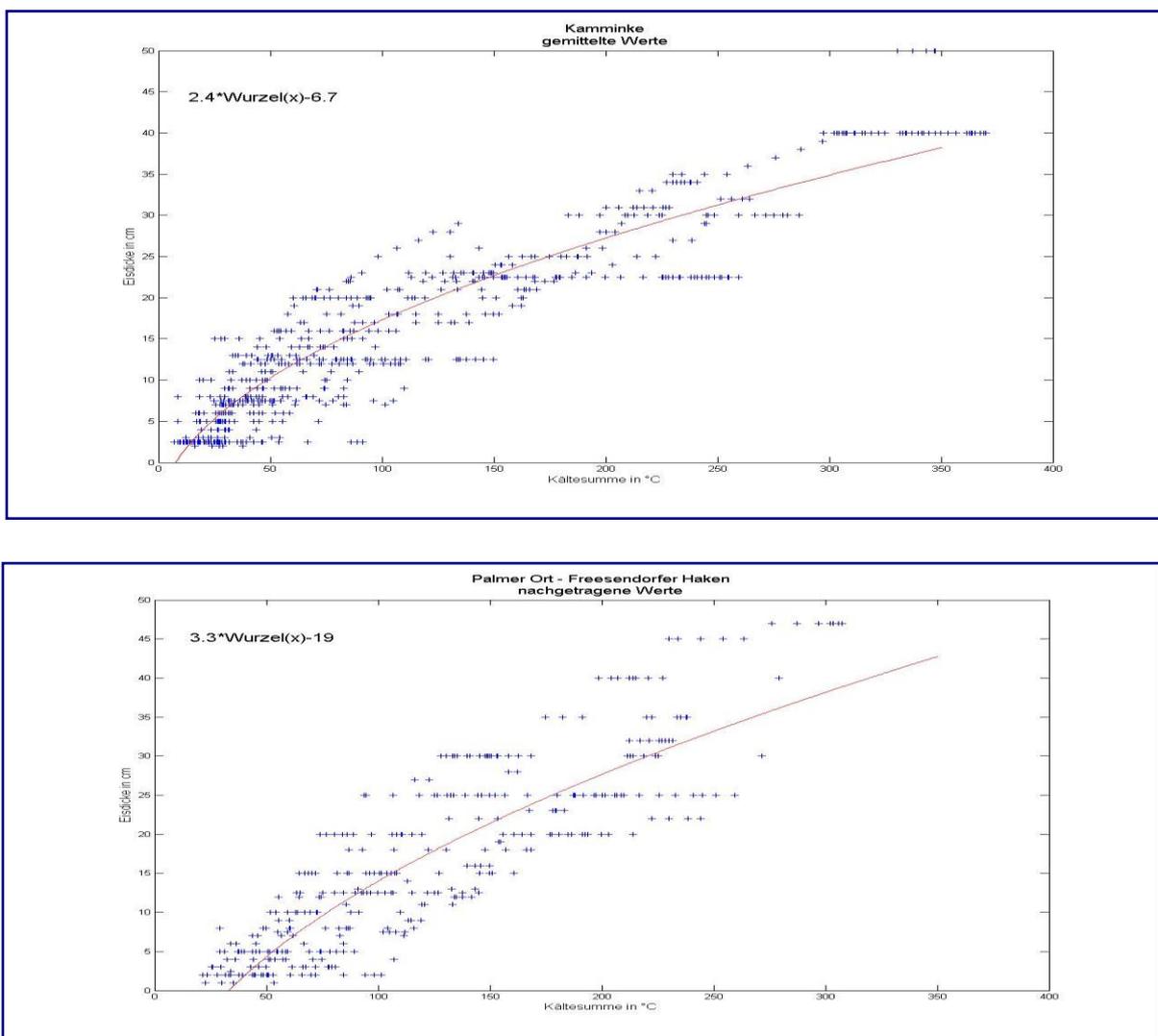


Abb. 4. Abhängigkeit der Eisdicke von der Kältesumme im Stettiner Haff und im Greifswalder Bodden

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass eine Vorhersage der Eisdicken bei Seestationen sehr viel schwieriger ist als bei Stationen, die in geschützten Bereichen liegen. Vor allem lässt sich bei den Seestationen eine starke Streuung der Messwerte erkennen, zumal hier nur sehr wenige Daten vorliegen. So kann es vorkommen, dass die Eisdicken trotz steigender Kältesumme abnehmen, was auch auf wechselnde Windverhältnisse zurückzuführen ist. Diesbezüglich ist auch zu erwähnen, dass in dieser Arbeit ausschließlich der Zusammenhang zwischen Eisdicke und Kältesumme bzw. Lufttemperatur betrachtet wurde, andere Einflüsse wie Wind oder Schneebedeckung wurden nicht berücksichtigt. In geschützten Bereichen sind durchaus lineare Zusammenhänge und verwertbare Ergebnisse vorhanden. Dabei steigt

die Kurve zunächst steil an, die Steigung wird langsamer mit höherwerdenden Kältesummen. Die Streuung ist hier aufgrund sehr guter Messwerte und häufig auftretendem Eis nicht sehr groß. Die Werte der Kältesummen, die zur Eisbildung gebraucht werden, fallen hier sehr viel niedriger aus als bei den Seestationen. Allerdings kann es in Hafestationen aufgrund des Schiffverkehrs dazu kommen, dass zur Eisbildung höhere Kältesummen notwendig sind als in schiffverkehrsfreien Gebieten. Außerdem kann festgestellt werden, dass der Anstieg des Graphen stärker ist, je später es zur Eisbildung kommt. Diese Tatsache ist vor allem bei Seestationen zu beobachten. Weiterhin sind die westlichen Gebiete länger eisfrei, was auf den Einfluss des wärmeren und salzreicheren Wassers der Nordsee zurückzuführen ist.

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

*Tabelle 2. Koeffizienten der empirisch gefundenen Gleichung für die Bestimmung der Eisdicke (h) in Abhängigkeit von der Kältesumme (KS)*

$$h = a + b \cdot \sqrt{KS}$$

	Kam	DänWiek	Vierendehl	PO bis FH	Wis-Walfisch	Lü-Trav	Arkona	Kiel-LT	WMD
<b>a</b>	-5.2	-7.4	-11	-19	-14	-20	-21	-24	-24
<b>b</b>	2.3	2.4	2.5	3.3	2.8	3.3	3.3	3.2	3.1
<b>KorrKoeff</b>	<b>0.92</b>	<b>0.91</b>	<b>0.84</b>	<b>0.88</b>	<b>0.82</b>	<b>0.89</b>	<b>0.75</b>	<b>0.77</b>	<b>0.62</b>

#### Abhängigkeit der Eisdickenabnahme von der Wärmesumme (WS)

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

#### Fehlerquellen

##### 1. Beschaffenheit der Daten:

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

Die Lufttemperaturen wurden nicht exakt an jeder betrachteten Eisbeobachtungsstation gemessen. Nur die Temperaturreihe von der Station Arkona wurde für die Anpassung der Eisdaten aus dem Seebereich vor Arkona verwendet. Die Temperaturreihe der Station Greifswald wurde für die Bereiche im Stettiner Haff und im Greifswalder Bodden, die Temperaturreihe der Station Rostock-Warnemünde für die Bereiche in der Wismarbucht und in der Lübecker Bucht, die Temperaturreihe der Station Fehmarn für die Bereiche Westermarkelsdorf und Kiel-Leuchtturm benutzt.

##### 2. Auswahl der Daten

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

Wassersäule beschleunigt. Deshalb wurden die Datenpaare 'Wärmesumme – Eisdicke = 0 cm' nicht in die Berechnung einbezogen.

### 3. Ergebnisse

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

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

Tabelle 3. Koeffizienten der empirisch gefundenen Gleichung für die Bestimmung der Eisdicke (h) in Abhängigkeit von der Wärmesumme (WS)  $h = a + b \cdot (WS)$

	Kam	DänWiek	Vierendehl	PO bis FH	Wis-Walfisch	Lü-Trav	Arkona	Kiel-LT	WMD
<b>a</b>	26.46	27.5	25.65	34.37	22.06	21	25.26	18.5	21.94
<b>b</b>	-0.25	-0.3	-0.417	-0.567	-0.364	-0.693	-0.918	-1.91	-1.81
KorrKoeff	0.71	0.66	0.71	0.81	0.63	0.68	0.71	0.60	0.66

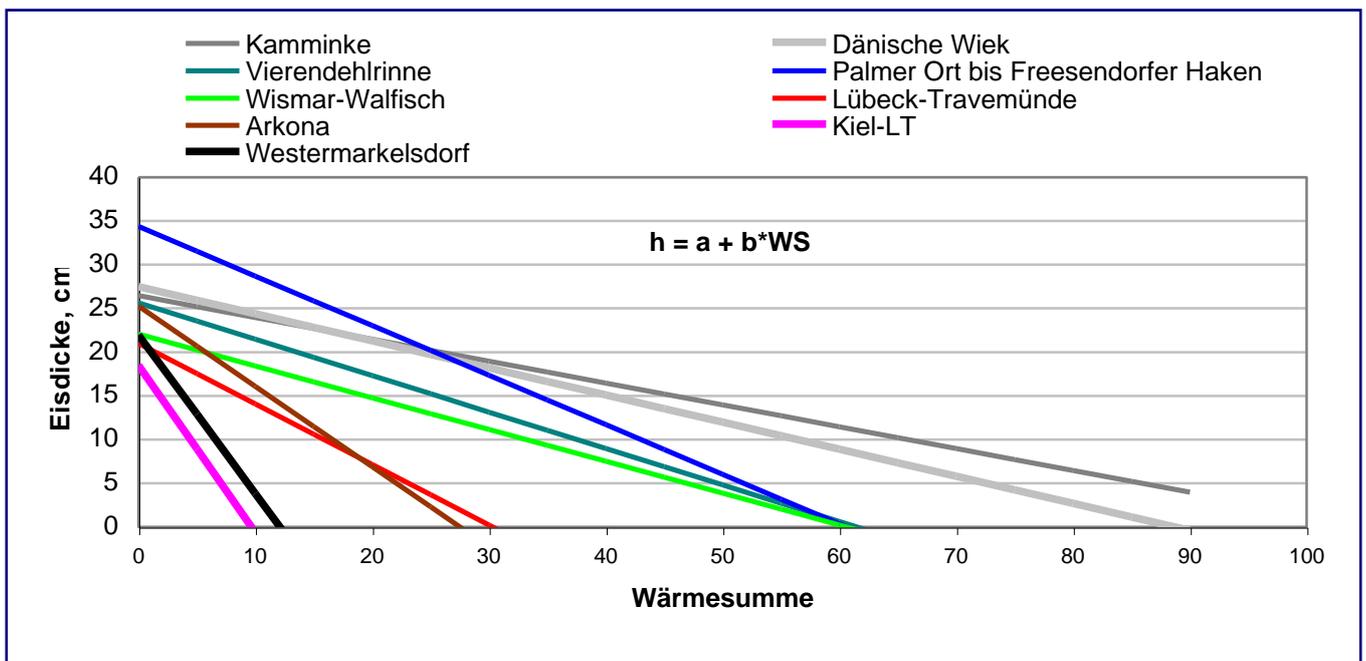


Abb 5. Vergleich der linearen Abhängigkeit der Eisdicke von der Wärmesumme für neun Stationen an der deutschen Ostseeküste

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

Berechnung der Eisdicken für den Eiswinter 2012/13

Entsprechend den vier Kälteperioden sind in den Bereichen der deutschen Ostseeküste vier Eisperioden deutlich ausgeprägt, vgl. Abb. 5. In den Tauwetterphasen dazwischen verschwand das Eis für längere Zeit vollständig, so dass jede Periode mit Eis als ein eigenständiger Abschnitt behandelt werden konnte.

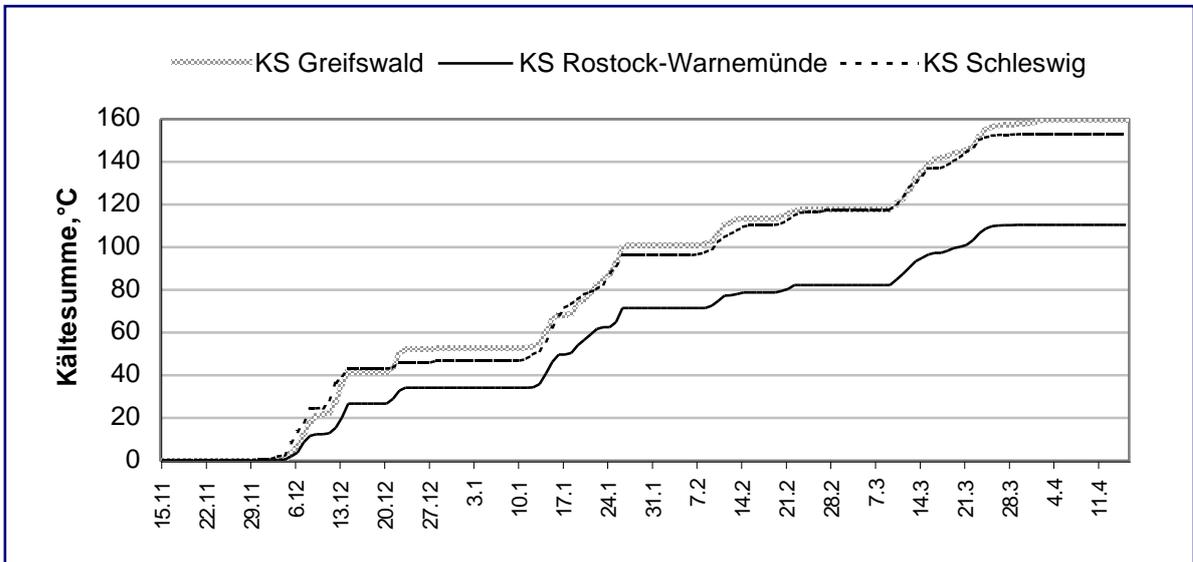


Abb. 6. Verlauf der Kältesumme (Summe der negativen Tagesmittel der Lufttemperatur) in Greifswald, Rostock-Warnemünde und Schleswig

In Abb. 7 werden die Ergebnisse der Eisdickenberechnung für den Eiswinter 2012/13 und die vorhandenen gemessenen Werte gezeigt.

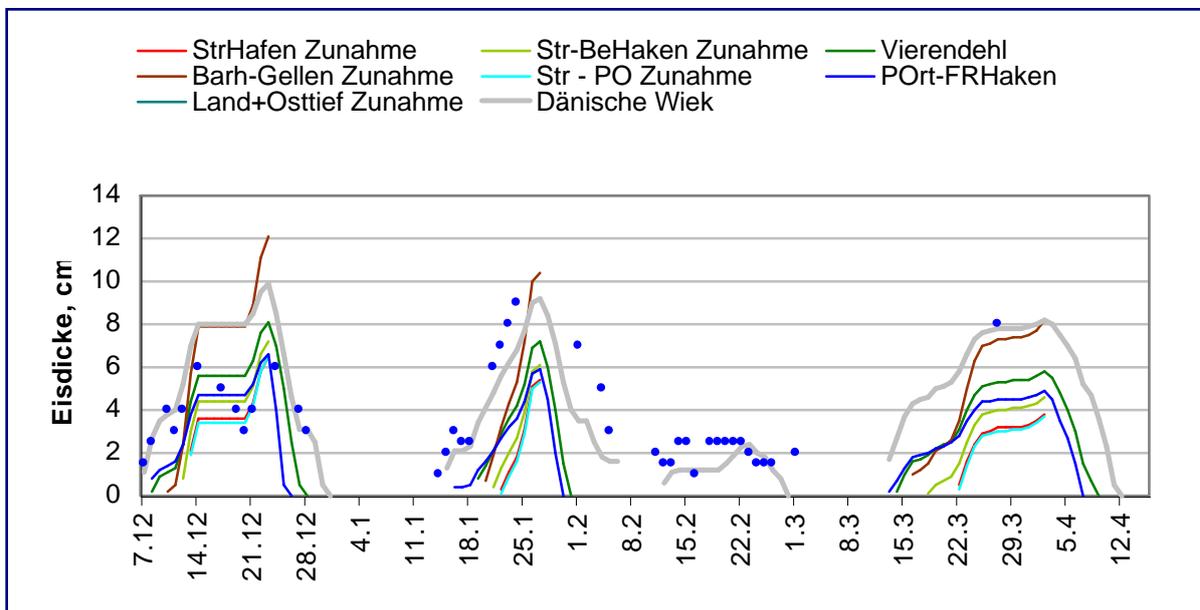


Abb. 7 Verteilung der berechneten Eisdicken in einigen Bereichen der deutschen Ostseeküste im Eiswinter 2012/13 und Vergleich mit den in der Dänischen Wiek gemessenen Werten

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

Beschreibung der Eis- und Schifffahrtsverhältnisse

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

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

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

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

Auf dem südlichen Peenestrom, im Achterwasser und im Kleinen Haff wurde Eis in den ersten drei Kälteperioden beobachtet. Es blieb zwischen Anfang Dezember und Mitte März insgesamt etwa zwei Monate liegen, die thermisch gewachsenen Eisdicken erreichten Werte zwischen 10 und 15 cm. In der vierten Kälteperiode bildete sich das Eis während der frostigen Nächte, durch die längere Sonneneinstrahlung und frische Winde aus östlichen Richtungen verschwand es aber tagsüber fast vollständig.

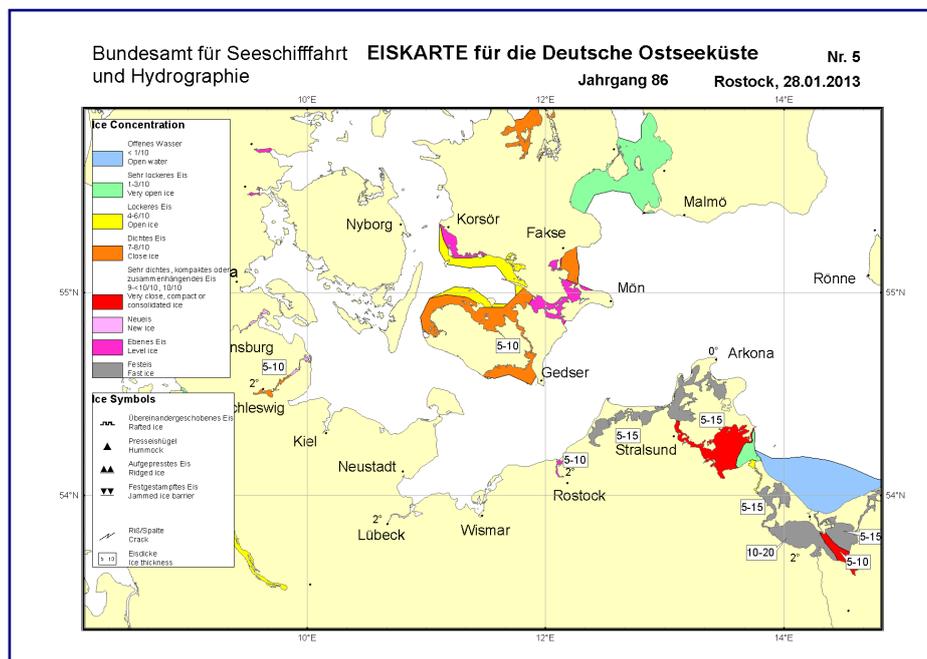


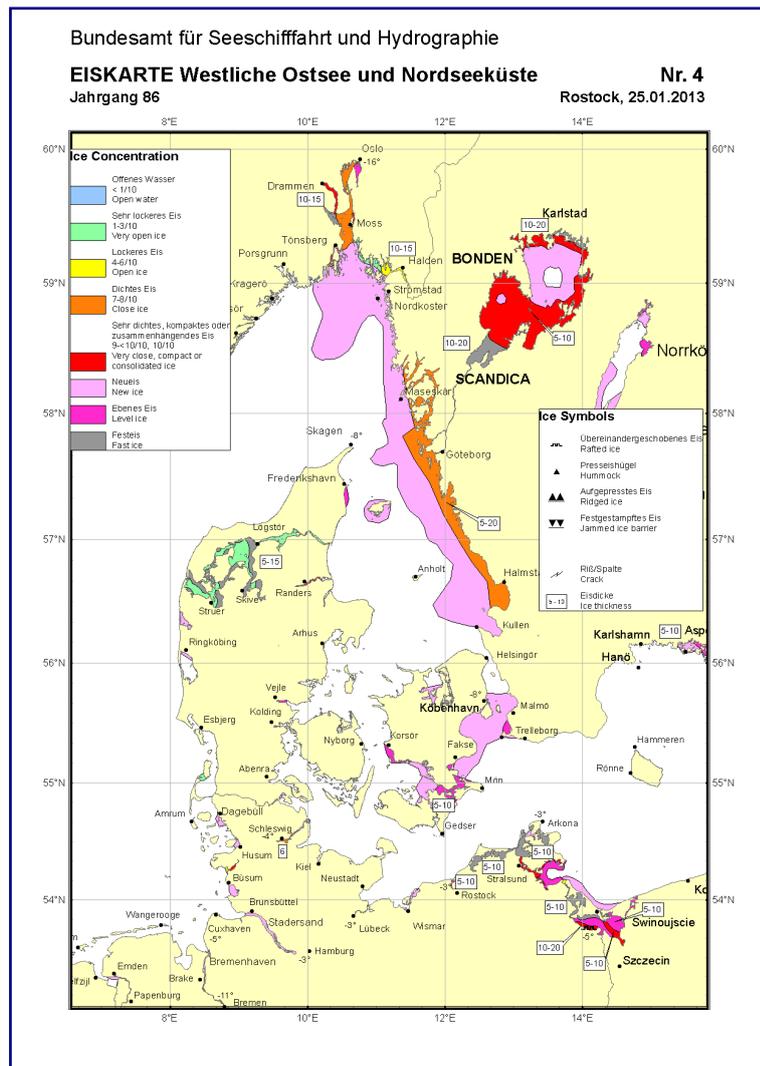
Abb. 8. Eisverhältnisse an der deutsche Ostseeküste am 28. Januar 2013

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

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

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

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



Im *Skagerrak* lag in einigen Häfen und kleineren Fjorden an der norwegischen Küste von Anfang Dezember bis Anfang April 30-50 cm dickes Festeis. Auf See bildete sich am 24. und 25. Januar großflächig Neueis, vgl. Abb. 9. In den Häfen von Oslo und im Oslofjord trat Ende Januar dichtes bis sehr dichtes, 5-15 cm dickes Eis, im Februar und März meist Neueis auf.

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

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

Abb. 9. Eisverhältnisse in der Deutschen Bucht, im Kattegat, Skagerrak sowie in den dänischen und schwedischen Gewässern der westlichen Ostsee am 25. Januar 2013

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

## Eisverhältnisse an der polnischen und litauischen Küste der südlichen Ostsee

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

## Eisverhältnisse im nördlichen Ostseeraum (nördlich von 56 °N)

Das erste Eis des Winters 2012/13 bildete sich in den nördlichen innersten Schären der Bottenvik in der zweiten Novemberdekade, im östlichen Finnischen Meerbusen etwa zwei Wochen später. Dies entspricht etwa den langjährigen durchschnittlichen Terminen. Vollständig eisfrei wird der Finnische Meerbusen normalerweise zum 1. Mai, die Bottenvik Ende Mai. Das letzte Eis des Winters 2012/13 wurde im

Finnischen Meerbusen am 3. Mai, in der Bottenvik in der letzten Maiwoche beobachtet. Insgesamt entsprach die Eisentwicklung im vergangenen Winter der Entwicklung eines mäßigen Eiswinters. Zum Zeitpunkt der maximalen Eisausdehnung zwischen dem 25. und dem 29. März waren der Bottnische, Finnische und Rigaische Meerbusen vollständig mit Eis bedeckt, in den Schären und Buchten der nördlichen Ostsee lag südwärts bis Karlskrona Festeis oder ebenes Eis, vgl. Abb. 10.

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

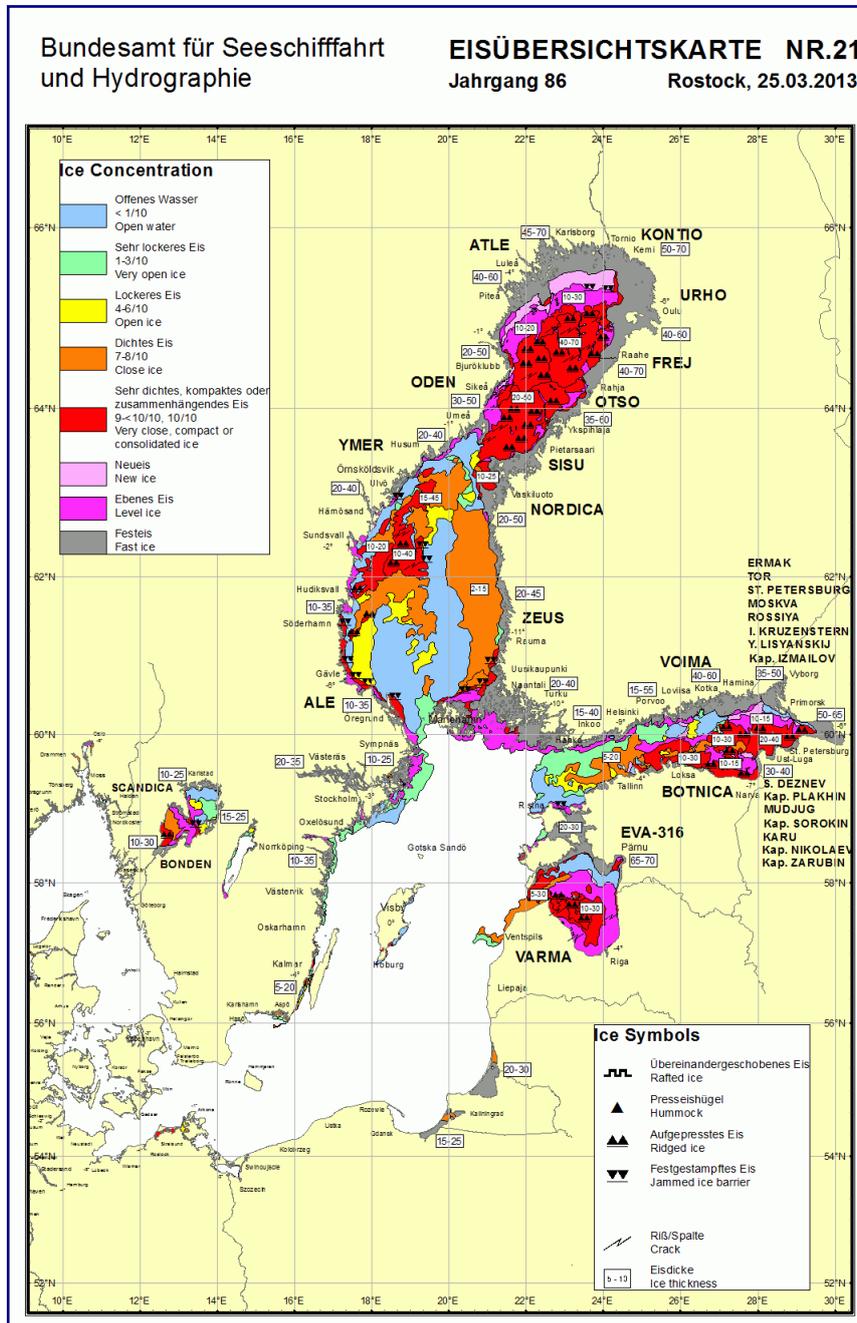


Abb. 10. Eisübersichtskarte vom 25. März zur Zeit der maximalen Eisausdehnung im Winter 2012/13

## Anhang

Tabelle A1. Eisverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2012/13

Beobachtungsstation	Beginn des Eisauftretens	Ende des Eisauftretens	Anzahl der Tage mit Eis	Max. Dicke des ebenen Eises, cm
<b>Deutsche Bucht</b>				
Ellenbogen (Sylt), Listertief	06.12.2012	24.03.2013	22	5
Dagebüll, Hafen	24.01.2013	12.03.2013	5	< 5
Dagebüller Fahrwasser	24.01.2013	27.01.2013	4	< 5
Wyk auf Föhr, Hafen	24.01.2013	29.01.2013	6	5-10
Wyk auf Föhr, Norderaue			0	
Amrum, Hafen Wittdün			0	
Amrum, Vortrapptief			0	
Amrum, Schmaltief			0	
Husum, Hafen	08.12.2012	29.01.2013	19	5-10
Husum, Au	08.12.2012	29.01.2013	12	< 5
Nordstrand, Hever			0	
Tönning, Hafen	08.12.2012	25.02.2013	26	5-15
Eiderdamm, Seegebiet	08.12.2012	24.02.2013	30	10
Büsum, Hafen	08.12.2012	30.01.2013	19	5
Büsum, Norderpiep	20.01.2013	30.01.2013	10	< 5
Büsum, Süderpiep	20.01.2013	30.01.2013	10	< 5
Harburg, Elbe	22.01.2013	29.01.2013	8	5
Hamburg, Elbbrücken - Kehrwieder	22.01.2013	29.01.2013	8	5
Hamburg - Landungsbrücken, Elbe	22.01.2013	29.01.2013	8	5
Altona, Elbe	22.01.2013	29.01.2013	8	5
Stadersand, Elbe	24.01.2013	28.01.2013	5	5-15
Glückstadt, Hafen u. Einfahrt	24.01.2013	29.01.2013	6	5-15
Glückstadt, Elbe	25.01.2013	29.01.2013	5	5-15
Brunsbüttel, Elbe	25.01.2013	29.01.2013	5	5-15
Cuxhaven, Hafen u. Einfahrten	28.01.2013	28.01.2013	1	< 5
Cuxhaven, Elbe			0	
Cuxhaven – Neuwerk			0	
Neuwerk, Elbe	28.01.2013	28.01.2013	1	< 5
Bremen, Weser	25.01.2013	26.01.2013	2	< 5
Brake, Weser			0	
Bremerhaven, Weser	23.01.2013	27.01.2013	5	< 5
Wilhelmshaven, Hafeneinfahrten			0	
Wilhelmshaven, Tankerlöschbrücke			0	
Schillig, Jadegebiet			0	
Wangerooge, Fahrwasser			0	
Wangerooge, Watten			0	
Wangerooge, Harle			0	
Papenburg – Emden	23.01.2013	30.01.2013	8	10
Norderney	Nicht beobachtet			
Emden, Neuer Binnenhafen	25.01.2013	30.01.2013	6	5
Emden, Ems und Außenhafen	25.01.2013	30.01.2013	5	5-10
Ems, Emden – Randzelgat	21.01.2013	30.01.2013	9	5-15
Borkum, Randzelgat	20.01.2013	21.01.2013	2	< 5
Borkum, Westerems			0	

Tabelle A2. Schifffahrtsverhältnisse an der deutschen Nordseeküste im Winter 2012/13

Beobachtungsstation	Tage mit $K_B=2^*$	Tage mit $K_B=3,5,6^*$	Tage mit $K_B=8,9^*$
<b>Deutsche Bucht</b>			
Ellenbogen (Sylt), Listertief	3		
Dagebüll, Hafen			
Dagebüller Fahrwasser			
Wyk auf Föhr, Hafen			
Wyk auf Föhr, Norderaue			
Amrum, Hafen Wittdün			
Amrum, Vortrapptief			
Amrum, Schmaltief			
Husum, Hafen			
Husum, Au			
Nordstrand, Hever			
Tönning, Hafen	10		
Eiderdamm, Seegebiet	11	3	
Büsum, Hafen			
Büsum, Norderpiep			
Büsum, Süderpiep			
Harburg, Elbe			
Hamburg, Elbbrücken - Kehrwieder			
Hamburg - Landungsbrücken, Elbe			
Altona, Elbe			
Stadersand, Elbe	1		
Glückstadt, Hafen u. Einfahrt	1		
Glückstadt, Elbe	1		
Brunsbüttel, Elbe			
Cuxhaven, Hafen u. Einfahrten			
Cuxhaven, Elbe			
Cuxhaven – Neuwerk			
Neuwerk, Elbe			
Bremen, Weser			
Brake, Weser			
Bremerhaven, Weser			
Wilhelmshaven, Hafeneinfahrten			
Wilhelmshaven, Tankerlöschbrücke			
Schillig, Jadegebiet			
Wangerooge, Fahrwasser			
Wangerooge, Watten			
Wangerooge, Harle			
Papenburg – Emden			
Emden, Neuer Binnenhafen			
Emden, Ems und Außenhafen			
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 2012/13

Beobachtungsstation	Beginn des Eisauftretens	Ende des Eisauftretens	Anzahl der Tage mit Eis	Max. Dicke des ebenen Eises, cm
Kamminke, Hafen und Umgebung	11.12.2012	15.03.2013	55	11
Ueckermünde, Hafen	13.12.2012	15.02.2013	25	10
Ueckermünde, Hf. – Ueckermündung	23.01.2013	30.01.2013	8	10
Ueckermünde, Stettiner Haff	12.12.2012	28.02.2013	47	10-15
Karnin, Stettiner Haff	08.12.2012	01.02.2013	34	5-10
Karnin, Peenestrom	08.12.2012	01.02.2013	34	5-10
Anklam, Hafen	08.12.2012	01.02.2013	29	7
Anklam, Hafen – Peenestrom	08.12.2012	01.02.2013	30	7
Brücke Zecherin, Peenestrom	08.12.2012	01.02.2013	36	10-15
Rankwitz, Peenestrom	06.12.2012	17.03.2013	69	12
Warthe, Peenestrom	07.12.2012	26.03.2013	60	13
* <i>Wolgast – Peenemünde</i>	<i>08.12.2012</i>	<i>04.04.2013</i>	<i>58</i>	<i>5-15</i>
* <i>Peenemünde – Ruden</i>	<i>15.12.2012</i>	<i>17.03.2013</i>	<i>24</i>	<i>5-10</i>
Koserow, Seegebiet	15.12.2012	27.01.2013	4	5-10
* <i>Stralsund, Hafen</i>	<i>13.12.2012</i>	<i>04.04.2013</i>	<i>58</i>	<i>5-15</i>
* <i>Stralsund – Palmer Ort</i>	<i>11.12.2012</i>	<i>04.04.2013</i>	<i>55</i>	<i>5-15</i>
* <i>Palmer Ort – Freesendorfer Haken</i>	<i>14.12.2012</i>	<i>17.03.2013</i>	<i>38</i>	<i>5-15</i>
Greifswald-Wieck, Hafen	10.12.2012	02.04.2013	60	5-15
Dänische Wieck	06.12.2012	03.04.2013	97	5-15
Greifswald-Ladebow, Hafen	08.12.2012	05.04.2013	74	10-15
* <i>Osttief</i>	<i>17.12.2012</i>	<i>17.03.2013</i>	<i>17</i>	<i>5-10</i>
* <i>Landtiefrinne</i>	<i>28.12.2012</i>	<i>14.03.2013</i>	<i>15</i>	<i>5-15</i>
Thiessow, Boddengebiet	14.12.2012	26.03.2013	28	5-10
Thiessow, Seegebiet	25.12.2012	24.03.2013	17	5-10
Lauterbach, Hafen und Umgebung	13.12.2012	22.03.2013	41	10
Greifswalder Oie, östliches Seegebiet	26.01.2013	27.01.2013	2	< 5
Fährhafen Sassnitz und Umgebung			0	
Fährhafen Sassnitz, Seegebiet			0	
Sassnitz, Hafen und Umgebung	26.01.2013	18.03.2013	16	5-10
Sassnitz, Seegebiet	14.03.2013	17.03.2013	4	< 5
Arkona, Seegebiet			0	
* <i>Stralsund – Bessiner Haken</i>	<i>13.12.2012</i>	<i>08.04.2013</i>	<i>57</i>	<i>5-10</i>
* <i>Vierendehlrinne</i>	<i>12.12.2012</i>	<i>08.04.2013</i>	<i>64</i>	<i>5-10</i>
* <i>Barhöft – Gellenfahrwasser</i>	<i>11.12.2012</i>	<i>04.04.2013</i>	<i>65</i>	<i>5-10</i>
Neuendorf, Hafen und Umgebung	07.12.2012	08.04.2013	89	10-15
Neuendorf, Seegebiet	26.01.2013	23.03.2013	6	< 5
Kloster, Seegebiet			0	
Kloster, Boddengebiet	08.12.2012	05.04.2013	74	10
Schaprode – Hiddensee, Fahrwasser	15.01.2013	04.02.2013	21	5-10
Dranske, Libbenfahrwasser			0	
Dranske, Boddengebiet	11.12.2012	30.03.2013	61	5-10
Wittower Fähre, Gewässer bei	11.12.2012	31.01.2013	36	10
Althagen, Hafen und Umgebung	13.12.2012	04.04.2013	63	5-15
Zingst, Zingster Strom	07.12.2012	25.03.2013	38	6
Zingst, Seegebiet			0	
Barth, Hafen und Umgebung	07.12.2012	05.04.2013	82	5-15
Rostock, Stadthafen	<i>09.12.2012</i>	<i>22.03.2013</i>	<i>36</i>	<i>5-15</i>
Rostock – Warnemünde	<i>10.12.2012</i>	<i>14.03.2013</i>	<i>31</i>	<i>5-15</i>
* <i>Rostock, Seehäfen</i>	<i>08.12.2012</i>	<i>13.03.2013</i>	<i>10</i>	<i>5</i>

Fortsetzung der Tabelle A3

* Warnemünde, Seekanal	25.01.2013	13.03.2013	5	< 5
* Warnemünde, Seegebiet	13.03.2013	13.03.2013	1	< 5
Ansteuerungstonne Rostock, See N			0	
Wismar, Hafen	06.12.2012	03.04.2013	54	5
Wismar – Walfisch			0	
Walfisch – Timmendorf			0	
Timmendorf – Anst. Tonne Wismar			0	
Lübeck – Travemünde			0	
Travemünde, Hafen			0	
Travemünde, Seegebiet			0	
Neustadt, Hafen	15.01.2013	15.03.2013	14	5
Neustadt, Seegebiet			0	
Dahmeshöved, Seegebiet			0	
Fehmarnsund			0	
Kiel, Binnenhafen	12.12.2012	15.03.2013	8	< 5
Holtenau – Laboe			0	
Bülk, Seegebiet			0	
Kiel-Leuchtturm, See im NE			0	
Kiel-Leuchtturm, See im Osten			0	
Heiligenhafen, Hafen	26.01.2013	16.03.2013	8	
Fehmarnsund, Westeingang			0	
Westermarkelsdorf, Seegebiet			0	
Marienleuchte, Seegebiet			0	
Fehmarnbelt, Osteingang	23.12.2012	24.03.2013	4	< 5
Eckernförde, Hafen	16.01.2013	12.03.2013	17	< 5
Eckernförde, Bucht			0	
Schlei, Schleswig – Kappeln	06.12.2012	03.04.2013	91	5-10
Schlei, Kappeln – Schleimünde	24.01.2013	29.01.2013	6	5
Flensburg – Holnis	12.12.2012	15.03.2013	10	< 5
Holnis – Neukirchen			0	
Neukirchen – Kalkgrund-Leuchtturm			0	
Falshöft, Seegebiet			0	

\* Orientierungswerte, Angaben aus rekonstruierten Daten

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

Beobachtungsstation	Tage mit $K_B=2^*$	Tage mit $K_B=3,5,6^*$	Tage mit $K_B=8,9^*$
Kamminke, Hafen und Umgebung	15		13
Ueckermünde, Hafen			
Ueckermünde, Hf. - Ueckermündung			
Ueckermünde, Stettiner Haff	5	1	8
Karnin, Stettiner Haff	6		9
Karnin, Peenestrom	6		9
Anklam, Hafen	6		
Anklam, Hafen – Peenestrom	6		9
Brücke Zecherin, Peenestrom	2		9
Rankwitz, Peenestrom	1		14
Warthe, Peenestrom	17	1	12
Wolgast – Peenemünde	5		
Peenemünde – Ruden			
Koserow, Seegebiet			
Stralsund, Hafen	6		
Stralsund – Palmer Ort	7		
Palmer Ort – Freesendorfer Haken	7		
Greifswald-Wieck, Hafen	5		
Dänische Wieck	8		
Greifswald-Ladebow, Hafen	26	6	
Osttief			
Landtiefrinne			
Thiessow, Boddengebiet	5	1	
Thiessow, Seegebiet	1		
Lauterbach, Hafen und Umgebung	7		
Greifswalder Oie, östliches Seegebiet			
Fährhafen Sassnitz und Umgebung			
Fährhafen Sassnitz, Seegebiet			
Sassnitz, Hafen und Umgebung			
Sassnitz, Seegebiet			
Arkona, Seegebiet			
Stralsund – Bessiner Haken	4		13
Vierendehlrinne	5		15
Barhöft – Gellenfahrwasser			14
Neuendorf, Hafen und Umgebung	36	12	
Neuendorf, Seegebiet			
Kloster, Seegebiet			
Kloster, Boddengebiet	33		
Schaprode – Hiddensee, Fahrwasser	8		
Dranske, Libbenfahrwasser			
Dranske, Boddengebiet	26	11	
Wittower Fähre, Gewässer bei	6		
Althagen, Hafen und Umgebung	1		10
Zingst, Zingster Strom	6		
Zingst, Seegebiet			
Barth, Hafen und Umgebung	20	1	9
Rostock, Stadthafen	3		
Rostock – Warnemünde	8		
Rostock, Seehäfen			

Fortsetzung der Tabelle A4

Warnemünde, Seekanal			
Warnemünde, Seegebiet			
Ansteuerungstonne Rostock, See N			
Wismar, Hafen			
Wismar – Walfisch			
Walfisch – Timmendorf			
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			
Fehmarnsund, Westeingang			
Westermarkelsdorf, Seegebiet			
Marienleuchte, Seegebiet			
Fehmarnbelt, Osteingang			
Eckernförde, Hafen			
Eckernförde, Bucht			
Schlei, Schleswig – Kappeln	29		
Schlei, Kappeln – Schleimünde			
Flensburg – Holnis			
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

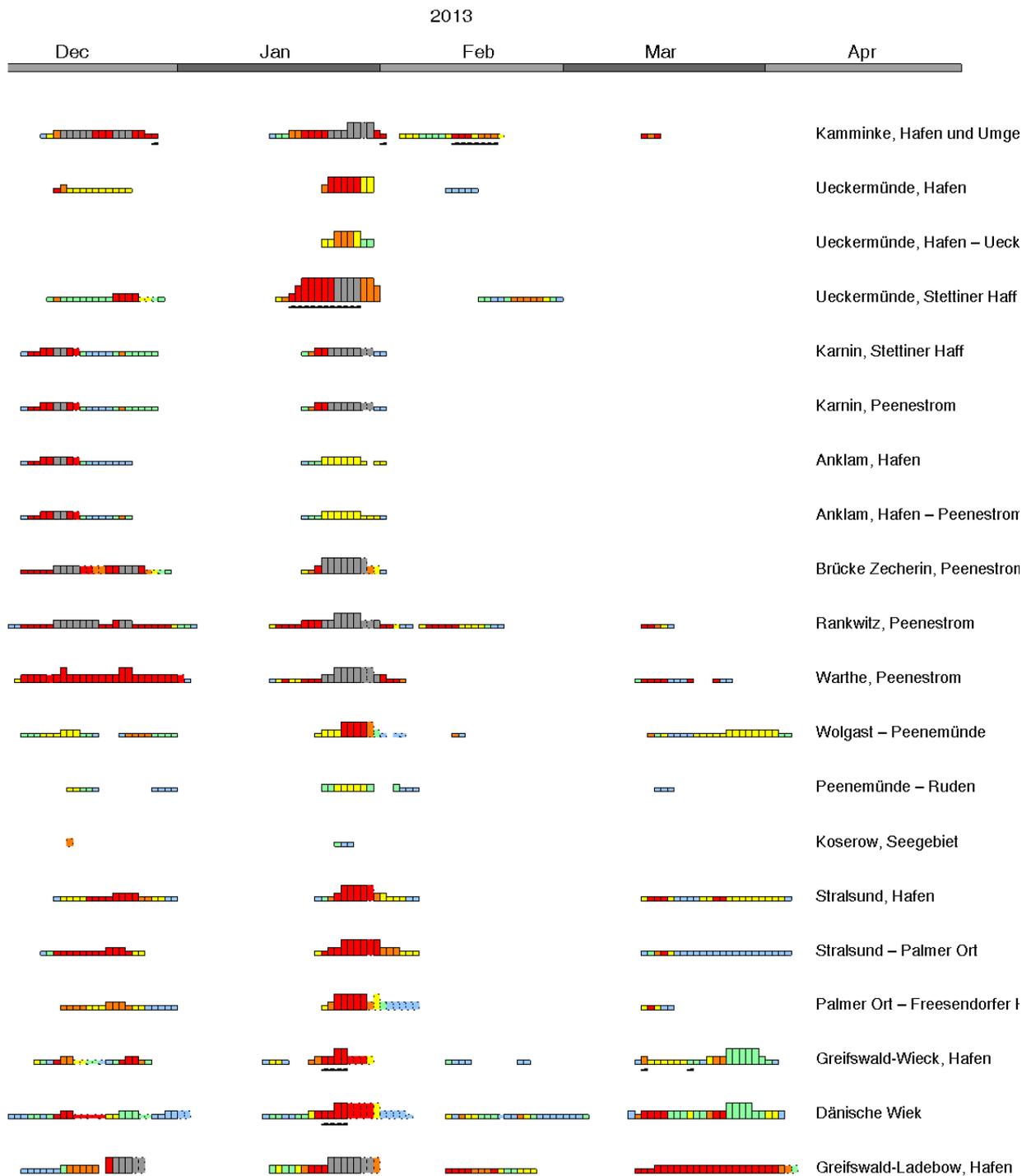
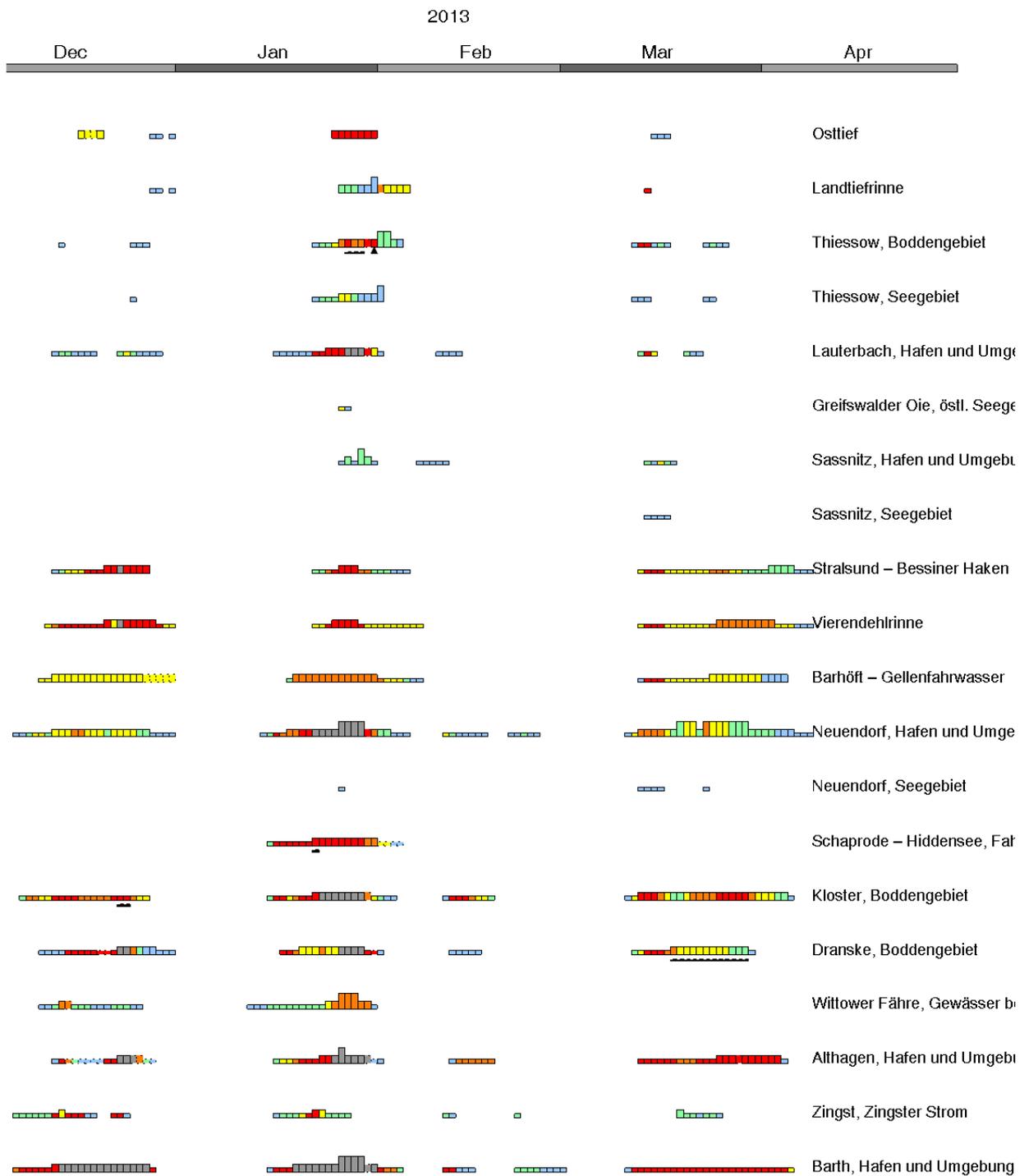
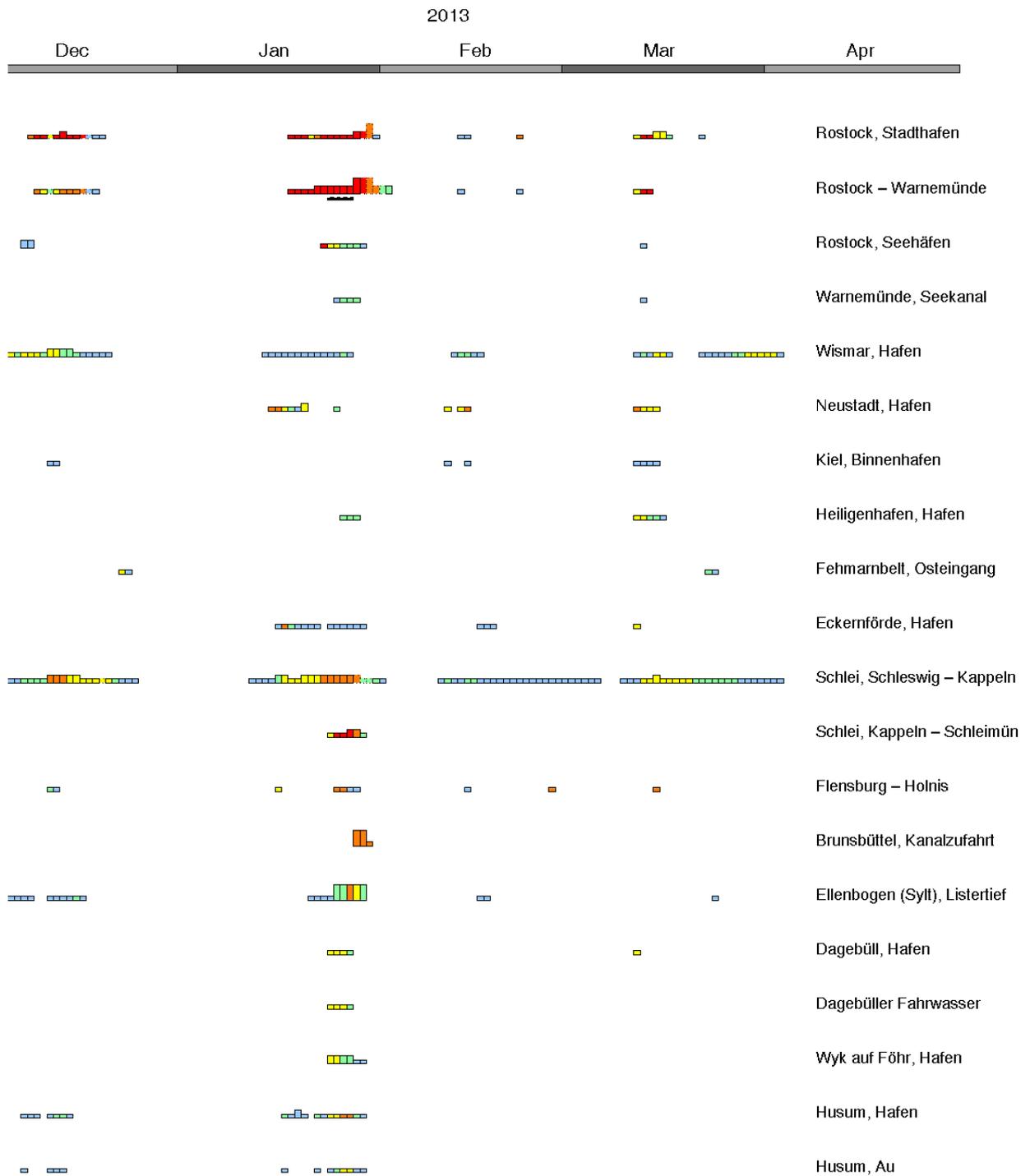


Abb. A1. Tägliches Eisauftreten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten im Eiswinter 2012/13

Fortsetzung der Abb. A1

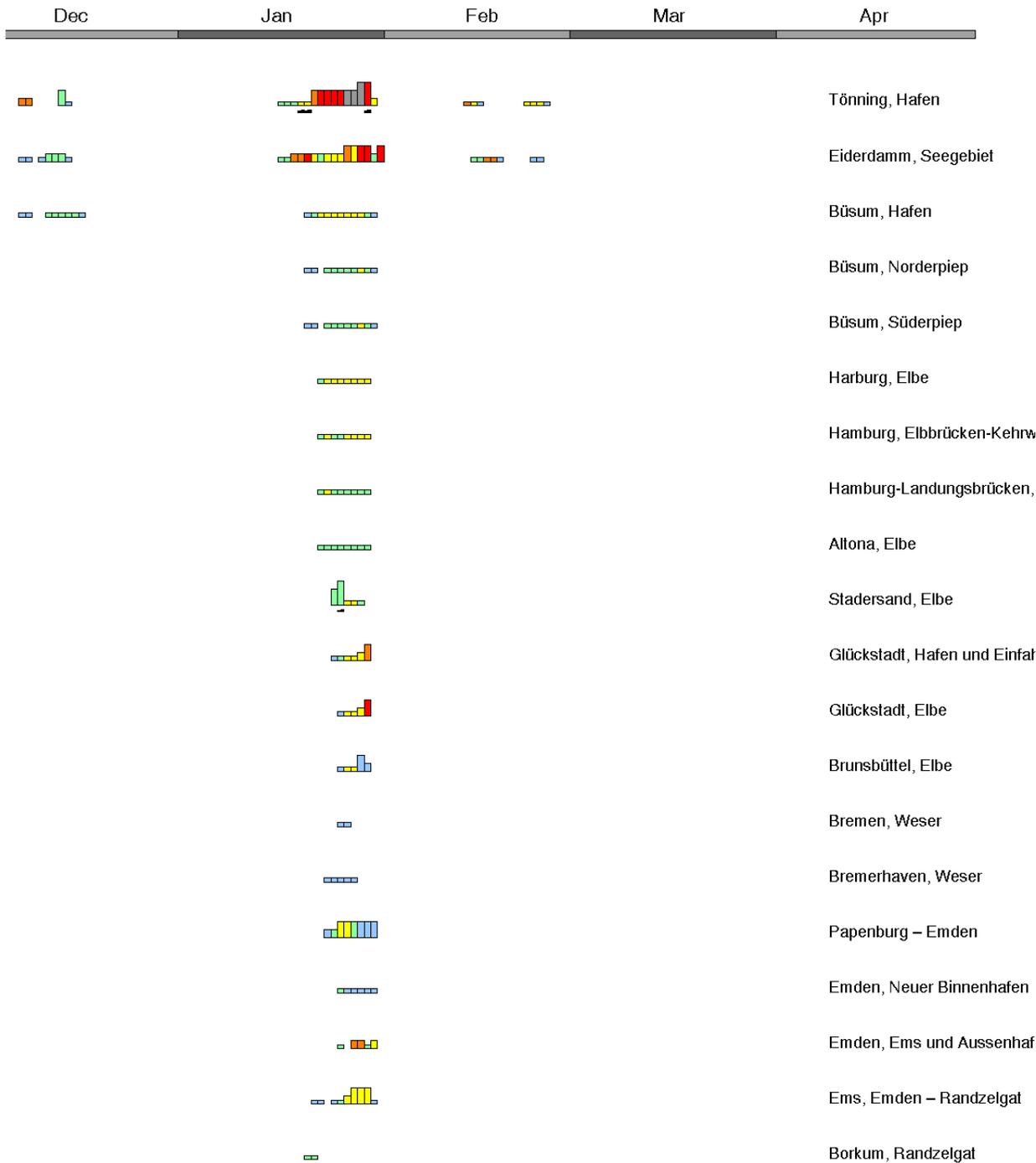


Fortsetzung der Abb. A1



Fortsetzung der Abb. A1

2013



**Legende**

