

Die Eisverhältnisse in den Küstengebieten von Mecklenburg-Vorpommern

VON NATALIJA SCHMELZER

Zusammenfassung

Das im Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) vorhandene Beobachtungsmaterial über die Eisverhältnisse im Küstenbereich von Mecklenburg-Vorpommern wird statistisch bearbeitet. Aus den langjährigen Datenreihen werden Angaben über Häufigkeit, Beginn und Ende des Eisauftretens, über die Anzahl der Tage mit Eis, über Bedeckungsgrad und Eisdicken sowie über durch Pressungen deformiertes Eis abgeleitet. Die Eiswinter werden in 5 verschiedene Eiswintertypen aufgeteilt, und die charakteristischen Merkmale jedes Eiswintertyps werden dargestellt.

Summary

Statistical analysis on observed data of ice conditions in the coastal zone of Mecklenburg-Vorpommern was performed in the Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. The analysis of several years of data includes the frequency of occurrence, the first and last day of occurrence, the number of days with ice, the percentage ice cover and thickness and deformation of the ice cover. Winters with ice events are divided into five groups with a description of characteristics of each group.

Inhalt

| | |
|--|----|
| 1. Einleitung | 51 |
| 2. Eisbeobachtungen an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern in den Jahren 1946/47 bis 1991/92 | 53 |
| 2.1. Häufigkeit des Eisauftretens | 53 |
| 2.2. Anzahl der Tage mit Eis | 53 |
| 2.3. Beginn des Eisauftretens | 53 |
| 2.4. Ende des Eisauftretens | 55 |
| 3. Eisverhältnisse an einigen repräsentativen Beobachtungsstationen der mecklenburg-vorpommerschen Küste im Zeitraum von 1956/57 bis 1990/91 | 55 |
| 3.1. Verlauf der täglichen Häufigkeit des Eisauftretens | 55 |
| 3.2. Beobachtungen des Bedeckungsgrades und der Eisdicke | 56 |
| 3.3. Deformiertes Eis | 58 |
| 4. Die flächenbezogene Eisvolumensumme V_{Σ} im Küstengebiet von Mecklenburg-Vorpommern | 59 |
| 5. Schifffahrtsverhältnisse | 61 |
| 6. Schriftenverzeichnis | 65 |

1. Einleitung

Der vorliegende Beitrag setzt die zusammenfassenden Darstellungen der Eisverhältnisse für die Küstengebiete von Mecklenburg-Vorpommern von J. BLÜTHGEN (BLÜTHGEN, 1954) und R. LAUBER (LAUBER, 1962, 1964, 1988) fort.

Die Fragen der meteorologischen und ozeanographischen Bedingungen der Vereisung sowie physikalische Eigenschaften des Meereises werden hier nicht behandelt, einige Zitate zu diesen Fragen sind in dem Literaturverzeichnis gegeben, siehe z. B. (EISHANDBUCH, 1972; HUPFER, 1966; DORONIN und CHEISIN, 1975).

Für die statistischen Aussagen über die Eisverhältnisse in den Küstengewässern von Mecklenburg-Vorpommern wurden die Einzelbeobachtungen (seit dem Winter 1956/57 im BSH vorhanden), die statistische Bearbeitung der Eisdaten von 1946/47 bis 1984/85 (LAUBER, 1988) sowie die Beschreibungen des Verlaufs von einzelnen Wintern (PETERSON, 1956, 1957; KOLP, 1957) benutzt.

Das vorhandene Datenmaterial erlaubt, Aussagen über die Häufigkeit des Eisauftretens, die Anzahl der Tage mit Eis, den Beginn und das Ende des Eisauftretens im Zeitraum von 1946/47 bis 1991/92 zu machen.

Die Angaben über Bedeckungsgrad, Eisdicken und deformiertes Eis sowie über Schiffsfahrtsverhältnisse wurden für 7 repräsentative Beobachtungsstationen im Zeitraum von 1956/57 bis 1990/91 abgeleitet.¹

Die Abb. 1.1. gibt einen Überblick über die Eisbeobachtungsstationen und ihre Lage längs der Küste von Mecklenburg-Vorpommern.

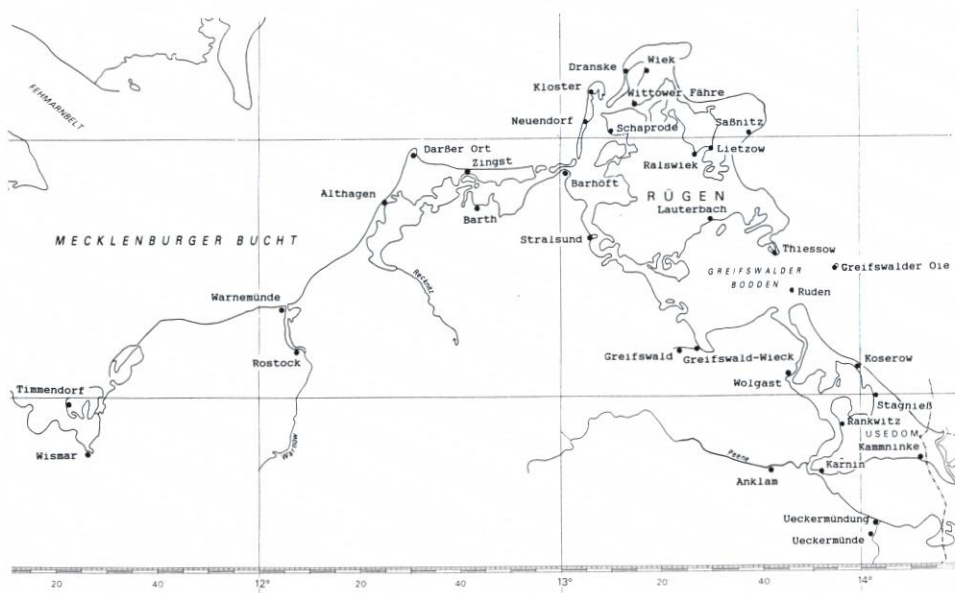


Abb. 1.1. Übersichtskarte mit den Eisbeobachtungsstationen an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern

¹ Das statistische Material über die Eisverhältnisse in den Hauptfahrwassern (21 Beobachtungsstationen) von Mecklenburg-Vorpommern ist in: Meereskundliche Beobachtungen und Ergebnisse Nr. 77, herausgegeben vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg, Rostock, 1994, zu finden.

2. Eisbeobachtungen an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern in den Jahren 1946/47 bis 1991/92

In der Tabelle 2.1. sind die Eisverhältnisse im Küstenbereich von Mecklenburg-Vorpommern (Beobachtungsperiode 1946/47 bis 1991/92) dargestellt.

Die Komplexität der für die Eisbildung in verschiedenen Bereichen unserer Küste verantwortlichen Faktoren läßt sich kaum vollständig erfassen. Neben den meteorologischen Bedingungen sind u. a. folgende Parameter für die Eisbildung maßgebend:

- die Wassertiefe
- der Salzgehalt
- die vertikale Durchmischung
- die Lage des Bereiches; z. B. ist der Bereich offen oder weitgehend vom Wasseraustausch mit der Ostsee ausgeschlossen, ist es ein windgeschütztes oder windoffenes, stark oder schwach befahrenes Gebiet usw.

2.1. Häufigkeit des Eisauftretens

Normalerweise tritt in den der Küste von Mecklenburg-Vorpommern vorgelagerten Seegebieten keine Eisbildung auf, wenn man von geringfügigem Randeis absieht. Nur in starken bis extrem starken Wintern (1946/47, 1955/56, 1962/63, 1969/70, 1978/79, 1984/85, 1985/86, 1986/87) kommt es z. B. in den Gebieten von Arkona und Warnemünde zu sehr starkem Eisvorkommen. Die Unterschiede in den Häufigkeitsangaben des Eisauftretens für verschiedene Seebereiche sind auf oben genannte Bedingungen für die Eisbildung zurückzuführen. Die ungünstigsten Verhältnisse trifft man im Stettiner Haff und auf der Peene sowie im Saaler Bodden. Im Bereich von Althagen wird z. B. jedes Jahr Eisbildung beobachtet.

2.2. Anzahl der Tage mit Eis

Bezieht man sich auf alle Beobachtungsjahre, ergeben sich im Mittel für das Seegebiet 11 bis 28 Tage mit Eis, die Boddengewässer weisen bis zu 75 Eistage auf. Bei Betrachtung nur der Winter, in denen Eisbildung erfolgte, ist im Seegebiet durchschnittlich mit 26 bis 38 Eistagen zu rechnen. Dabei variiert die Anzahl der Tage mit Eis von Winter zu Winter erheblich, z. B. im Seegebiet von Arkona von 1 Tag (1948/49) bis 104 Tage (1946/47).

In den Boddengewässern ist die Wahrscheinlichkeit des Eisauftretens relativ hoch, und die mittlere Anzahl der Tage mit Eis in Wintern mit Eisbildung unterscheidet sich unwesentlich von den oben genannten Angaben (siehe auch Tab. 2.1.).

2.3. Beginn des Eisauftretens

Die im weiteren genannten Mittelwerte des Beginns und des Endes des Eisauftretens beziehen sich ausschließlich auf die Winter mit Eis.

Das erste Eis bildet sich in den Bodden normalerweise in der zweiten Dezemberdekade und erfaßt die Seehäfen Stralsund, Rostock, Warnemünde und Wismar in der ersten Januardekade. Im sichtbaren Seegebiet sowie im Hafen Saßnitz gefriert das Wasser erst in der zweiten bzw. in der dritten Januardekade.

Tabelle 2.1. Eisverhältnisse an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern (Beobachtungszeitraum von 1946/47 bis 1991/92)

| Beobachtungs- bereich | beobachtet | | Anzahl der insge- samt | Jahre mit Eis | Häufigkeit des Eisauftretens in Prozent | Anzahl der Tage mit Eis | | | Beginn des Eisauftretens mittl. (**) Dekade/Monat | | | Ende des Eisauftretens mittl. (**) Dekade/Monat | | |
|-----------------------------------|------------|-------|------------------------------|---------------------|---|----------------------------|----------------|-----|---|-----------|---------|---|-----------|---------|
| | von | bis | | | | min | mit Eis (°) | max | früh. | spät. | früh. | mittl. | spät. | |
| Sichtbares Seegebiet | | | | | | | | | | | | | | |
| Heringsdorf/Koserow | 46/47 | 91/92 | 46 | 34 | 74 | 0 | 27/37 | 101 | 17. 12. | I./Jan. | 06. 03. | 11. 01. | I./März | 12. 04. |
| Thießow | 46/47 | 91/92 | 46 | 38 | 83 | 0 | 27/34 | 111 | 10. 12. | II./Jan. | 12. 03. | 06. 01. | I./März | 06. 04. |
| Saßnitz | 46/47 | 91/92 | 46 | 25 | 54 | 0 | 16/29 | 100 | 24. 12. | III./Jan. | 07. 03. | 27. 01. | I./März | 22. 04. |
| Arkona | 46/47 | 91/92 | 46 | 17 | 37 | 0 | 12/33 | 104 | 06. 01. | III./Jan. | 07. 03. | 05. 02. | I./März | 26. 04. |
| Darßer Ort | 46/47 | 76/77 | 32 | 18 | 56 | 0 | 14/28 | 95 | 16. 12. | I./Jan. | 01. 03. | 31. 12. | III./Feb. | 23. 04. |
| Warnemünde | 46/47 | 91/92 | 46 | 20 | 43 | 0 | 11/25 | 73 | 17. 12. | III./Jan. | 06. 03. | 31. 12. | III./Feb. | 04. 04. |
| Timmendorf | 46/47 | 91/92 | 46 | 33 | 72 | 0 | 19/27 | 92 | 13. 12. | II./Jan. | 05. 03. | 22. 12. | III./Feb. | 07. 04. |
| Hauptfahrwasser | | | | | | | | | | | | | | |
| Saßnitz Hafen | 46/47 | 91/92 | 46 | 30 | 65 | 0 | 20/30 | 93 | 22. 12. | II./Jan. | 08. 03. | 31. 12. | I./März | 04. 04. |
| Stralsund-Palmer Ort | 46/47 | 91/92 | 46 | 39 | 85 | 0 | 46/54 | 115 | 19. 11. | I./Jan. | 07. 03. | 25. 01. | II./März | 14. 04. |
| Stralsund, Hafen | 46/47 | 91/92 | 46 | 39 | 85 | 0 | 42/49 | 110 | 23. 11. | I./Jan. | 07. 03. | 25. 01. | I./März | 12. 04. |
| Stralsund-Bessiner Haken | 46/47 | 91/92 | 46 | 39 | 85 | 0 | 44/52 | 114 | 23. 11. | I./Jan. | 07. 03. | 25. 01. | II./März | 15. 04. |
| Vierendehrinne | 46/47 | 91/92 | 46 | 39 | 85 | 0 | 44/51 | 116 | 24. 11. | I./Jan. | 05. 03. | 27. 01. | I./März | 25. 04. |
| Barhöft bis Gellen- fahrwasser | 46/47 | 91/92 | 44 | 34 | 77 | 0 | 31/40 | 105 | 23. 11. | I./Jan. | 07. 03. | 06. 01. | I./März | 25. 04. |
| Rostock, Hafen | 58/59 | 91/92 | 34 | 29 | 85 | 0 | 20/23 | 82 | 03. 12. | I./Jan. | 16. 02. | 04. 12. | II./Feb. | 20. 03. |
| Warnemünde-Rostock | 46/47 | 91/92 | 46 | 40 | 87 | 0 | 27/31 | 114 | 02. 12. | I./Jan. | 12. 03. | 14. 12. | III./Feb. | 06. 04. |
| Breitling-Überseehafen | 58/59 | 91/92 | 34 | 24 | 71 | 0 | 19/27 | 84 | 15. 12. | I./Jan. | 01. 03. | 30. 12. | II./Feb. | 19. 03. |
| Warnemünde, Hafen | 46/47 | 91/92 | 46 | 37 | 80 | 0 | 21/26 | 95 | 02. 12. | I./Jan. | 28. 02. | 19. 12. | II./Feb. | 04. 04. |
| Wismar, Hafen | 46/47 | 91/92 | 46 | 40 | 87 | 0 | 26/30 | 109 | 02. 12. | I./Jan. | 24. 02. | 12. 12. | III./Feb. | 06. 04. |
| Walfisch-Wismar | 46/47 | 91/92 | 46 | 40 | 87 | 0 | 27/31 | 112 | 02. 12. | I./Jan. | 24. 02. | 12. 12. | III./Feb. | 06. 04. |
| Timmendorf-Walfisch | 46/47 | 91/92 | 46 | 36 | 78 | 0 | 22/28 | 112 | 02. 12. | II./Jan. | 04. 03. | 20. 12. | III./Feb. | 07. 04. |
| Bodden | | | | | | | | | | | | | | |
| Dänische Wiek | 46/47 | 91/92 | 46 | 42 | 98 | 0 | 49/54 | 132 | 19. 11. | III./Dez. | 24. 02. | 21. 12. | I./März | 17. 04. |
| Greifswald-Wieck | 46/47 | 91/92 | 46 | 42 | 98 | 0 | 45/49 | 113 | 17. 11. | III./Dez. | 24. 02. | 21. 12. | I./März | 10. 04. |
| Ruden, westlich | 46/47 | 91/92 | 46 | 39 | 85 | 0 | 33/39 | 106 | 10. 12. | I./Jan. | 07. 03. | 22. 12. | I./März | 06. 04. |
| Thießow | 46/47 | 91/92 | 46 | 38 | 83 | 0 | 37/45 | 110 | 10. 12. | II./Jan. | 07. 03. | 11. 01. | I./März | 08. 04. |
| Lauterbach | 57/58 | 91/92 | 35 | 29 | 83 | 0 | 44/53 | 121 | 10. 12. | I./Jan. | 26. 02. | 23. 12. | I./März | 10. 04. |
| Lietzow | 57/58 | 90/91 | 34 | 31 | 91 | 0 | 55/60 | 134 | 18. 11. | III./Dez. | 15. 02. | 17. 12. | I./März | 20. 04. |
| Witower Fähre | 57/58 | 91/92 | 35 | 27 | 77 | 0 | 39/51 | 101 | 11. 12. | I./Jan. | 25. 02. | 23. 01. | I./März | 02. 04. |
| Wiek/Rügen | 57/58 | 89/90 | 33 | 28 | 85 | 0 | 48/57 | 124 | 23. 11. | III./Dez. | 15. 02. | 13. 01. | I./März | 09. 04. |
| Kloster/Hiddensee | 46/47 | 91/92 | 46 | 43 | 93 | 0 | 46/49 | 119 | 25. 11. | III./Dez. | 18. 02. | 17. 12. | I./März | 23. 04. |
| Schaprode | 57/58 | 91/92 | 35 | 30 | 86 | 0 | 45/53 | 118 | 23. 11. | III./Dez. | 10. 02. | 17. 12. | I./März | 04. 04. |
| Barth | 46/47 | 91/92 | 46 | 45 | 98 | 0 | 61/62 | 137 | 17. 11. | II./Dez. | 14. 02. | 18. 12. | I./März | 15. 04. |
| Althagen | 46/47 | 91/92 | 46 | 46 | 100 | 1 | 60/60 | 132 | 10. 11. | II./Dez. | 14. 02. | 08. 12. | I./März | 15. 04. |
| Stettiner Haff und Peene | | | | | | | | | | | | | | |
| Stagnieß, Achterwasser | 57/58 | 90/91 | 34 | 33 | 98 | 0 | 75/77 | 141 | 16. 11. | II./Dez. | 05. 02. | 22. 12. | I./März | 20. 04. |
| Ueckermünde, Hafen | 46/47 | 91/92 | 46 | 45 | 98 | 0 | 43/44 | 110 | 15. 11. | III./Dez. | 08. 03. | 04. 12. | II./Feb. | 31. 03. |
| Ueckermünde, Haff | 46/47 | 91/92 | 46 | 45 | 98 | 0 | 58/59 | 133 | 17. 11. | III./Dez. | 14. 02. | 04. 12. | I./März | 18. 04. |
| Kamminke | 57/58 | 91/92 | 35 | 34 | 97 | 0 | 69/71 | 133 | 16. 11. | II./Dez. | 06. 02. | 08. 12. | I./März | 19. 04. |
| Karnin, Haff | 51/52 | 91/92 | 41 | 40 | 98 | 0 | 57/59 | 135 | 15. 11. | II./Dez. | 14. 02. | 27. 11. | I./März | 16. 04. |
| Anklam, Hafen | 46/47 | 91/92 | 46 | 41 | 89 | 0 | 42/47 | 103 | 22. 11. | III./Dez. | 07. 03. | 27. 12. | III./Feb. | 31. 03. |
| Anklam-Karnin | 57/58 | 91/92 | 35 | 30 | 86 | 0 | 44/51 | 102 | 22. 11. | III./Dez. | 17. 02. | 16. 12. | III./Feb. | 29. 03. |
| Karnin, Peenestrom | 51/52 | 91/92 | 41 | 40 | 98 | 0 | 55/57 | 121 | 16. 11. | II./Dez. | 14. 02. | 27. 11. | III./Feb. | 04. 04. |
| Karnin-Wolgast | 46/47 | 91/92 | 46 | 45 | 98 | 0 | 60/61 | 131 | 13. 11. | II./Dez. | 07. 03. | 16. 12. | I./März | 15. 04. |
| Wolgast, Hafen | 46/47 | 90/91 | 45 | 44 | 98 | 0 | 44/45 | 111 | 15. 11. | III./Dez. | 07. 03. | 07. 12. | III./Feb. | 28. 03. |
| Wolgast-Peenemünde | 46/47 | 91/92 | 46 | 45 | 98 | 0 | 40/41 | 105 | 17. 11. | III./Dez. | 07. 03. | 07. 12. | III./Feb. | 27. 03. |

*) pro Winter/pro Winter mit Eis

**) Angaben sind nur für Winter mit Eis repräsentativ

Unter extremen Bedingungen kann die Eisbildung in den Bodden bereits in der zweiten Novemberdekade beginnen, z. B. im Beobachtungsbereich Althagen am 10. 11. (1964) oder im Abschnitt Karnin-Wolgast am 13. 11. (1965) und in der letzten Novemberdekade bzw. in der ersten Dezemberdekade die Hauptfahrwasser erfassen. Im sichtbaren Seegebiet tritt das erste Eis am frühesten in der zweiten Dezemberdekade auf, vor Arkona wurde das erste Eis am 6. 1. 1947 beobachtet. Die erste Eisbildung kann auch erst in den ersten Märztagen vorkommen (wie im Jahr 1948/49). In diesem Fall handelt es sich um kurzfristige und unbedeutende Eisperioden.

2.4. Ende des Eisauftretens

Die Boddengewässer werden normalerweise Ende Februar bis Anfang März eisfrei. In einigen stark befahrenen Fahrwassern, z.B. Wismar und Warnemünde, verschwindet das letzte Eis, unterstützt durch verkehrsbedingten Eisaufbruch, schon in der zweiten Februarhälfte. Im sichtbaren Seegebiet schmilzt das letzte Eis Ende Februar bzw. Anfang März.

In einigen Jahren (z.B. 1973/74) wurde das Ende des Eisauftretens schon im Dezember beobachtet, und in extrem kalten Wintern (z.B. 1946/47) schmilzt das letzte Eis in den Bodden in der zweiten Aprildekade, im Seegebiet sogar in der dritten Aprildekade.

3. Eisverhältnisse an einigen repräsentativen Beobachtungsstationen der mecklenburg-vorpommerschen Küste im Zeitraum von 1956/57 bis 1990/91

Die zur Auswertung der Eisdaten im Bezug auf Bedeckungsgrad, Eisdicken und Eisdeformationen ausgewählten Beobachtungsstationen repräsentieren sowohl das sichtbare Seegebiet:

– Heringsdorf/Koserow

– Arkona

– Warnemünde,

als auch die inneren Küstengewässer:

– Thießow, Boddengebiet

– Vierendehlrinne

– Rostock bis Warnemünde, Fahrwasser

– Wismar bis Timmendorf, Fahrwasser.²

3.1. Verlauf der täglichen Häufigkeit des Eisauftretens

In der Abb. 3.1. ist der Verlauf der täglichen Häufigkeit des Eisauftretens in den Wintermonaten für die Beobachtungsstationen Arkona (repräsentativ für das sichtbare Seegebiet) und Vierendehlrinne (repräsentativ für die innere Fahrwasserabschnitte der Küste von Mecklenburg-Vorpommern) dargestellt.

Die Häufigkeitsverteilungen zeigen für alle untersuchten Bereiche unabhängig von den Beobachtungsgebieten zwei Maxima. Entsprechend dem meteorologischen Charakter eines Winters in unserem Klima ist der Eiswinter nicht nur durch eine Eisperiode gekennzeichnet, sondern die Frostperioden wechseln sich mit Tauwetterperioden, in welchen große Teile der Küste eisfrei werden, ab. Gewöhnlich ist die erste kurze Eisperiode schon im Dezember. Erst im Januar bzw. Anfang Februar folgen die Frostperioden, in denen sich starke Eisdecken ausbilden, die mehrere Wochen bestehen bleiben können. Am wahrscheinlichsten ist Eis in den inneren Gewässern in der zweiten Januarhälfte anzutreffen, das zweite Maximum liegt

² Siehe auch „Eisbeobachtungen an den Hauptfahrwassern der Küste von Mecklenburg-Vorpommern in den Wintern 1956/57 bis 1989/90“ in: Meereskundliche Beobachtungen und Ergebnisse Nr. 77, herausgegeben vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg, Rostock, 1994.

Arkona, Seegebiet

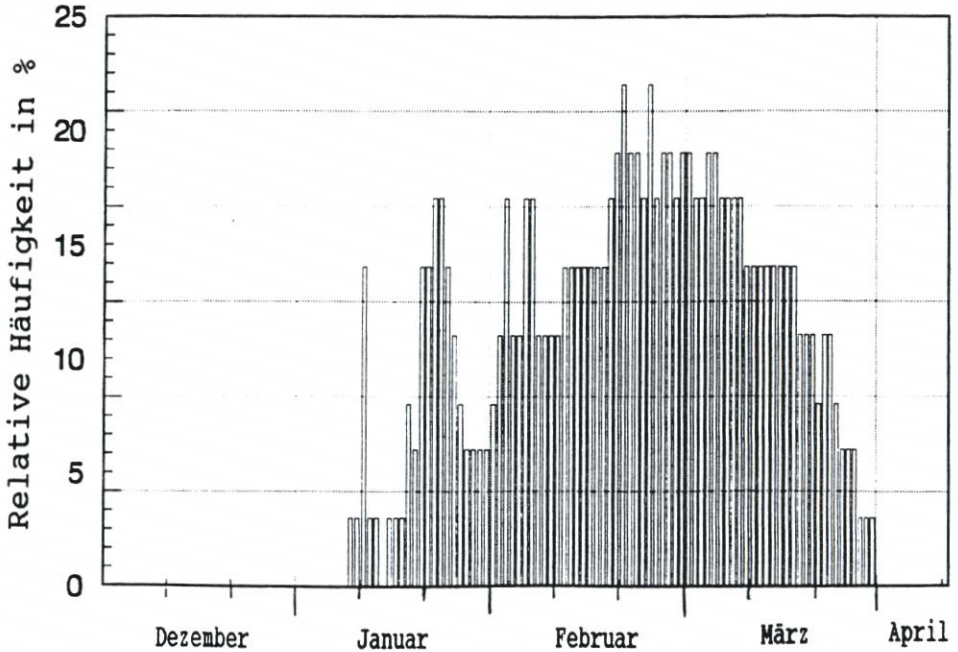


Abb. 3.1. Relative Häufigkeit des Eisauftretens

zwischen dem 21. Februar und dem 1. März. Der Höhepunkt des Eiswinters fällt im Seegebiet auf die dritte Dekade des Februars.

3.2. Beobachtungen des Bedeckungsgrades und der Eisdicke

Die Abb. 3.2. zeigt die Häufigkeitsverteilung verschiedener Bedeckungsgrade für die repräsentativen Beobachtungsstationen. Im Seegebiet und auf der Unterwarnow wird überwiegend relativ „lockeres“ Eis beobachtet, d. h., weniger als 7/10 des Bereiches ist mit Eis bedeckt. In den meisten inneren Bereichen, besonders in der Nordzufahrt nach Stralsund, wo der Schiffsverkehr im Eiswinter eingestellt wird, dominiert Festeis.

Die Häufigkeitsverteilung der Eisdicken stellt das Balkendiagramm in der Abb. 3.3. dar. Die im 35jährigen Zeitraum aufgetretenen Eisdicken liegen dort, wo die Eisdecke ungestört wachsen kann und keine Eispressungen auftreten, meist unter 30 cm, und nur in starken und sehr starken Wintern sind höhere Dicken zu verzeichnen.

Die Küstenstationen Koserow und Arkona meldeten am häufigsten Eisdicken zwischen 16 und 30 cm. Das Eis in den Seegebieten tritt nur in starken Wintern auf und ist dann von größerer Stärke. Im Seegebiet vor Warnemünde dominieren Eisdicken unter 10 cm, was auf den regen Schiffsverkehr und häufige ablandige Winde zurückzuführen ist.

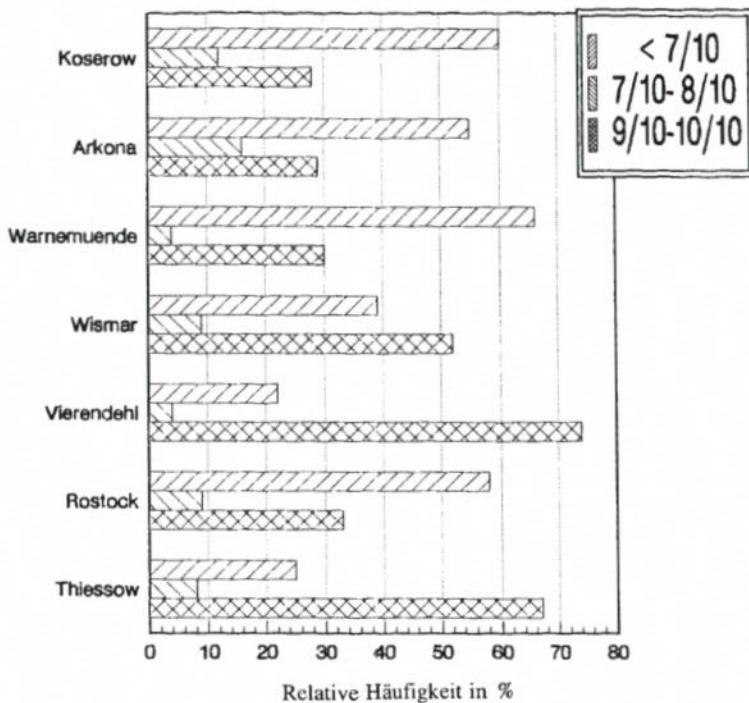


Abb. 3.2. Häufigkeitsverteilung des Bedeckungsgrades

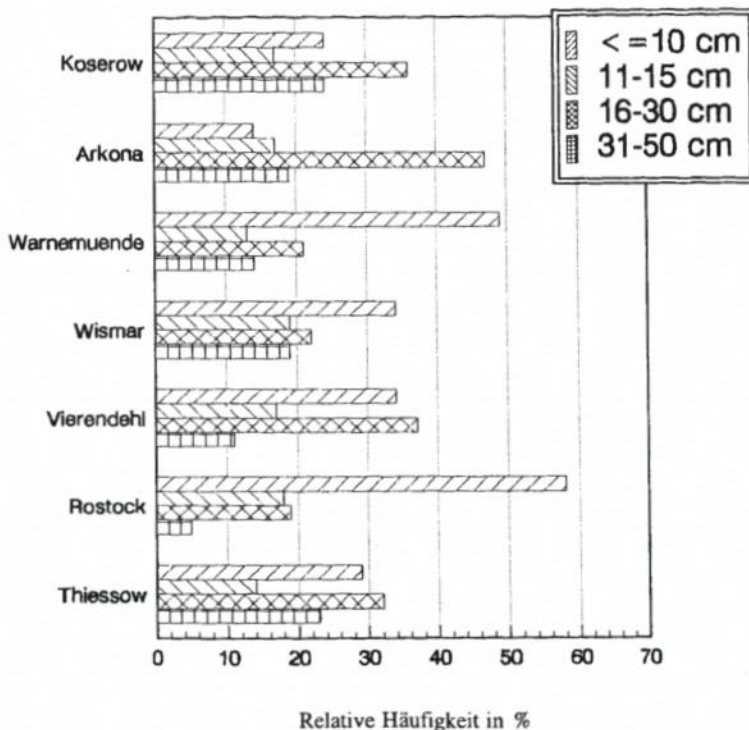


Abb. 3.3. Häufigkeitsverteilung der Eisdicke

3.3. Deformiertes Eis

Deformiertes Eis ist ein allgemeiner Begriff für Eis, das zusammengedrückt und örtlich gepreßt wurde. Es wird unterteilt in übereinandergeschobenes Eis, hügelig oder linienförmig aufgepreßtes Eis. Um subjektive Fehler der Eisbeobachter bei der Einschätzung der Topographie des Eises auszuschließen, wurden bei der Auswertung dieser Kennziffer auch kompakter Schneeschlamm oder kompaktes Trümmereis, d.h. alle vom ebenen Eis abweichenden Eistypen, berücksichtigt. Die Prozesse, die zu Eisdeformationen führen, finden nicht jedes Jahr und auch nicht in jedem Küstenabschnitt statt. Eisaufschiebungen werden durch stürmische Winde ausgelöst, die entweder zu einer Bewegung der vorhandenen Treibeisfelder oder zu einem Aufbruch der Festeisdecke und anschließender Bewegung der Eisschollen führen. Wenn treibendes Eis auf ein Hindernis trifft, so sind an dessen Luvseite, z. B. im Bereich von Untiefen, in flachen Küstengewässern oder an Baukonstruktionen in der See Eisaufschiebungen und Eispressungen in Höhe von einigen Metern möglich.

Die Abb. 3.4. zeigt für sieben repräsentative Stationen eine Relation zwischen der Anzahl der in 35 Jahren gemeldeten Eisdaten und der Anzahl der Beobachtungen deformierten Eises. Am häufigsten ist mit Eisdeformationen vor der Küste der Insel Usedom zu rechnen. In der Vierendehrinne wurde eine relativ kleine Anzahl der Eispressungen beobachtet. Bei stärkeren Frösten entsteht in der Vierendehrinne rasch starkes Festeis, das nicht so leicht zu zerbrechen ist.

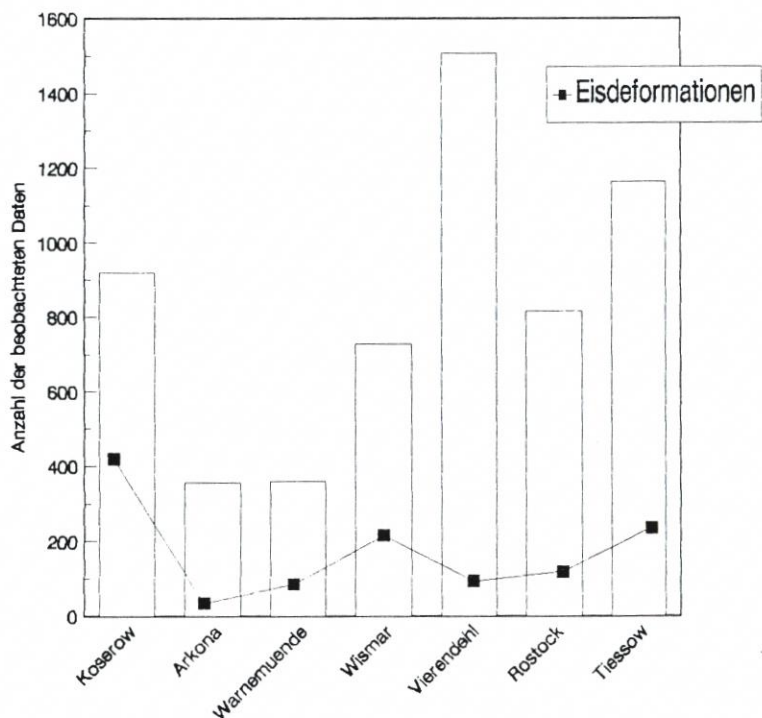


Abb. 3.4. Anzahl der Beobachtungen der Eisdeformationen im Vergleich mit der Anzahl der gemeldeten Eisdaten

4. Die flächenbezogene Eisvolumensumme $V_{A\Sigma}$ im Küstengebiet von Mecklenburg-Vorpommern

Zur Bewertung eines Eiswinters oder zum Vergleich der Winter untereinander wurde als Maß die „reduzierte Eisumme“ verwendet. Die „reduzierte Eisumme“ wird als Anzahl der Tage mit Eis dividiert durch die Anzahl der betrachteten Stationen definiert (BÜDEL, 1947, NUSSER, 1948). Die „reduzierte Eisumme“ kann jedoch nur als ein grobes Maß gelten, da es sich bei gleicher Zahl der Tage mit Eis einmal um einen relativ leichten Eiswinter mit geringen Behinderungen, andererseits um starke Winter handeln kann.

Als ein aussagekräftigeres Maß für die Stärke des Eiswinters wurde deshalb von G. KOSLOWSKI (KOSLOWSKI, 1989) eine flächenbezogene Eisvolumensumme ($V_{A\Sigma}$) eingeführt. Bei der Berechnung der flächenbezogenen Eisvolumensummen werden der Eisbedeckungsgrad und die Eisdicke berücksichtigt, die täglichen Werte werden aufsummiert:

$$V_{A\Sigma} = \frac{1}{n} \sum_j \sum_k (NH)_{jk}$$

- Es bedeuten: n – Gesamtzahl der Stationen
 N – Eisbedeckungsgrad (in Zehntel)
 H – Eisdicke (in Meter)
 k – Laufzahl der Tage mit Eis des Winters
 j – Laufzahl der Stationen

Die Abb. 4.1. zeigt die mittlere Anzahl der Tage mit Eis für die sieben obengenannten Beobachtungsstationen an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern im Zeitraum von 1939/40 bis 1990/91. Für die gleichen Stationen und den gleichen Zeitraum ist die flächenbezogene Eisvolumensumme in der Abb. 4.2. dargestellt.

Die Verteilung der Eisvolumensummen zeigt, daß die Eisverhältnisse in den Küstengewässern von Mecklenburg-Vorpommern von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich sind, jedoch ist der Verlauf einiger Eiswinter von vergleichbarer Art. Jeder Winter der 51 jährigen Beobachtungsreihe wurde auf höchsten Bedeckungsgrad, größte Eisdicke und Vereisungsdauer anhand der täglichen Beobachtungen der Eislage an den repräsentativen Stationen untersucht und

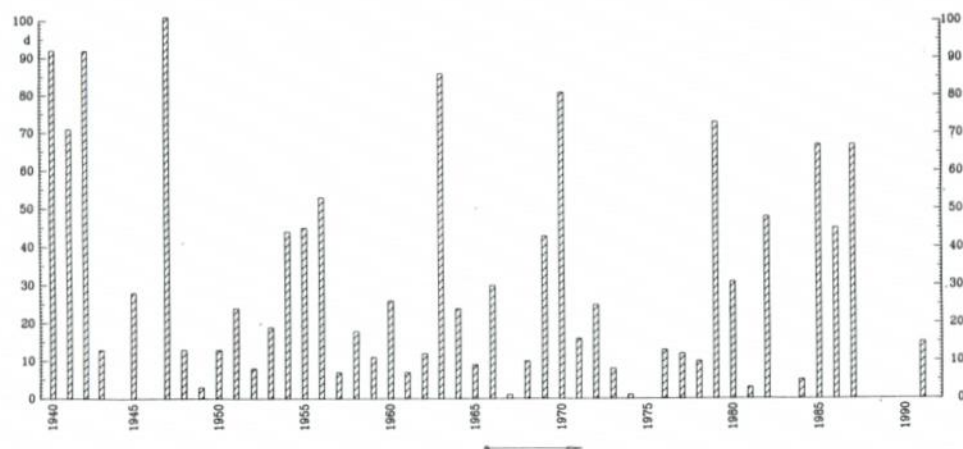
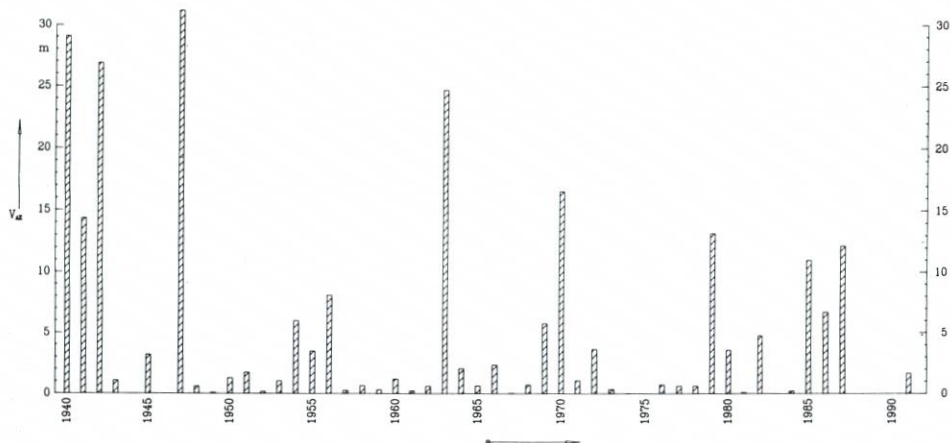


Abb. 4.1. Mittlere Anzahl der Tage des Eisauftretens (reduzierte Eisumme) in den Wintern seit 1939/40 an der Küste von Mecklenburg-Vorpommern

Abb. 4.2. Die flächenbezogene Eisvolumensumme $V_{A\Sigma}$ im Küstengebiet von Mecklenburg-Vorpommern

einem der 5 Eiswintertypen (KOSŁOWSKI, 1989) zugeordnet (Tab. 4.1.). So gab es in 51 Jahren 16 (31 %) schwache, 21 (41 %) mäßige, 5 (10 %) starke, 5 (10 %) sehr starke und 4 (8 %) extrem starke Winter.

Die wichtigsten Merkmale jedes Eiswintertypes, die für unsere Gewässer in der Phase der höchsten Eisentwicklung charakteristisch sind, sind in der Tabelle 4.2. zusammengefaßt.

Die Ausschnitte aus Eiskarten in den Abb. 4.3., 4.4. und 4.5. zeigen die Eisverhältnisse in den Küstengewässern von Mecklenburg-Vorpommern im höchsten Entwicklungsstand in

Tabelle 4.1.

| Nr. | Winter | $V_{A\Sigma}$ | Nr. | Winter | $V_{A\Sigma}$ | Nr. | Winter | $V_{A\Sigma}$ |
|-----------------|--------|---------------|---------------|--------|---------------|----------------------|--------|---------------|
| Schwache Winter | | | Mäßige Winter | | | Starke Winter | | |
| 1. | 1944 | 0.00 | 17. | 1948 | 0.59 | 38. | 1982 | 4.72 |
| 2. | 1975 | 0.00 | 18. | 1962 | 0.61 | 39. | 1969 | 5.78 |
| 3. | 1983 | 0.00 | 19. | 1977 | 0.62 | 40. | 1954 | 5.99 |
| 4. | 1988 | 0.00 | 20. | 1978 | 0.62 | 41. | 1986 | 6.68 |
| 5. | 1989 | 0.00 | 21. | 1965 | 0.63 | 42. | 1956 | 8.07 |
| 6. | 1990 | 0.00 | 22. | 1958 | 0.65 | Sehr starke Winter | | |
| 7. | 1974 | 0.01 | 23. | 1976 | 0.71 | 43. | 1985 | 10.97 |
| 8. | 1967 | 0.02 | 24. | 1968 | 0.72 | 44. | 1987 | 12.14 |
| 9. | 1949 | 0.06 | 25. | 1953 | 1.03 | 45. | 1979 | 13.16 |
| 10. | 1981 | 0.08 | 26. | 1971 | 1.05 | 46. | 1941 | 14.36 |
| 11. | 1952 | 0.16 | 27. | 1943 | 1.07 | 47. | 1970 | 16.58 |
| 12. | 1984 | 0.21 | 28. | 1960 | 1.20 | Extrem starke Winter | | |
| 13. | 1961 | 0.22 | 29. | 1950 | 1.27 | 48. | 1963 | 24.77 |
| 14. | 1957 | 0.25 | 30. | 1991 | 1.66 | 49. | 1942 | 26.92 |
| 15. | 1973 | 0.35 | 31. | 1951 | 1.74 | 50. | 1940 | 29.08 |
| 16. | 1959 | 0.49 | 32. | 1964 | 2.05 | 51. | 1947 | 31.27 |
| | | | 33. | 1966 | 2.35 | | | |
| | | | 34. | 1945 | 3.18 | | | |
| | | | 35. | 1955 | 3.47 | | | |
| | | | 36. | 1980 | 3.54 | | | |
| | | | 37. | 1972 | 3.62 | | | |

Tabelle 4.2. Charakteristische Merkmale der Eiswintertypen für die Küstengewässer von Mecklenburg-Vorpommern

| Eiswintertyp | Verbreitungsgebiet | Bedeckungsgrad | Eisdicke | Vereisungsdauer |
|--------------|---|--------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Schwach | innere Küstengewässer | überwiegend 6/10-8/10 | überwiegend 5-10 cm | 1 bis 4 Wochen |
| Mäßig | innere Küstengewässer Außenküste | 10/10 6/10-8/10 | 10-30 cm 10 cm | 3 bis 10 Wochen bis 3 Wochen |
| Stark | innere Küstengewässer Außenküste und offene See | 10/10 6/10-10/10 | 20-30 cm 15-25 cm | 6 bis 12 Wochen 2 bis 10 Wochen |
| Sehr stark | innere Küstengewässer Außenküste und offene See | 10/10 9/10-10/10 | 30-50 cm 30-40 cm | 2 bis 3,5 Monate 1,5 bis 3 Monate |
| Extrem stark | innere Küstengewässer Außenküste und offene See | 10/10 10/10 | 50-70 cm 50-70 cm | 3 bis 4 Monate 2 bis 3,5 Monate |

schwachen (20. 1. 1959), mäßigen (8. 2. 1960) und extrem starken (20. 2. 1963) Wintern. Bleibt das Seegebiet in schwachen Eiswintern eisfrei und kommt in den inneren Fahrwasserabschnitten überwiegend dünnes Treibeis vor, so muß man in mäßigen Eiswintern vor allem in östlichen Gebieten mit Eisdicken bis zu 30 cm rechnen. Die maximalen Eisdicken, die in den extrem starken Wintern in Seegebieten beobachtet wurden, erreichen Werte zwischen 60 und 70 cm.

5. Schifffahrtsverhältnisse

Abschließend wird ein kurzer Überblick über die Schifffahrtsverhältnisse in den oben genannten Beobachtungsbereichen im Zeitraum von 1956/57 bis 1990/1991 gegeben.

Die Schifffahrtsverhältnisse (Tabelle 5.1) spiegeln naturgemäß die Eisverhältnisse in verschiedenen Eiswintertypen und in verschiedenen Beobachtungsbereichen wider. Aber auch wirtschaftliche Aspekte wie z. B. Größe und Bedeutung des Hafens und Aufwand bei der Offenhaltung der Wasserstraßen durch Eisbrecher spielen hier eine wesentliche Rolle. In schwachen Eiswintern verläuft die Schifffahrt im Seegebiet und in den Zufahrten zu den Häfen Wismar, Warnemünde, Rostock und Stralsund praktisch ungestört. In mäßigen Eiswintern muß man in inneren Fahrwasserabschnitten zeitweilig mit Behinderungen auch für Schiffe mit hoher Maschinenleistung rechnen. In starken bis extrem starken Wintern wird die Nordzufahrt nach Stralsund im Mittel 39 Tage und der nordöstliche Teil des Greifswalder Boddens 8 Tage für die Schifffahrt geschlossen. In allen anderen hier betrachteten Bereichen wurden die Zufahrten zu den Häfen durch die Eisbrecher auch in extrem starken Wintern für eisverstärkte Schiffe mit hoher Maschinenleistung zugänglich gehalten.

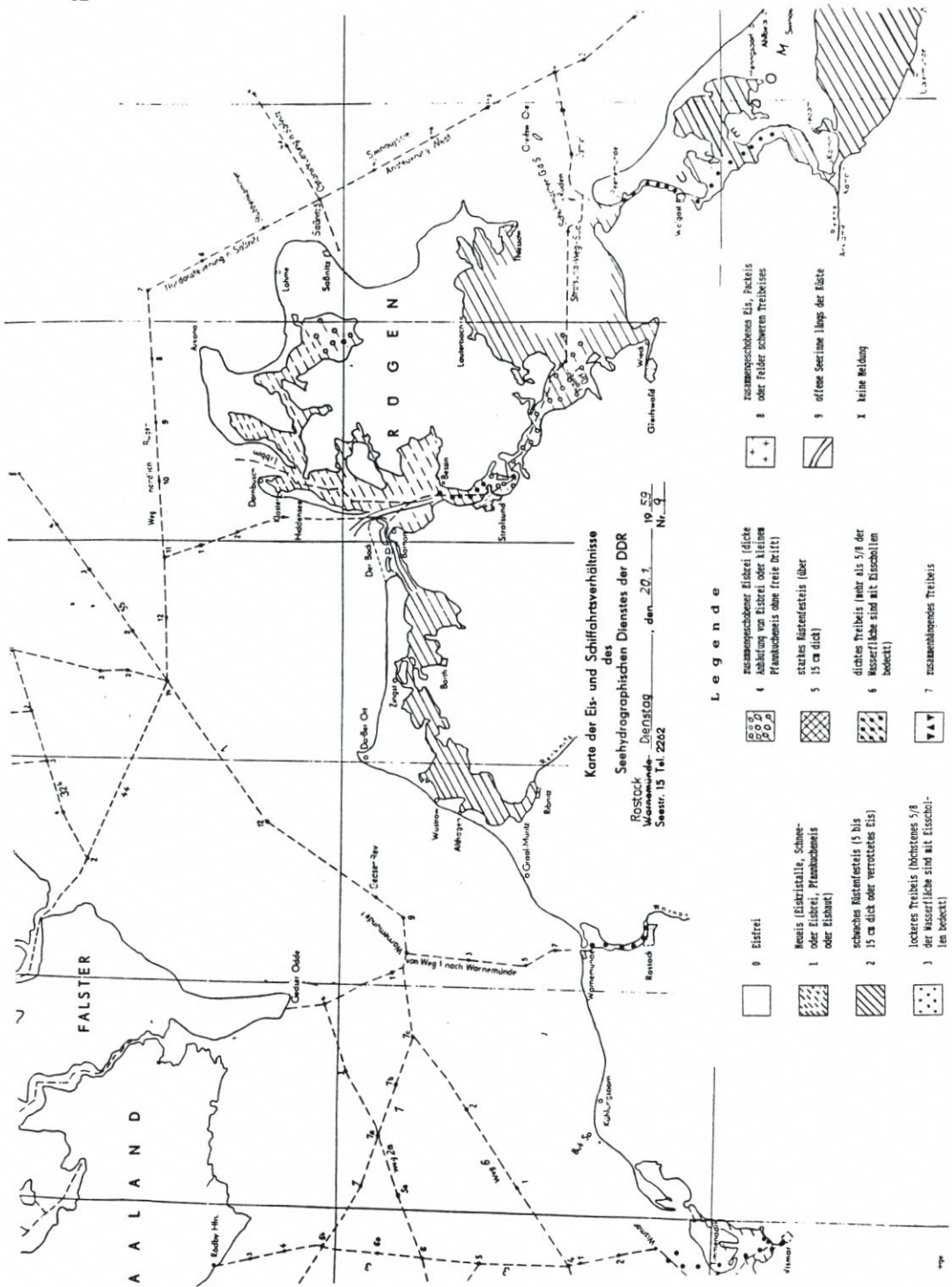


Abb. 4.3. Eisverhältnisse im Küstengebiet von Mecklenburg-Vorpommern am 20. 1. 1959 (ein schwacher Eiswinter)

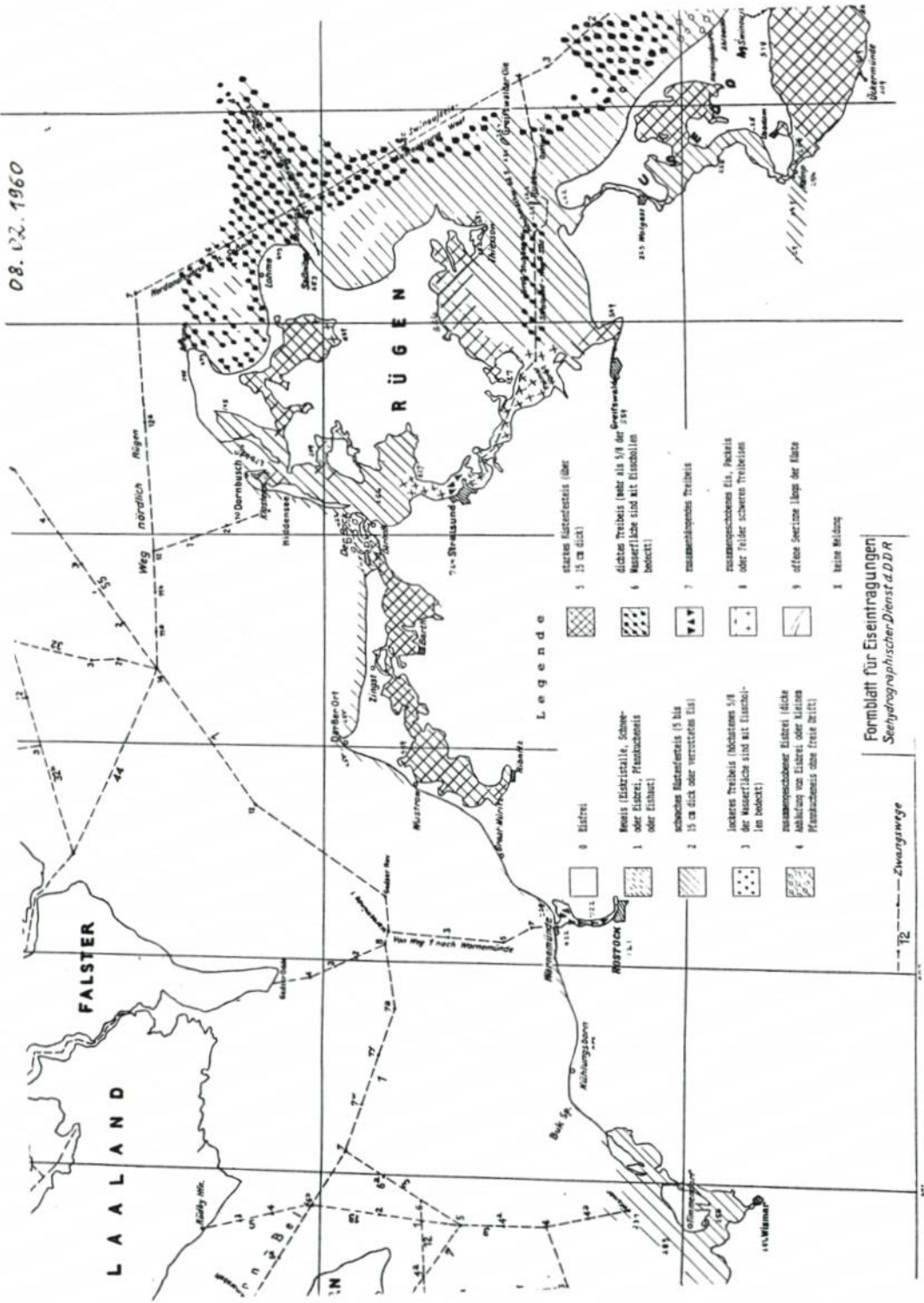


Abb. 4.4. Eisverhältnisse im Küstengebiet von Mecklenburg-Vorpommern am 8.2. 1960 (ein mäßiger Eiswinter)

Tabelle 5.1. Mittlere Anzahl der Tage mit Schifffahrtseinschränkungen in den Fahrwassern von Mecklenburg-Vorpommern

| Bereich | schwache Winter | | | mäßige Winter | | | starke bis extrem starke Winter | | |
|------------------------------------|-------------------------|-----|-----|-------------------------|-----|-----|---------------------------------|-----|-----|
| | Anzahl der Tage mit K=1 | K=2 | K=3 | Anzahl der Tage mit K=1 | K=2 | K=3 | Anzahl der Tage mit K=1 | K=2 | K=3 |
| Koserow, See | - | - | - | - | 2 | - | 21 | 24 | 1 |
| Arkona, See | - | - | - | - | - | - | 8 | 10 | - |
| Warnemünde, See | - | - | - | - | - | - | 5 | 9 | - |
| Thießow, Bodden | - | - | - | 2 | 9 | - | 7 | 35 | 8 |
| Vierendehlrinne | 1 | 2 | - | 5 | 17 | 2 | 6 | 32 | 39 |
| Rostock bis Warnemünde, Fahrwasser | - | - | - | 1 | - | - | 11 | 12 | - |
| Wismar bis Timmendorf, Fahrwasser | - | - | - | 1 | - | - | 12 | 18 | - |

K=1 Schifffahrt schwierig für Schiffe mit niedriger Maschinenleistung;

K=2 Schifffahrt nur für die Eisfahrt geeignete Schiffe mit hoher Maschinenleistung möglich;

K=3 Schifffahrt vorübergehend geschlossen oder Schifffahrtsschluß.

6. Schriftenverzeichnis

- BLÜTHGEN, J.: Die Eisverhältnisse der Küstengewässer von Mecklenburg-Vorpommern. 1954.
- BÜDEL, J.: Der Eiswinter 1945/46 an den deutschen Küsten (brit. Zone) im Vergleich zu den Wintern 1903/04 bis 1942/43. Unveröff. wiss. Arb. Dt. Hydrogr. Inst. Nr. 34, 1947.
- DORONIN, JU. P. und CHEISIN, D. E.: Das Meereis. Leningrad, 1975 (in russisch).
- Eishandbuch für die Schifffahrt in der Ostsee und den benachbarten Gewässern. Rostock, 1972.
- HUPFER, P.: Über den langjährigen Gang der Eisverhältnisse an der südlichen Ostseeküste und ihren Zusammenhang mit rezenten Klimafluktuationen. Angewandte Meteorologie, Band 5, Heft 7/8, 1966.
- KOLP, O.: Die Eisverhältnisse im Winter 1953/54 im Küstengebiet der DDR und in den vorgelagerten Seegebieten. NVA Kommando der Seestreitkräfte, SHD, Sonderdruck Nr. 1, Stralsund, 1957.
- KOSLOWSKI, G.: Die flächenbezogene Eisvolumensumme, eine neue Zahl für die Bewertung des Eiswinters an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins und ihr Zusammenhang mit dem Charakter des meteorologischen Winters. Dt. hydrogr. Z., 42, H. 2, 1989.
- Lauber, R.: Eisverhältnisse in den Küstengewässern der DDR im Zeitraum 1946/47 bis 1961/62. Rostock, 1962.
- LAUBER, R.: Der Eiswinter 1962/63 im Bereich der südlichen Ostsee und der Ausgänge zur Nordsee. Rostock, 1964.
- LAUBER, R.: Eisverhältnisse im Küstenbereich der DDR im Zeitraum einer 40jährigen Periode von 1946/47 bis 1985/86. Rostock/Warnemünde, 1988.
- NUSSER, F.: Die Eisverhältnisse des Winters 1947/48 an den deutschen Küsten. Dt. Hydrogr. Z. 1, 1948.
- PETERSON, H. VON: Die Eisverhältnisse der südlichen und mittleren Ostsee im Winter 1951/52. Annalen der Hydrographie, Heft 4, Stralsund, 1956.
- PETERSON, H. VON: Die Eisverhältnisse an der Küste der DDR im Winter 1952/53. Annalen der Hydrographie, Heft 5/6, Stralsund, 1956.
- PETERSON, H. VON: Die Eisverhältnisse an der Küste der DDR im Winter 1954/55. NVA Kommando der Seestreitkräfte, SHD, Sonderdruck Nr. 1, Stralsund, 1957.
- WMO-Eisnomenklatur Nr. 259 TP 145, 1970 unter Berücksichtigung der vom WMO-Sekretariat herausgegebenen Ergänzung 4 vom April 1986.