

BEOBACHTUNGEN MIT BEZUG AUF DAS MEERESEIS

VON

S. UUSITALO

Institut für Meeresforschung, Helsinki

Zusammenfassung

Der Salzgehalt im Bezirke der Ostsee ist nicht sehr hoch. Die Beobachtungen an der Küste Finnlands zeigen, dass die Salzgehalte in den verschiedenen Schichten zwischen $0-2,5 \frac{0}{100}$ variieren. In dem man eine Schicht mit niedrigem Salzgehalt als Referenzfläche auswählt, kann man die Dickenzunahme und Struktur des Eises verfolgen.

Seit 1953 werden in Finnland besondere Messungen der Dicke des Meereseises ausgeführt.¹⁾ Statt lediglich die Gesamtdicke der Eisdecke zu messen, hat man hierbei auch die verschiedenen Schichten der Eisproben untersucht. Solche Beobachtungen wurden zuerst in Helsinki vorgenommen, im Winter 1956 aber wurde das Programm auf die folgenden Stationen erweitert:

Kuusiluoto	$65^{\circ}44'50''$ N	$24^{\circ}15'10''$ E
Mäskär	$63^{\circ}43'40''$	$22^{\circ}35'20''$
Saggö	$60^{\circ}26'00''$	$20^{\circ}03'40''$
Nötö	$59^{\circ}57'20''$	$21^{\circ}45'30''$
Porkkala	$59^{\circ}58'10''$	$24^{\circ}25'00''$
Helsinki (Kaivopuisto)	$60^{\circ}09'10''$	$24^{\circ}57'40''$
Haapasaari (Vanhan kylänmaa)	$60^{\circ}17'20''$	$27^{\circ}12'10''$

Diese Stationen sind in Abb. 1 eingetragen. Von denselben war jedoch Nötö nicht in Betrieb.

¹⁾ Als erste haben diesartige Studien Herr Dr.phil. Heikki Simojoki und Dr.phil. Erkki Palosuo ausgeführt, die Unterzeichneten zur Weiterführung dieser Arbeit angeregt haben.

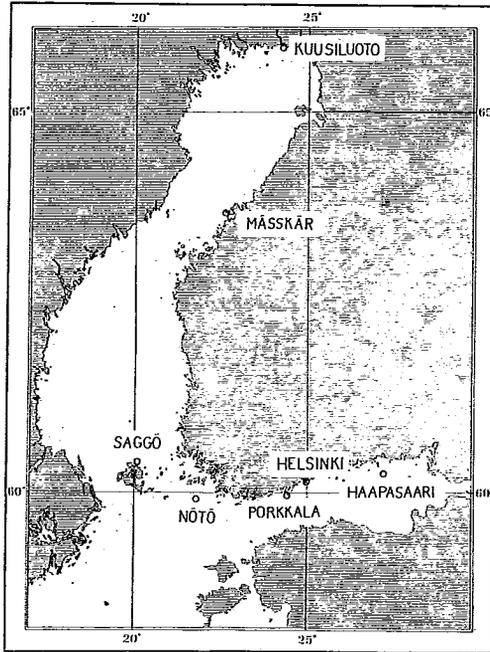


Abb. 1. Die Stationen zur Beobachtung des Meereseises

Dem Meereseis an den Stationen wurden einmal wöchentlich Proben genommen, wobei mit Hinblick auf deren Erprobung Bohrer verschiedener im Ausland im Gebrauch stehenden Typen zur Anwendung kamen. Kusunoki [3] hat in Japan 1953 einen besonderen Spanbohrer benutzt, der beim Bestimmen des Totalsalzgehalts den grossen Vorteil hat, dass das im Frühling sonst leicht abfliessende salzhaltige Wasser in der Probe beibehalten wird und zu keinem Fehler Anlass gibt. Ein Nachteil ist indessen, dass sich mit demselben die Schichtlagerungen nicht verfolgen lassen; vielmehr muss das Bohren bis zu einer vorherbestimmten Tiefe erfolgen. In Japan hat man solche Bohrungen in einer Abstufung von 3—4 cm ausgeführt [2]. Mit dem amerikanischen Hohlbohrer, der zylindrische Proben ausschneidet, konnte in Meereseis noch nicht zufriedenstellend gearbeitet werden. Aus diesem Grunde wurden die Proben derart entnommen, dass im Eis mit einem gewöhnlichen Bohrer zwei Löcher in ungefähr einem halben Meter Abstand voneinander gebohrt wurden, wonach der zwischenliegende Teil ausgesägt und herausgehoben wurde. Beim Sägen war ein Betreten der umliegenden Schneedecke nicht zu ver-

13.4.56

KUUSILUOTO MÄSSKÄR SAGGÖ PORKKALA HELSINKI VANHANKYLÄN-
MÄR

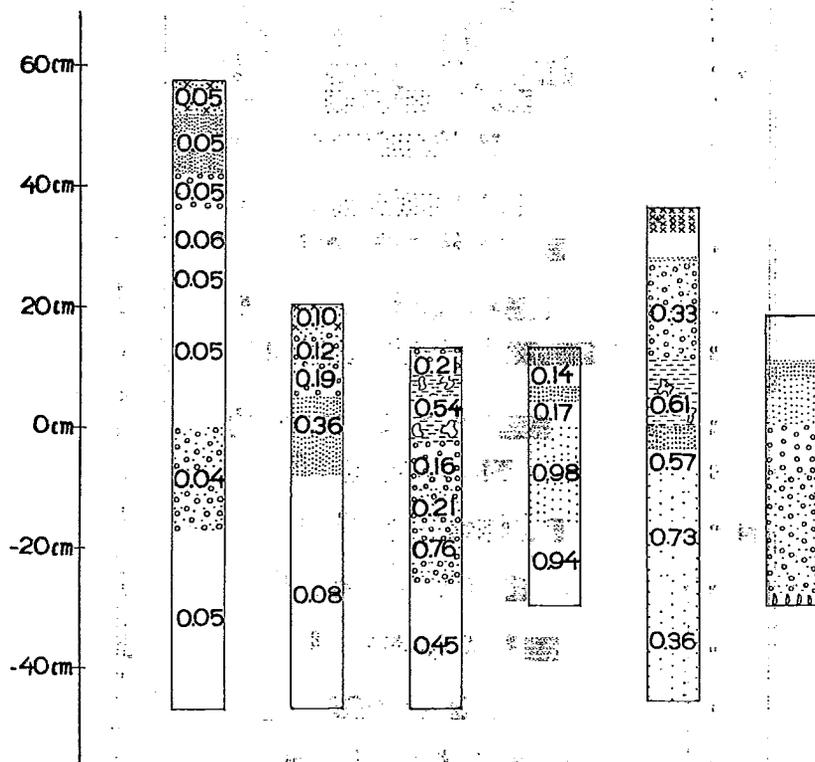


Abb. 2. Der Salzgehalt des Meereises in promillen an den verschiedenen Stationen den 13. 4. 1956

meiden, woraus sich ein unerheblicher Fehler bei der späteren Probenahme ergibt.

Nach dem Herausheben des Eisstücks ist rasches Arbeiten geboten, um Fehler infolge des Abfließens von salzhaltigem Wasser zu vermeiden. Es ist jedoch unmöglich diesen Fehler ganz entweichen, weil z.B. im späten Frühling das Abfließen sehr schnell vor sich geht.

Die Probeentnahmestellen sind mit Rücksicht auf möglichst gute Übereinstimmung ihrer Schneedecke mit derjenigen bei den zeitigeren Proben gewählt worden.

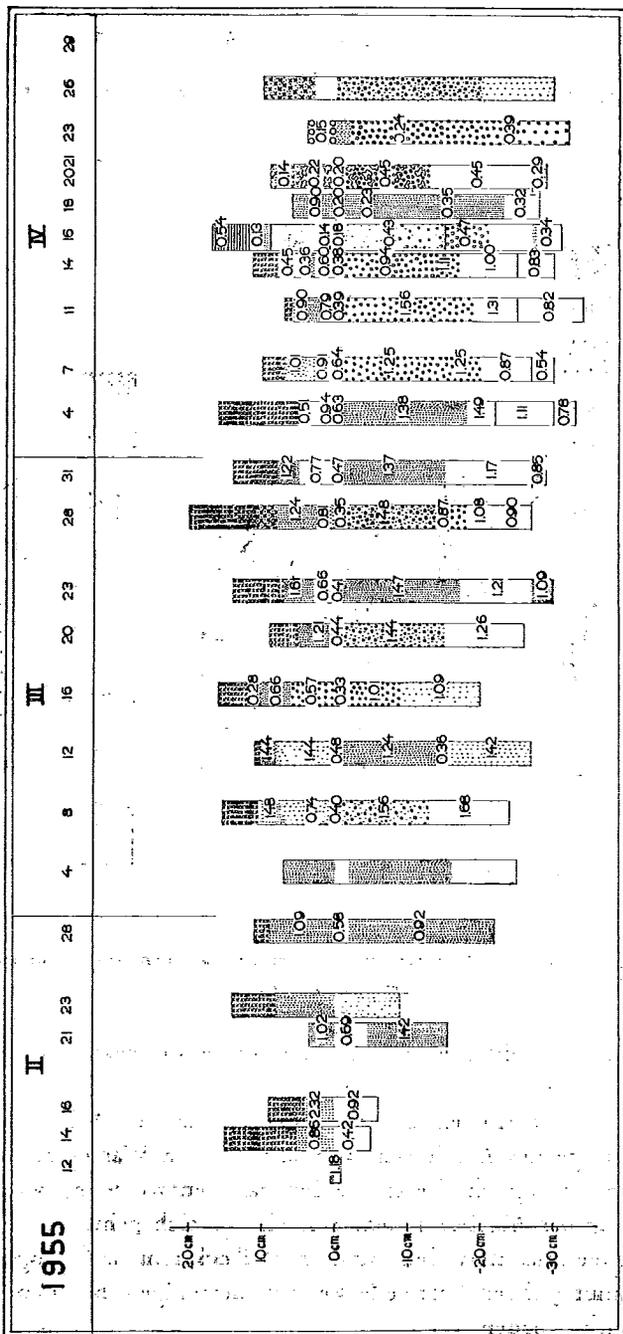


Abb. 3. Die Eisdicken in Helsinki im Winter 1954—55

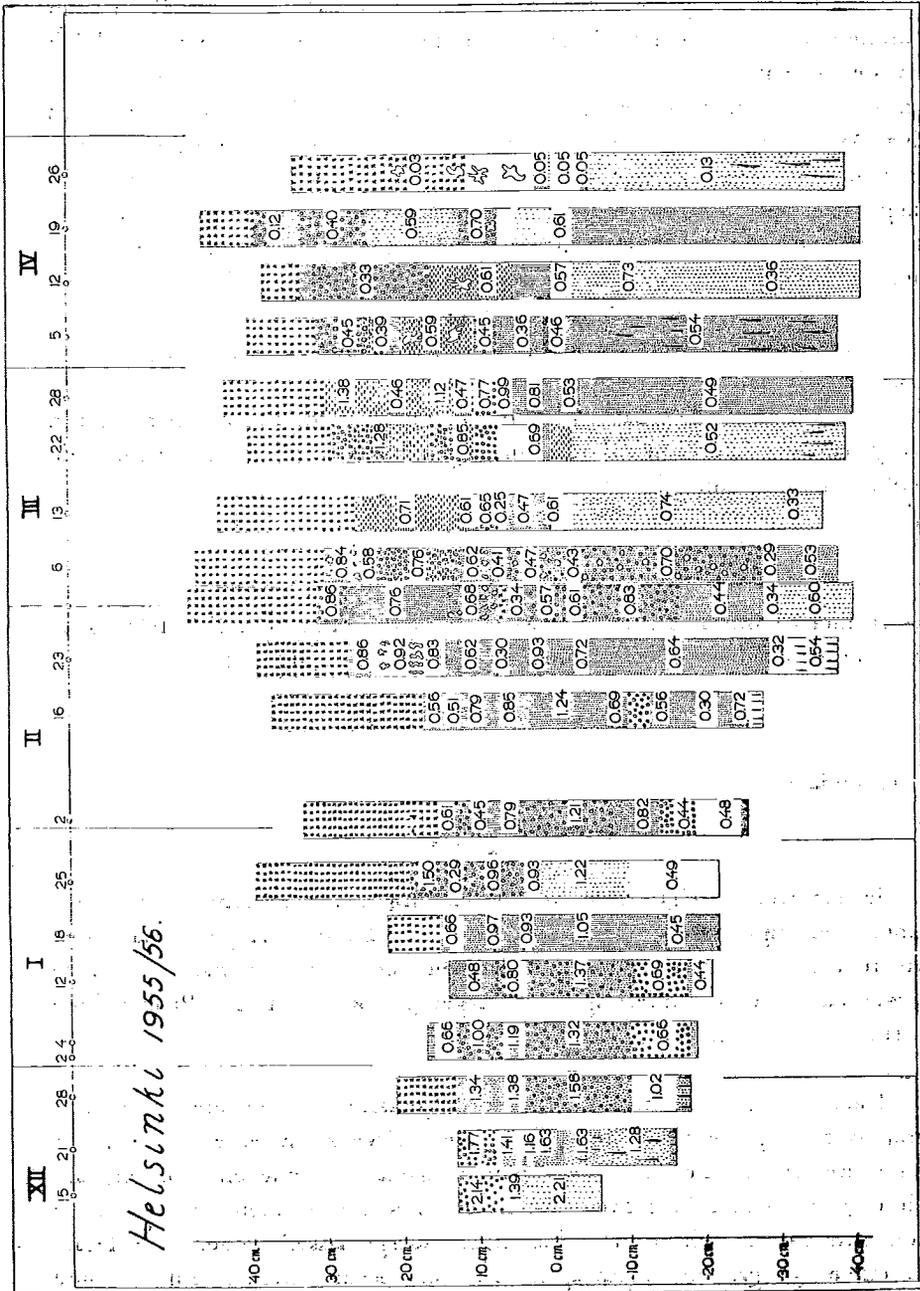


Abb. 4. Die Eisdicken in Helsinki im Winter 1955—56

Zur Bestimmung des Salzgehalts im Eis wurde aus der Probe ein Parallelepiped von einer Höhe gleich der Eisdicke ausgesägt. Zugleich wurde derjenige Fehler vermieden, der vom Gefrieren des Meerwassers entsteht, in dem man die äussersten Teile des Eisstückes kassierte. Nach dem Ausmessen der Dicke der einzelnen mit blossem Auge erkenntlichen Eisschichten wurden weitere Parallelepipede durch Trennen des Eisstücks längs ihrer Grenzlinien gewonnen. Sämtliche ausgesägten Stücke wurden in Kunststoffbehälter mit dicht schliessendem Deckel gebracht und nach dem Schmelzen titriert. Die gefundenen Werte des Salzgehalts liegen zwischen 0 und 2,5 ‰ (Abb. 3 und 4)

Zur Prüfung der ermittelten Salzgehalte lässt sich folgendermassen eine Gleichung herleiten:

Es bezeichne c den Salzgehalt des Volumenelements dV , \bar{c} den mittleren Salzgehalt der gesamten Eisdecke und \bar{c}_n denjenigen einer Schicht mit dem Volumen V_n . Dann gilt offenbar

$$\bar{c} \int_V dV = \int_V c dV = \sum_n \int_{V_n} c_n dV_n = \sum_n \bar{c}_n \int_{V_n} dV_n$$

Wird hier dV durch $A ds$ ersetzt, wo A der Querschnitt der Parallelepipede ist, und sind s bzw. s_n die Höhen derselben, so ergibt sich

$$\bar{c} \int_V A ds = \sum_n \bar{c}_n \int_{V_n} A ds_n$$

oder einfach

$$\bar{c} s = \sum_n \bar{c}_n s_n$$

Es hat sich gezeigt, dass diese Gleichung bei den Arbeiten nur mit einer Genauigkeit von etwa 10% zutrifft. Diese geringe Genauigkeit dürfte auf die Schwierigkeit des Ausschneidens exakter Parallelepipede sowie auf eine Veränderung der Salzgehalte während der Probenahme zurückführen sein.

Nach erfolgter Bestimmung der Salzgehalte können die Ergebnisse graphisch dargestellt werden. Zu diesem Zweck ist eine Kennschicht (eine Referenzfläche) mit niedrigem Salzgehalt ausersehen worden, um die entsprechenden Schichten in den verschiedenen Proben finden und die Schichtdicken mit ihren Salzgehalten in naturgemässer Reihenfolge derart in einem Diagramm einzutragen, dass die Kennschichten auf ein und derselben Waagerechten, der Zeitachse, liegen (Abb. 3 und 4).

Es konnte auf diese Weise festgestellt werden, dass besonders im Jahre 1955, als die Schneedecke nur geringe Veränderungen aufwies, auch die mit blossem Auge beobachtbaren Schichten verhältnismässig gut miteinander übereinstimmen. Die Darstellung zeigt nun unmittelbar, welcher Teil des Eises sich an der unteren Fläche angesetzt hat und welcher Teil wiederum durch Gefrieren des auf die Eisoberfläche getretenen Meerwasser oder von Schneeschmelzwasser gebildet hat. Man sieht mit Leichtigkeit, dass an der oberen Fläche derart Eisschichten von variierendem Salzgehalt entstehen.

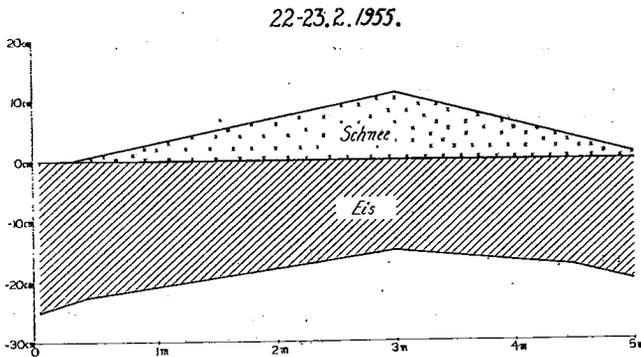


Abb. 5. Ein Beispiel vom verschiedenen Zuwachs des Eises unter einer Schneedecke von wechselnder Dicke

Die wärmeisolierende Wirkung des Schnees ist u.a. an Hand der in Kanada ausgeführten Messungen bekannt [1]. Die folgenden Versuche hatten ebenfalls den Zweck, die geringe thermische Leitfähigkeit des Schnees nachzuweisen. Die Probeentnahme hierzu erfolgte den 22. 2. 1955 und als Kontrolle den 23. 2. 1955.

Aus dem Meereseis wurden lange Streifen mit verschieden starker aufliegender Schneedecke ausgeschnitten. An den Stellen dünnerer Schneedecke war das Eis stärker (Abb. 5). Dies sagt aus, dass der Schnee eine im Vergleich mit dem Eis geringe Wärmeleitfähigkeit hat. Nach einer einige Tage währenden Kälteperiode konnte sogar an der unteren Fläche des Eises eine deutliche Änderung der Neigung an der Stelle beobachtet werden, an der sich der Rand der Schneedecke befunden hatte (Abb. 5).

Beim Aufsuchen der einander entsprechenden Schichten haben sich bisweilen — vorzugsweise im Frühling 1956 — Schwierigkeiten ergeben, indem die Schichten keine gute Übereinstimmung zeigten. Zum Teil

dürfte dies darauf zurückzuführen sein, dass das Probeentnahmegebiet stark betreten war, da es freien Zugang hatte. Zum Teil kann auch der Umstand von Einfluss sein, dass die Entnahmestellen der verschiedenen Proben nicht ganz dicht beieinander lagen, weil darauf Wert gelegt wurde, möglichst unberührte Stellen zu finden. Am meisten aber dürfte derjenige Umstand bedeuten, dass der Wind oft den Schnee in Häufen sammelte und dass es dann nach einer Zeit schneite. Es entstand dadurch eine Schneedecke, die die Inhomogenitäten sehr gut verbarg so, dass man sich leicht beim Wählen der Probeentnahmestellen irrte.

Es sind ferner auch einige andere Erscheinungen vorhanden, welche die Dickenzunahme des Eises beeinflussen, so z. B. das Aufsteigen von salzhaltigem Wasser auf das Eis. Diese sind jedoch noch nicht näher untersucht worden. Die Methoden zur Markierung der verschiedenen Schichten sollen ebenfalls weiter ausgearbeitet werden.

SCHRIFTTUM

1. HOLTSMARK, B. E., 1955: Insulating Effect of a Snow Cover on Growth of Young Sea Ice. — *Arctic*. — Ottawa.
2. KUSUNOKI, K., 1955: Observations on the Horizontal and Vertical Distribution of Chlorinity of Sea Ice. — Reprinted, *Journ. Oceanogr. Soc. Japan*, 11 N:o 4. — Sapporo.
3. KUSUNOKI, K. and T. TABATA, 1954: Some Remarks on the Method of Sampling of Sea Ice. — Extrait, Publ. n:o 39 *Assoc. Internat. Hydrolog.*, 170—174. — Sapporo.