

KONINKLIJK NEDERLANDSCH METEOROLOGISCH INSTITUUT.

Nº. 102.

MEDEDEELINGEN

— EN —

VERHANDELINGEN.

10.

Dr. E. van Everdingen. Oberflächentemperaturbeobachtungen in der
Nordsee. II. September 1904—August 1905.

UTRECHT,
KEMINK & ZOON.
1910.

§ 1. Nach dem Erscheinen des ersten Jahrganges dieser Beobachtungen ¹⁾ wurde im „Bulletin trimestriel“, publiziert vom „Conseil permanent international pour l'exploration de la mer“, angefangen mit der regelmäßigen Publikation von Dekaden-Isothermenkarten für die ganze Nordsee und die angrenzenden Meeresteile; auch die Beobachtungen der holländischen Nordseedampferlinien und Feuerschiffe werden zu diesem Zwecke verwendet. Diese mehr umfassende Arbeit, welche mit der ersten Oktober-Dekade 1905 anfängt, macht eine gesonderte Publikation des seitdem gesammelten holländischen Materials gewissermaßen überflüssig, um so mehr, als jetzt auch durch Salzgehaltsbestimmungen und direkte Strommessungen die Frage der Strömungen in der Nordsee ihrer Lösung näher gebracht wird. Der vorliegende Jahrgang füllt die Lücke in den bisher publizierten Beobachtungen nahezu aus.

§ 2. Beobachtungsgebiet und Beobachter. Der Umfang der holländischen Beobachtungen wurde unverändert beibehalten. Außerdem war es infolge der Liebenswürdigkeit Prof. D'ARCY W. THOMPSON's aus Dundee möglich, Beobachtungen heranzuziehen von einer Reihe Stationen an der Ostküste Englands südlich von 54° Breite: Flamborough Head, Cromer, Lowestoft und Oxfordness. In dieser Weise gelang es, die Isothermen in der Nähe dieser Küste viel genauer zu

1) K. N. M. I. No. 102. Med. en Verh. 3. 1906.

zeichnen. Leider war die Zahl der holländischen Beobachtungen nördlich von 54° Breite nicht genügend, um zusammen mit den von Prof. THOMPSON ebenfalls zur Verfügung gestellten Beobachtungen in höheren Breiten eine sichere Grundlage für Isothermen in diesem Teile der Nordsee zu schaffen.

§ 3. Methode. Die Beobachtungsmethode ist dieselbe geblieben. Die Bearbeitung des Materials geschah nach der in § 5 der früheren Arbeit an letzter Stelle genannten Methode, indem der Mittelwert der Beobachtungen innerhalb eines Schiffsrouten-Abschnittes eingeschrieben wurde an dem ein für allemal bestimmten mittleren Ort der Beobachtungen. Eine Korrektur des täglichen Ganges wegen wurde auch diesmal nicht angebracht.

§ 4. Die Isothermen auf Tafel I bis III zeigen im allgemeinen dieselbe Gestalt wie auf den korrespondierenden Karten des Vorjahres; nur sind sie diesmal an der englischen Küste vollständiger und genauer. Als Hauptursachen für diese Gestaltung nannten wir früher Meeresströmungen aus dem Kanal und der schottischen Küste entlang, Zufluß von Wasser aus Schelde, Maas und Themse. Für die holländische Küste fehlt in dieser Aufzählung noch der Zuiderzee, in welchen ein Rheinarm (IJssel) mündet; an der englischen Küste ist auch ein Einfluß des Wassers aus der Humber und den kleineren Flüssen zwischen Themse und Humber bemerkbar.

Wir wollen diese Einflüsse etwas näher untersuchen, indem wir das Problem dadurch vereinfachen, daß Lufttemperatur und Strahlung über den in Frage kommenden Meeresteil als gleich betrachtet werden. Eine solche Vereinfachung wird hier zulässig 1° wegen der Langsamkeit der Temperaturänderung des Wassers, welche alle kurzdauernde, dem Wetterwechsel folgenden Änderungen der Lufttemperatur abflacht, 2° wegen des geringen normalen Lufttemperaturgradienten in der Nordsee. Einer noch nicht publizierten Bearbeitung der Terminbeobachtungen an Bord der holländischen Feuerschiffe durch Dr. VAN DER STOK entnehmen wir, daß der Unterschied zwischen den normalen Monatstemperaturen für Schouwenbank und Terschellingbank zwischen $- 0.26$ und $+ 0.85$ schwankt und Mittel 0.42 beträgt.

Die Abweichungen von diesen normalen Differenzen schwankten während:

	1903/1904	1904/1905
für die Lufttemperatur zwischen	+ 0.1 und — 0.4	+ 0.5 und — 0.9
„ „ Wasser „ „	+ 0.7 „ — 0.7	+ 0.6 „ — 1.8

Weil in der großen Mehrzahl der Fälle die Abweichungen für Luft und Wasser dem Zeichen nach übereinstimmen, muß es als sehr wahrscheinlich gelten, daß die Abweichungen der Lufttemperaturmittel von solchen der Wassertemperatur bedingt sind, und eine lokale Beeinflussung im umgekehrten Sinne in erster Annäherung vernachlässigt werden darf.

Setzen wir jetzt den Fall, daß ein Fluß mit höher temperiertes Wasser ins Meer mündet, und keine Meeresströmung in der Nähe der Mündung vorhanden ist. Das Flußwasser wird sich dann nach allen Seiten ins Meer ausbreiten und sich allmählig mit dem Meereswasser mischen. Zeigt die Meerestiefe keine größeren Ungleichmäßigkeiten, so wird die Temperaturerhöhung des Mischwassers mit der Distanz zur Mündung abnehmen und halbkreisähnliche Isothermen werden gebildet. So lange die Menge des Flußwassers in Vergleich zum Meere gering bleibt, wird der Temperaturgradient steil sein und ein merklicher Einfluß nur nahe der Mündung gespürt werden.

Eine warme Meeresströmung wird Isothermen quer zur Stromesrichtung erzeugen, indem sie ihr Uebermaß an Wärme allmählig verliert; der Gradient wird hier viel geringer sein als im obigen Falle; je stärker der Strom, je geringer der Temperaturgradient in der Stromesrichtung.

Mündet also der Fluß in einen Teil des Meeres, wo eine Strömung vorgefunden wird, so überwiegt nahe der Küste der Mischungsgradient; das Flußwasser wird, mit mehr oder weniger Meereswasser gemischt einseitig fortgeführt, der Küste entlang, und das Mischwasser verliert erst allmählig das Uebermaß an Wärme. Die Isothermen schneiden die Küste unter einem scharfen Winkel, je schärfer, je grösser der Mischgradient im Vergleich zum Gradient in der Stromesrichtung. Weil die Flußtemperatur eine geringere Verspätung gegen die Lufttemperatur zeigt, als das Meereswasser, wird sie meist zwischen beiden liegen, und deshalb die der Küste entlang fließende Strömung eine sehr geringe Temperaturänderung aufweisen. In diesem Falle sind die

Isothermen der Küste nahezu parallel. Nur wenn die Fluß- und Meeres-temperaturen einander genau gleich sind, können die Isothermen die Küste senkrecht schneiden. Dieser Fall wird sich aber nie vollständig zeigen können, weil die Temperaturgleichheit in der Jahreszeit der schnellsten Temperaturänderung fällt, und die Gleichheit also nicht lange genug bestehen bleibt, um, sei es nur von „Maas“ bis „Haaks“, die zur Küste senkrechten Isothermen zur Entwicklung zu bringen. Auch ist eine gleiche Stromintensität in verschiedener Distanz zur Küste kaum zu erwarten, und werden schon deshalb die Isothermen schief zur Küste verlaufen. Wir sehen deshalb nur Andeutungen der zur Küste senkrechten Isothermen, Ende September 1903 und Mitte April 1904, am deutlichsten aber Mitte April 1905. Uebrigens sind auf der holländischen Seite die Isothermen fast immer der Küste nahezu parallel. An der englischen Küste im Gegenteil finden wir sehr häufig Isothermen, welche die Küste unter einem großen Winkel schneiden; etwa von März bis September ist das die Regel, in den übrigen Monaten sind sie der Küste mehr parallel. Genau parallel aber nicht; fast immer findet man ein Minimum der Temperatur in der Nähe von Lowestoft und Yarmouth. Es dünkt uns nicht wahrscheinlich, daß das Themse-Wasser hier eine Rolle spielt, das wohl größtenteils den südlichen Ufer folgen wird und östlich von S. Foreland offenbar im Sommer Erwärmung, im Winter Abkühlung bringt. Das Minimum bei Lowestoft wird den obengenannten kleinen Flüssen zu zu schreiben sein, welche im Sommer ziemlich wasserarm sein dürften, so daß der umgekehrte Effekt im Sommer nicht ausgeprägt ist ¹⁾.

Wenn hier trotz des Einflusses des Flußwassers keine der Küste parallelen Isothermen erzeugt werden, muss man schließen daß keine Strömung parallel der Küste statt findet.

Anderseits weisen die relativ tiefen Temperaturen nördlich der Humber auf eine kalte Strömung aus Norden. Der grosse Temperaturgradient der englischen Küste entlang im Sommer wird durch den

1) Auch die Isohalinen zeigen ein Minimum des Salzgehaltes in dieser Gegend; man vergleiche das Bulletin trimestriel und d'Arcy W. Thompson's Arbeit in Reports of the North-Sea Fisheries Investigation Committee, IV (Northern area) S. 81—98, 1909.

Gegensatz zwischen diesem Wasser und dem relativ warmen Kanalwasser erzeugt. Weil letzteres eine viel größere Jahresschwankung zeigt als das mehr unmittelbar dem Atlantischen Ozean entstammende Wasser der nordwestlichen Strömung, ist dieser Gradient im Winter viel geringer. Auch das ist ein Grund, weshalb im Sommer der Flußeffect an der englischen Küste verschwindet.

Die Gestalt der Isothermen verträgt sich gut mit der Auffassung daß die nordwestliche Strömung etwa in der Breite 53° nach E umbiegt und nachher nach N.E. verläuft ¹⁾.

§ 5. Wenn die Gestalt der Isothermen auch qualitativ durch obenstehende Erörterungen erklärt wird, fehlt immerhin der Grund für die beträchtliche Größe des Temperaturgradienten senkrecht zur holländischen Küste. Der Zufluß von Flußwasser allein könnte einen Effect von dieser Größe nicht erzeugen. Betrachten wir den Meeresteil zwischen den Feuerschiffen Schouwenbank und Terschellingerbank, dessen mittlere Breite und mittlere Tiefe wir auf etwa 20 K.M. resp. etwa 20 M. setzen können. Setzen wir weiter die Geschwindigkeit des Stromes längs der Küste nach VAN DER STOK'S ²⁾ Rechnungen auf 5 c.m./Sek., so wäre der ganze Strom auf $20000 \cdot 20 \cdot 0.05 = 20000 \text{ M}^3$ pro Sekunde zu schätzen.

Nach den in N^o. 4 dieser Publikation ³⁾ erwähnten amtlichen Schätzungen der Abflußmengen für Rhein und Maas betragen diese zusammen zur Zeit des mittleren Wasserstandes (Januar und Juli) 2400 bis 2500 M^3 pro Sek., also nur $\frac{1}{8}$ der obengenannten Menge. Fließt nur die Hälfte dieser Menge östlich der Feuerschiffe ab, so wird das Verhältnis 16 : 1, was mit der Herabsetzung des Salzgehaltes in diesem Meeresteil von etwa 35 auf 33 _{∞} sehr gut stimmt. Eine Temperaturabweichung von 2° ist nicht selten. Sollte diese durch Mischung ent-

1) Vergl. auch Brown, Report on the deep currents of the North Sea as ascertained by experiments with drift bottles. Rep. North Sea Inv. Comm. IV (Northern Area) S. 127—135, 1909.

2) K. N. M. I. No. 90. Études des phénomènes de marée sur les côtes néerlandaises. II. S. 58. 1905.

3) K. N. M. I. No. 102. Med. en Verh. 4, S. 55. 1906.

standen sein, so müsste die ursprüngliche Temperaturdifferenz 32° betragen haben, was ja widersinnig ist; im Sommer steigt die Flußwassertemperatur nicht viel mehr als 6° bis 8° über die Meeres-temperatur.

Man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man den größeren Teil der Erwärmung resp. Erkältung dieses Meeresteiles den breiten Scheldemündungen und anderen breiten Flußmündungen im südwesten Hollands zuschreibt. Die Gezeiten führen täglich große Mengen Meereswasser über diese Untiefen hin und her, welche so Gelegenheit haben, im Kontakt mit dem erwärmten oder erkälteten Boden oder mit der Luft ihre Temperatur viel mehr zu ändern als dies im Meere möglich ist. Der meisteils auch sehr untiefe Zuiderzee übt eine ähnliche Wirkung aus. Die im vorgehenden Abschnitt angestellten Betrachtungen gelten ebenso für in dieser Weise erzeugte Mischgradienten; der Hauptsache nach wäre also der der holländischen Küste parallele Lauf der Isothermen ein Effekt der Untiefen an dieser Küste.

§ 6. Die Methode der Abweichungsdifferenzen, im § 6 der früheren Arbeit an einem Beispiel erläutert, wurde diesmal ebenfalls auf die Dekadenmittel für 16 Schnittpunkten angewandt. Unsere Hoffnung, daß hierdurch weitere Aufschlüsse über den Stromlauf zu erhalten sein würden, ist nicht in Erfüllung gegangen; die Andeutungen von Strömen genügten nicht, um ein kontinuierliches Stromsystem zu bilden. Wahrscheinlich sind die rein lokalen Temperaturabweichungen, welche als Indikatoren dienen sollten, nicht häufig und nicht intensiv genug, um durch ihre Verschiebungen in 10-tägigen Perioden überall und zu jeder Zeit den Strom zu zeigen. Ein heruntergehen zu kleineren Intervallen aber wäre zwecklos, weil dabei die Anzahl der Beobachtungen zu gering wird, und die vom Winde erzeugten unregelmäßigen Strömungen das Bild vollständig fälschen würden. Eine Vergleichung der Tagesmittel für Schouwenbank und Noord-Hinder mit denen der benachbarten Schnittpunkten auf der Linie Vlissingen-Queensborough, welche alle genügend genau sind, ließ deutlich erkennen, daß zeitweise die Strömungsrichtung der resultierenden Strömung entgegengesetzt war. Es wurde deshalb von weiteren Versuchen in dieser Richtung Abstand genommen.

§ 7. Isoplethen und Jahresisothermen. Das oben erwähnte Material

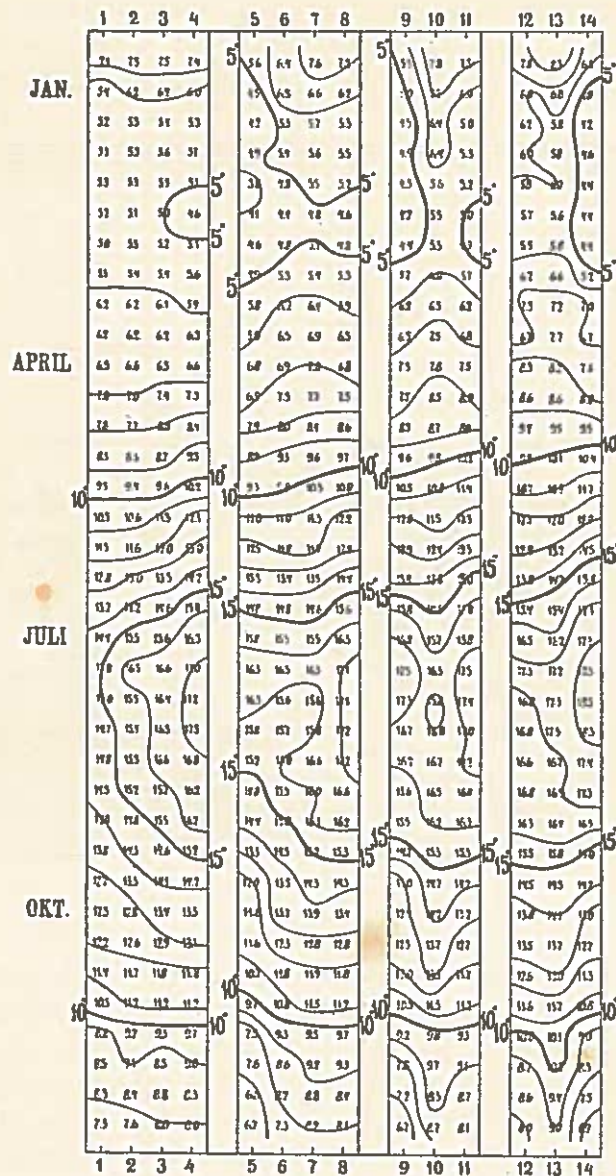


Fig. 1.

der Dekadentemperaturen für 16 Schnittpunkten eignet sich besonders

zur Darstellung durch Isoplethen ¹⁾, wie es in fig. 1 geschehen ist, während die Jahresmittel für dieselben Punkten in fig. 2 zu Jahresisothermen vereinigt wurden. Die Lage der Punkte ist in fig. 2 durch die N°. 1—16 angedeutet: 1—4 liegen auf der Route Hull—Harlingen,

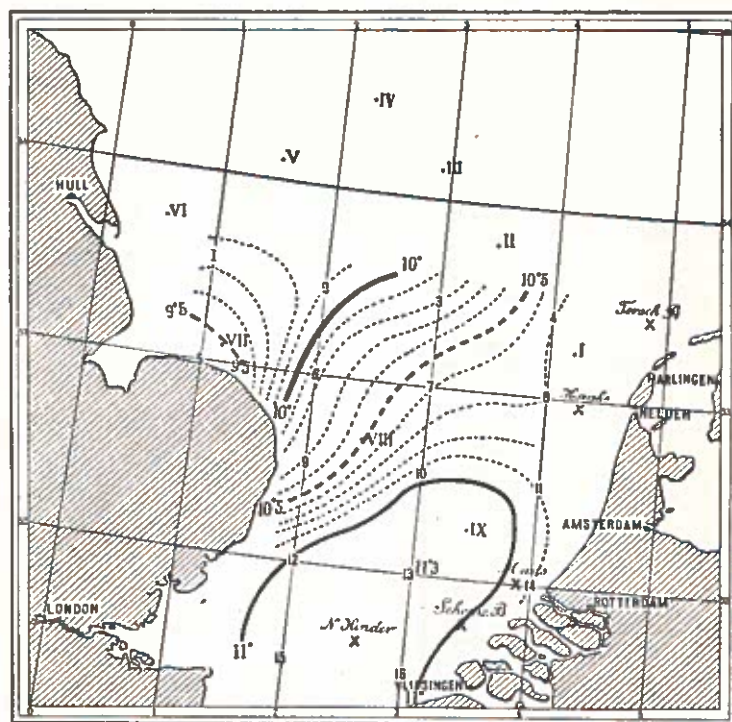


Fig. 2.

15 und 16 auf der Route Vlissingen—Queensborough, die übrigen sind Schnittpunkte von Parallelen und Meridianen. 15 und 16 eignen sich weniger für Isoplethen; in fig. 1 findet man für die übrigen 14, zu vierten oder dreien vereinigt, die Isoplethen gezogen, die Dekadentemperatur an der richtigen Stelle eingeschrieben. Die Darstellung bezieht sich auf das Jahr 1904. Oben ist die erste Januar-Dekade, unten die letzte Dezember-Dekade.

¹⁾ Vergl. auch d'Arcy W. Thompson, Rep. North Sea Inv. Comm. II, 1, S. 174. 1907.

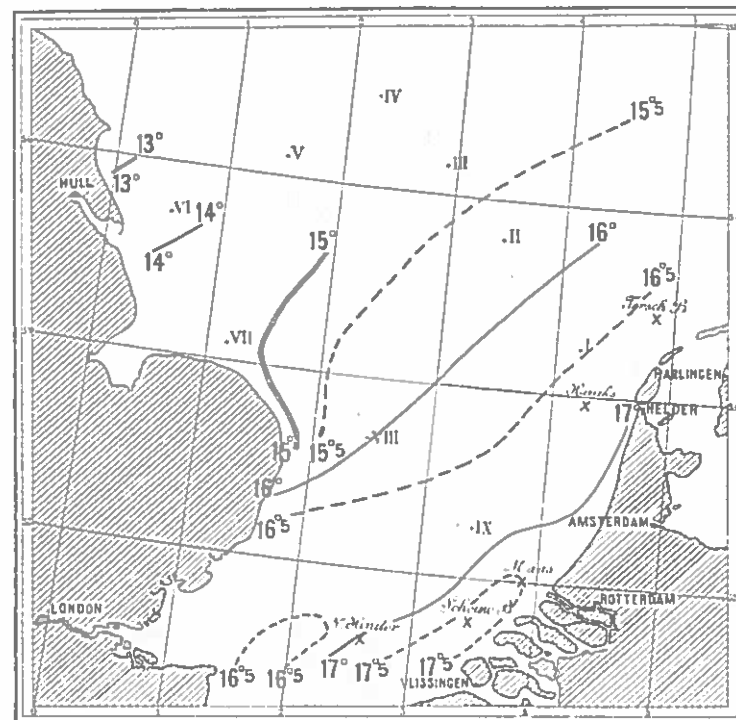
Die Isoplethen für 1—4 zeigen deutlich den Gegensatz zwischen der holländischen- und der englischen Küste; bei 9—11 ist mehr Symmetrie, weil sich hier auch an der englischen Küste ein Effekt des Flußwassers zeigt. Die Neigung der Isoplethen gegen 5 und 9 zeigt den Einfluß des kalten Stromes im nordwesten.

Die Figur 2 zeigt sehr deutlich die gedrängten Isothermen an der Küste Norfolks und Suffolks. Innerhalb der Isotherme 11° sind keine weiteren Kurven gezeichnet, weil hier die Daten etwas spärlich sind. Dieses Gebiet enthält wohl hauptsächlich Kanalwasser; zur Linken ist kontinentales Flußwasser beigemischt; in dem Gebiete nördlich der Isotherme 11° und östlich der Isotherme 9.9 mischen sich der Kanalstrom und der Strom aus nordwest, und fließen zusammen weiter nach N.E.

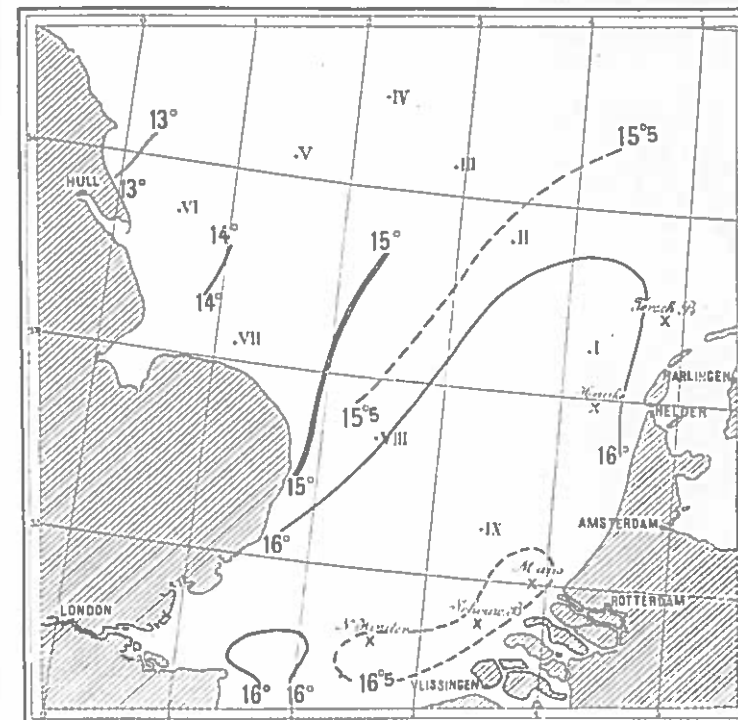
Wie diese Mischung im einzelnen vor sich geht, kann man jetzt noch nicht sagen. Hoffentlich werden die systematischen Messungen der Gezeitenströme, welche seit einiger Zeit vom Institut für Meeresforschung in Helder ausgeführt werden, hier Aufschluß zu geben im Stande sein.

Tafel I.

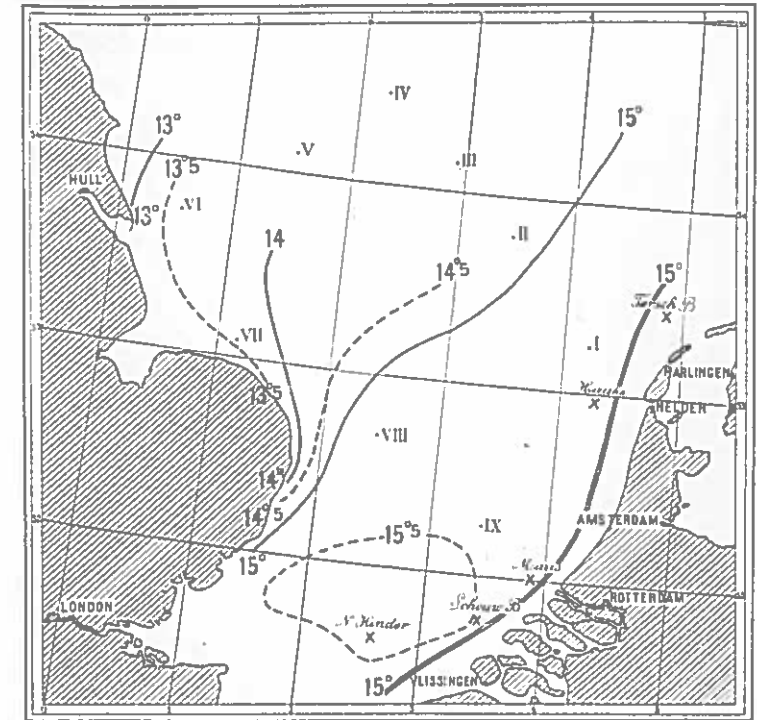
1—10 SEPT. '04.



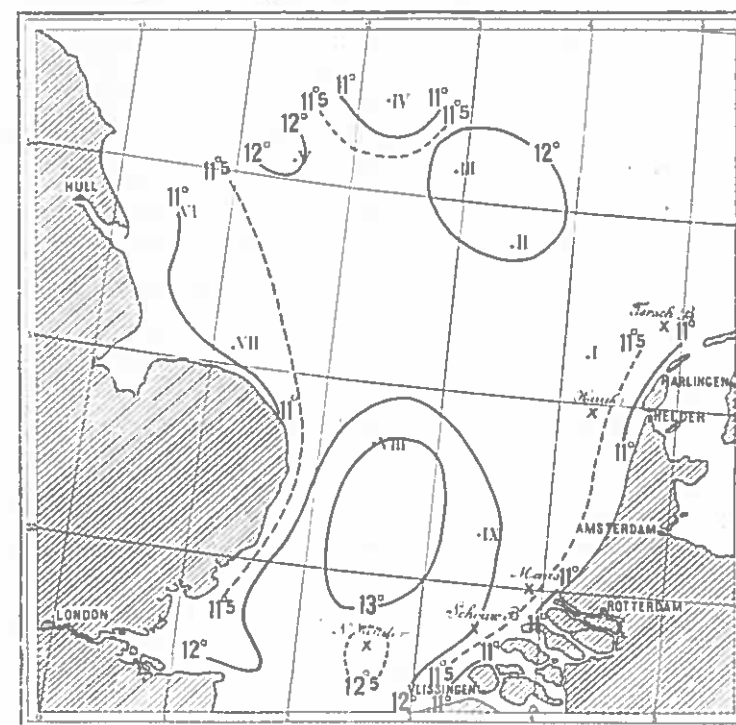
11—20 SEPT. '04.



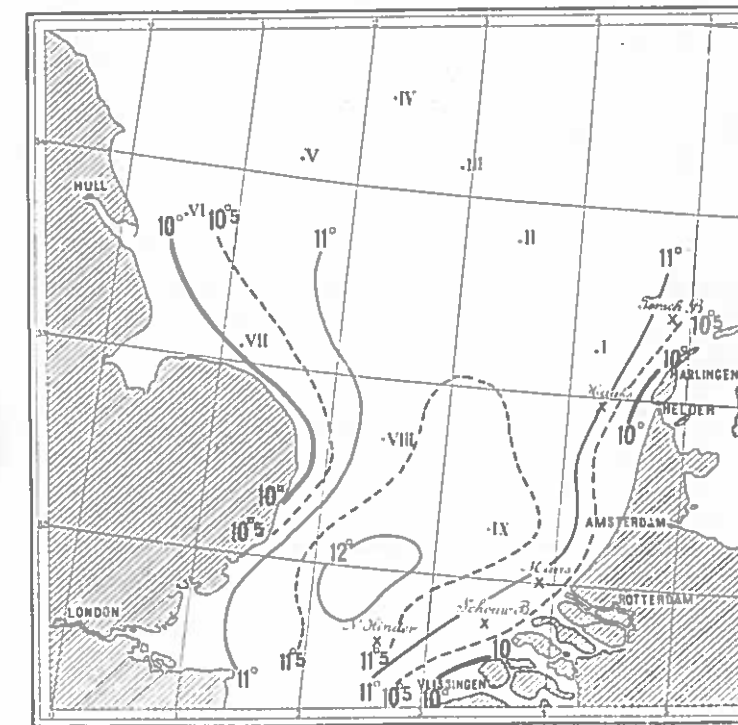
21—30 SEPT. '04.



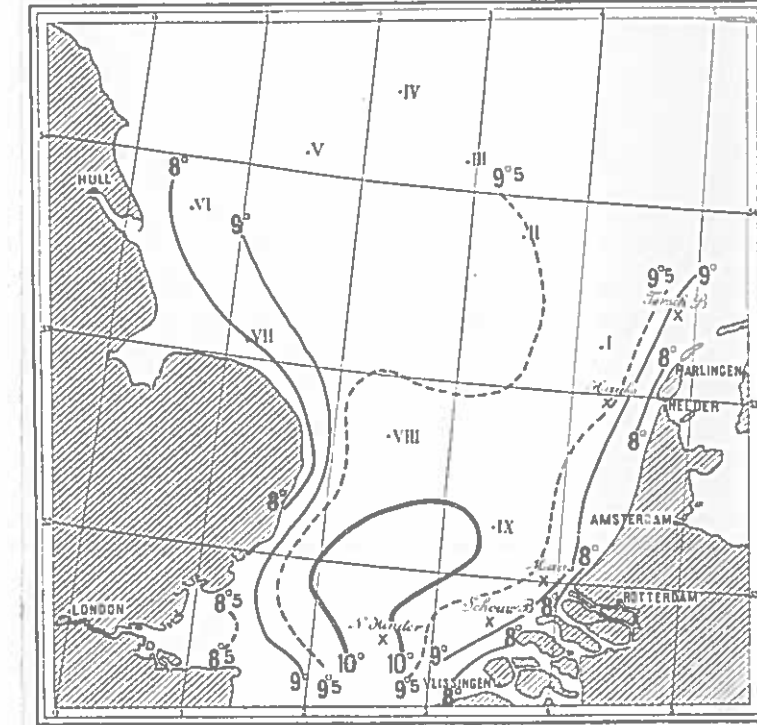
1—10 NOV. '04.



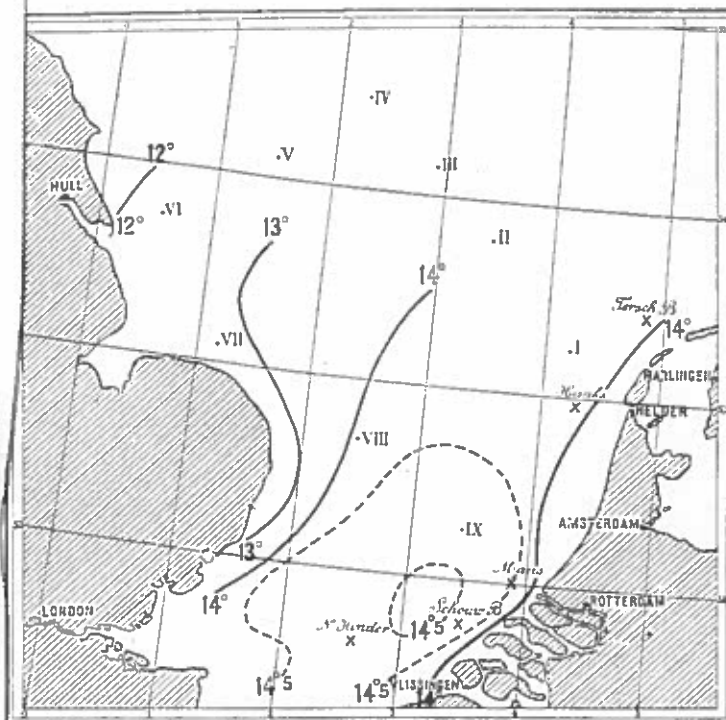
11—20 NOV. '04.



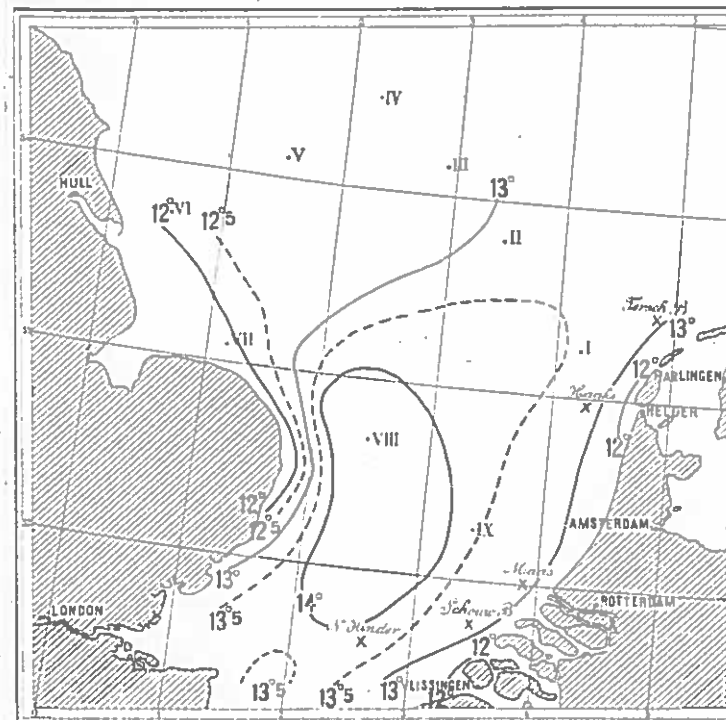
21—30 NOV. '04.



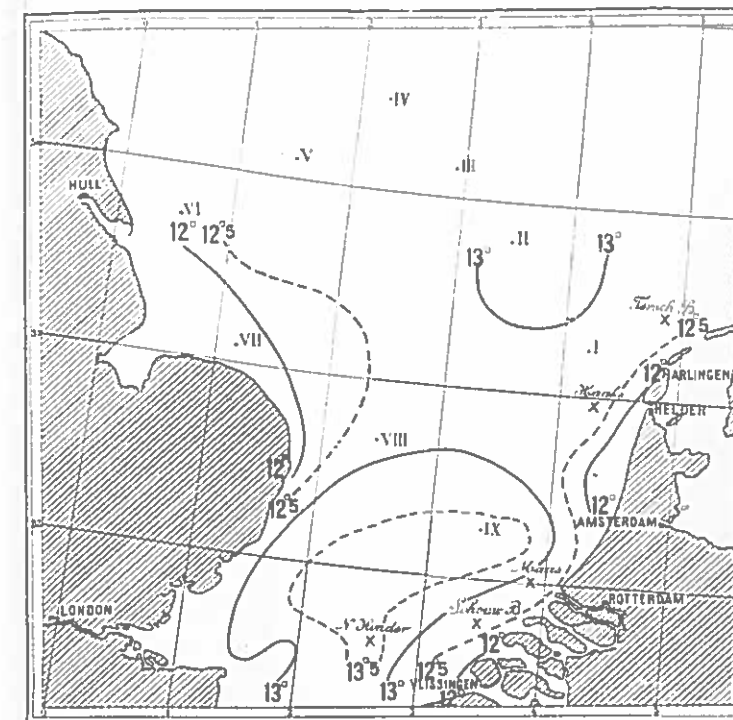
1—10 OKT. '04.



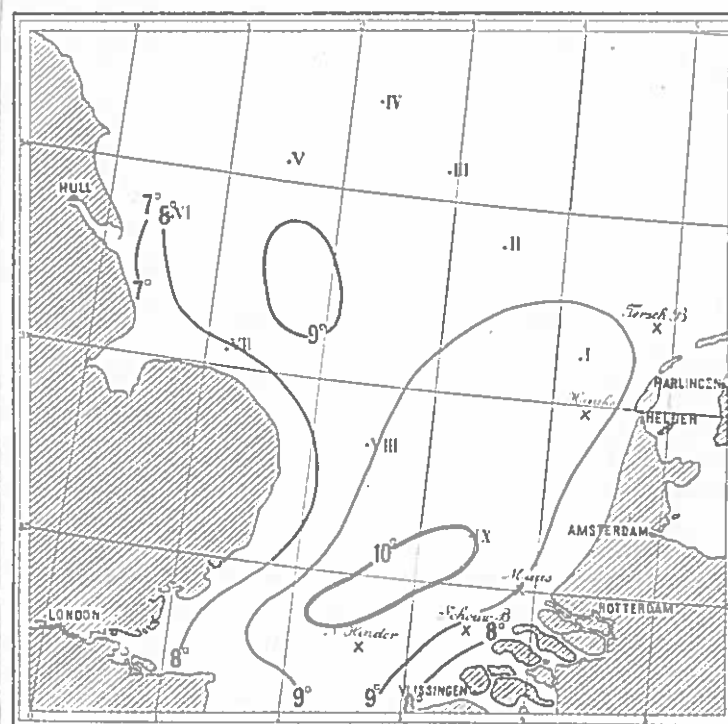
11—20 OKT. '04.



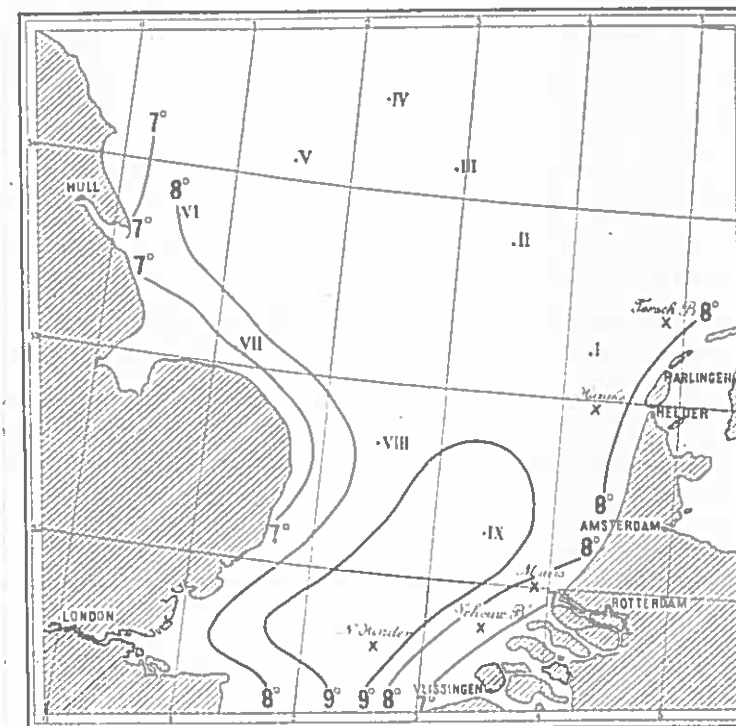
21—31 OKT. '04.



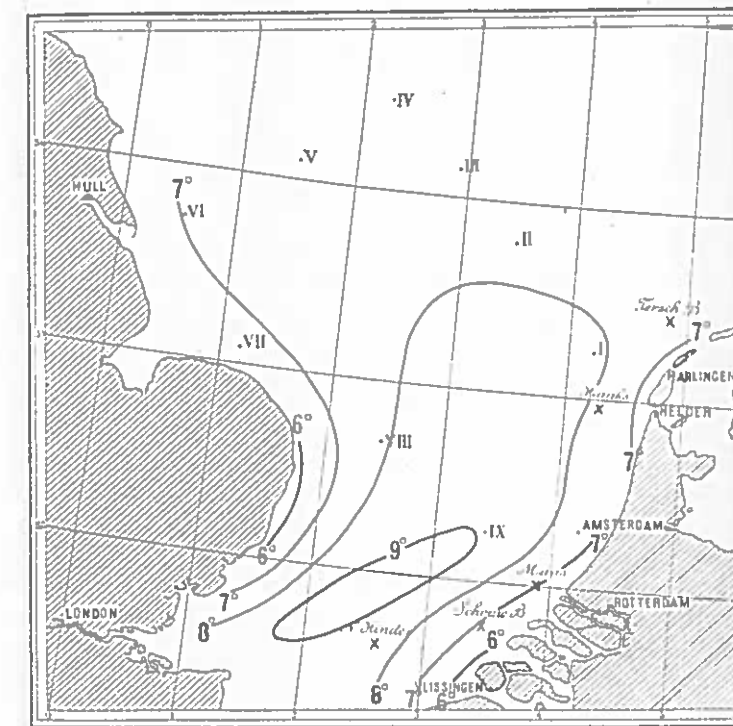
1—10 DEZ. '04.



11—20 DEZ. '04.

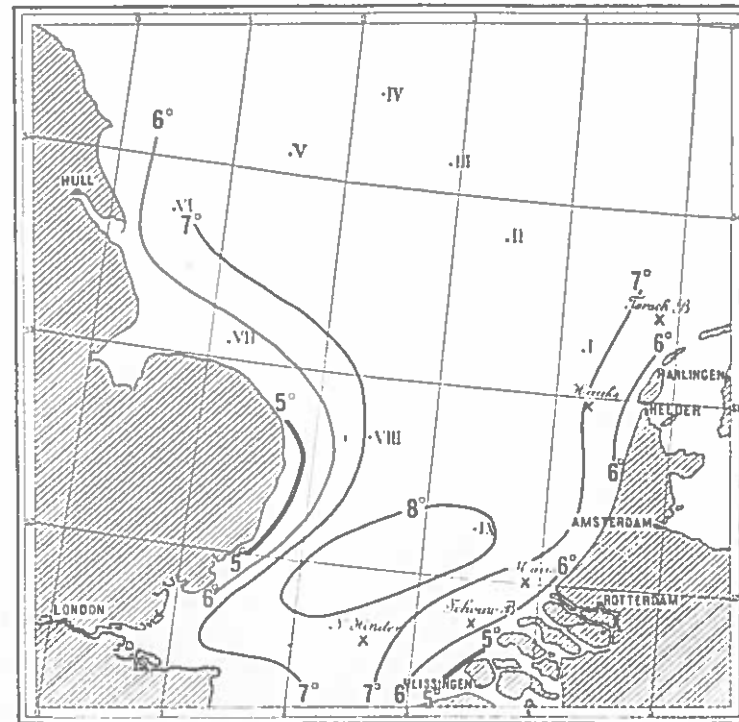


21—31 DEZ. '04.

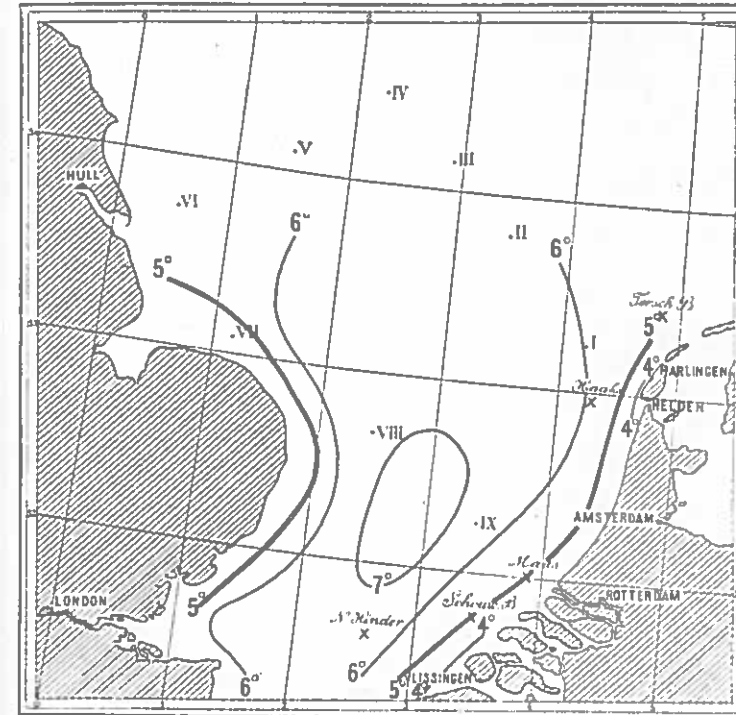


Tafel II.

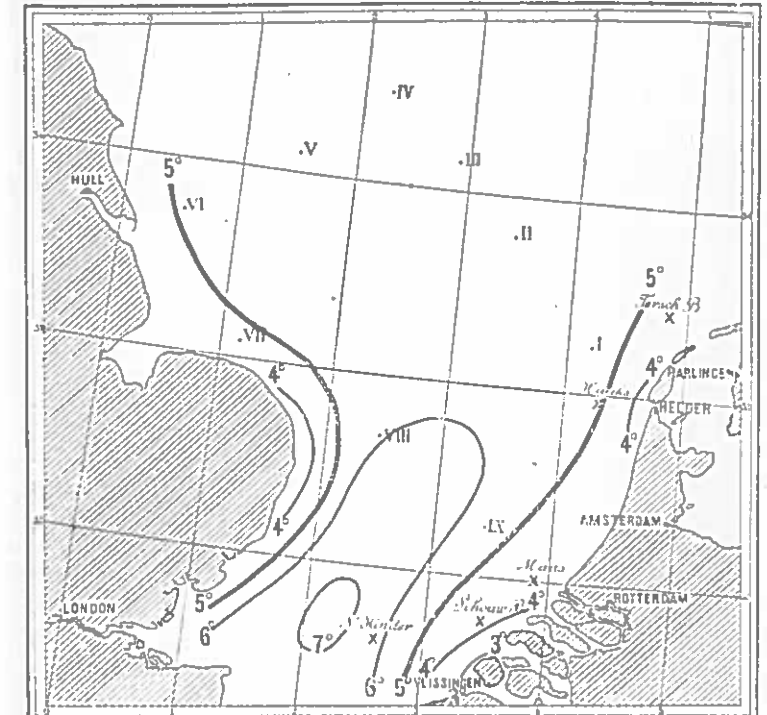
1—10 JAN. '05.



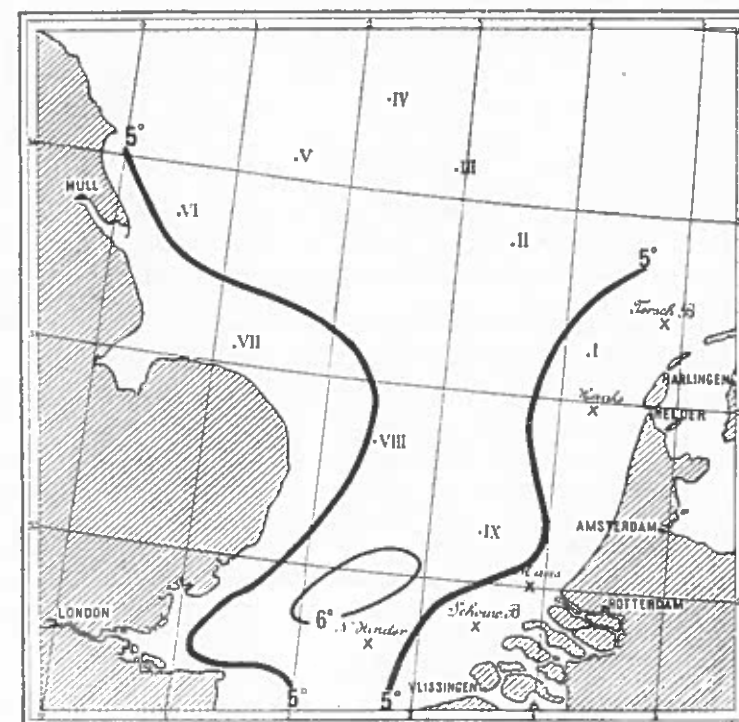
11—20 JAN. '05.



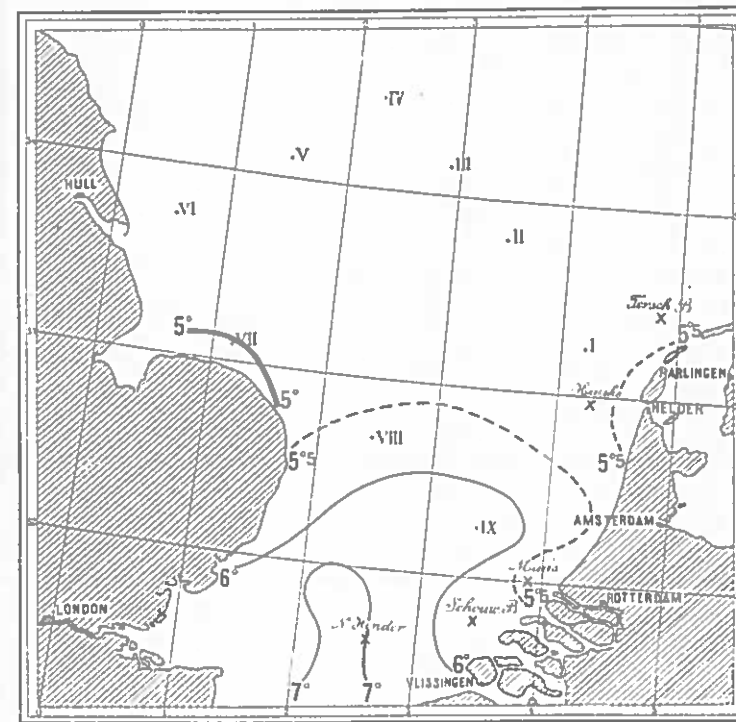
21—31 JAN. '05.



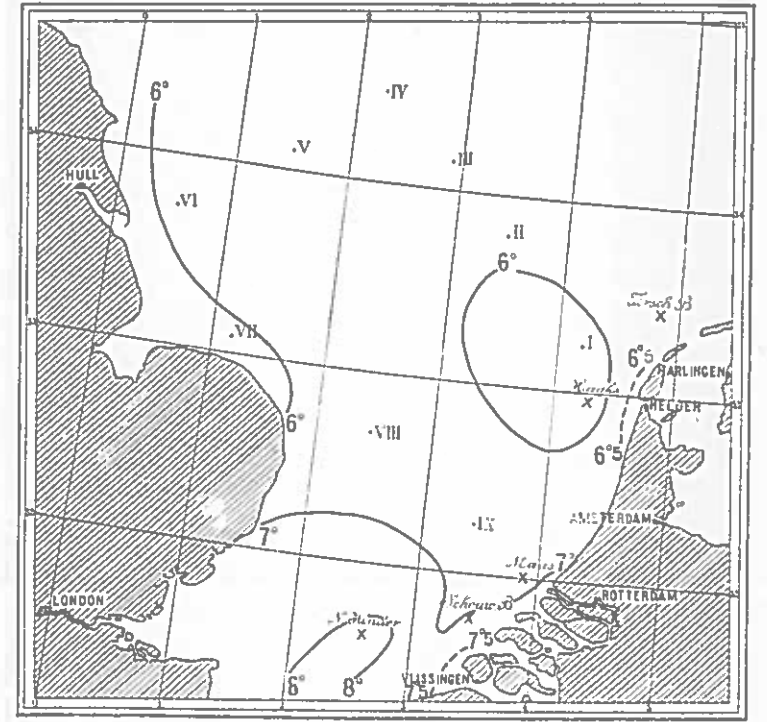
1—10 MÄRZ '05.



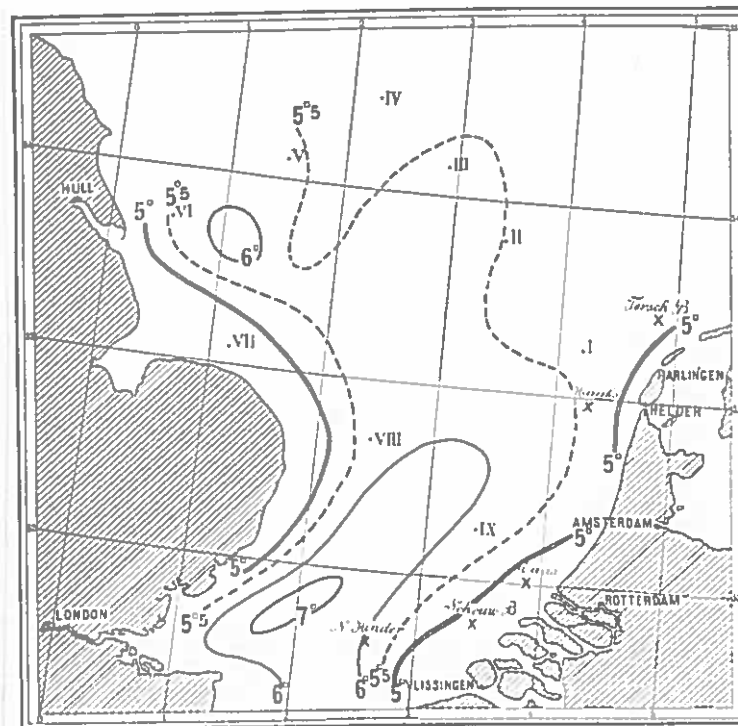
11—20 MÄRZ '05.



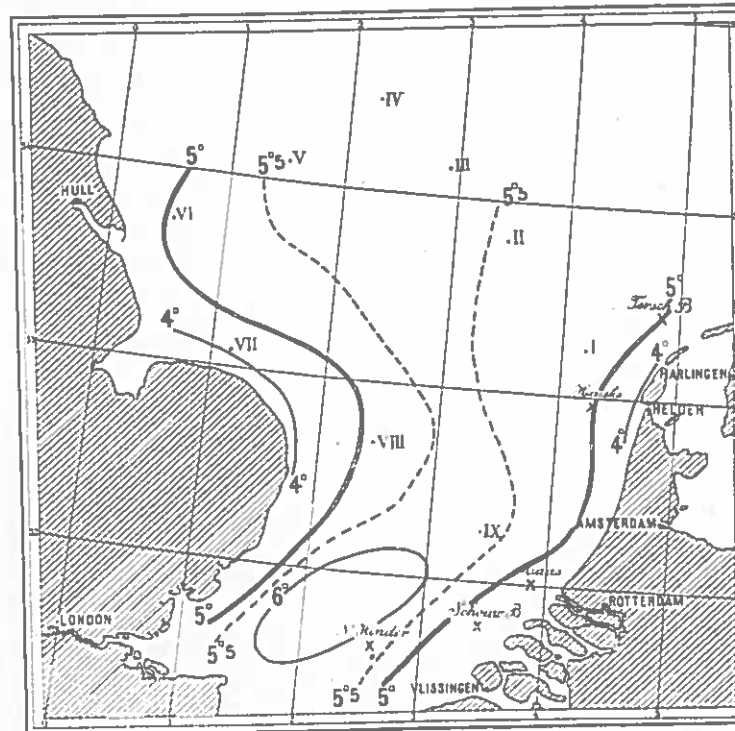
21—31 MÄRZ '05.



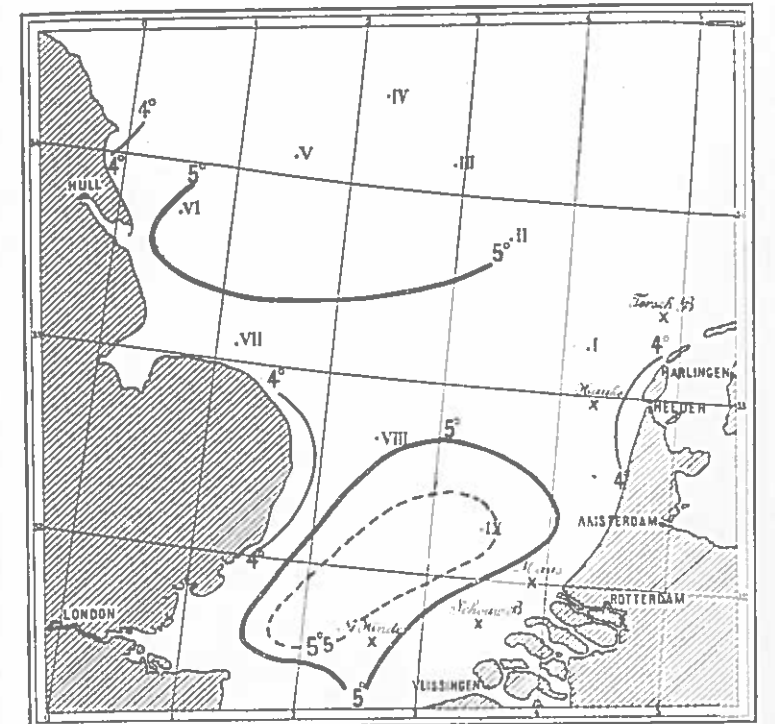
1—10 FEBR. '05.



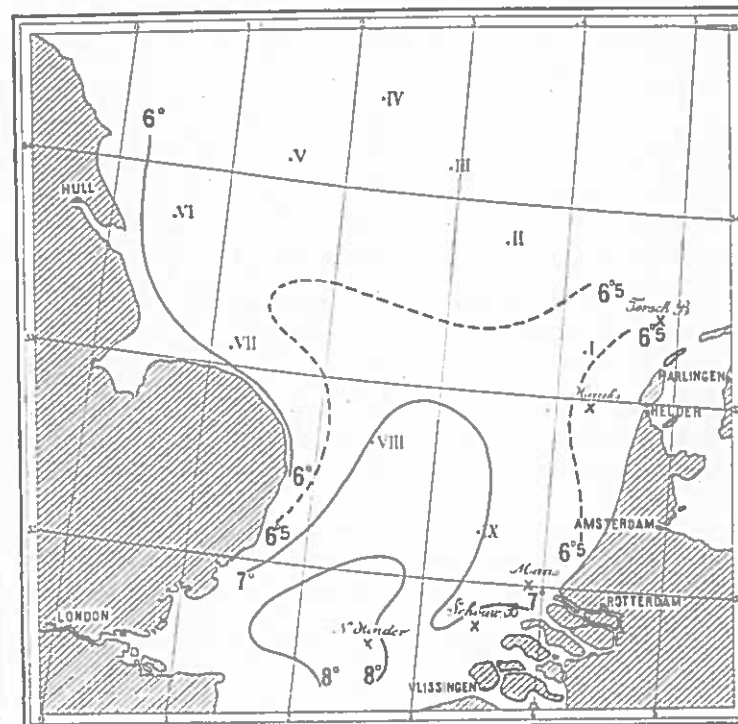
11—20 FEBR. '05.



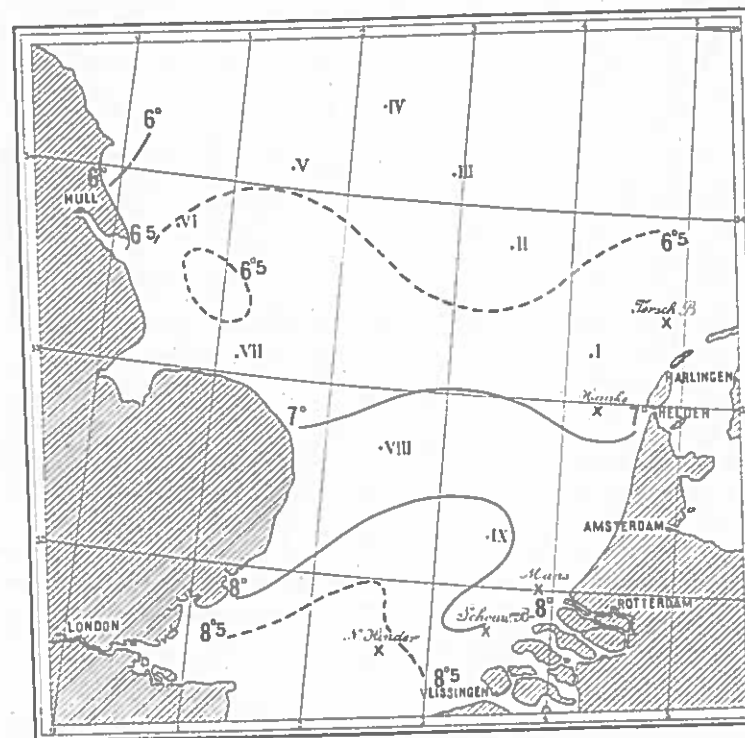
21—28 FEBR. '05.



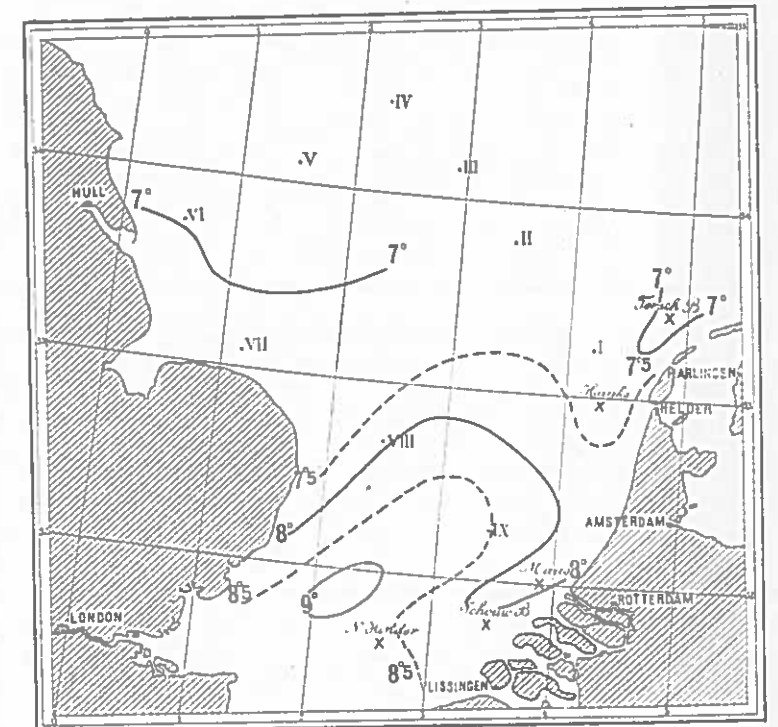
1—10 APRIL '05.



11—20 APRIL '05.

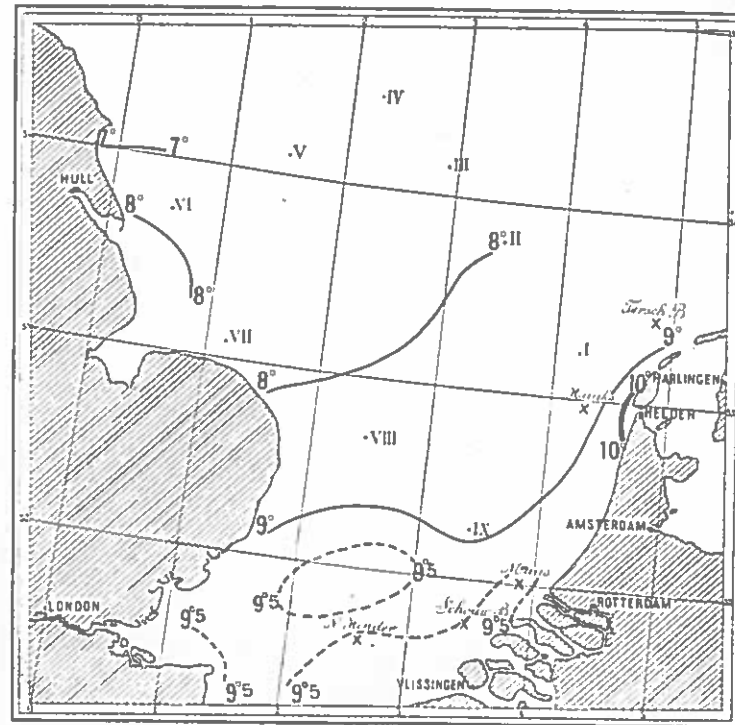


21—30 APRIL '05.

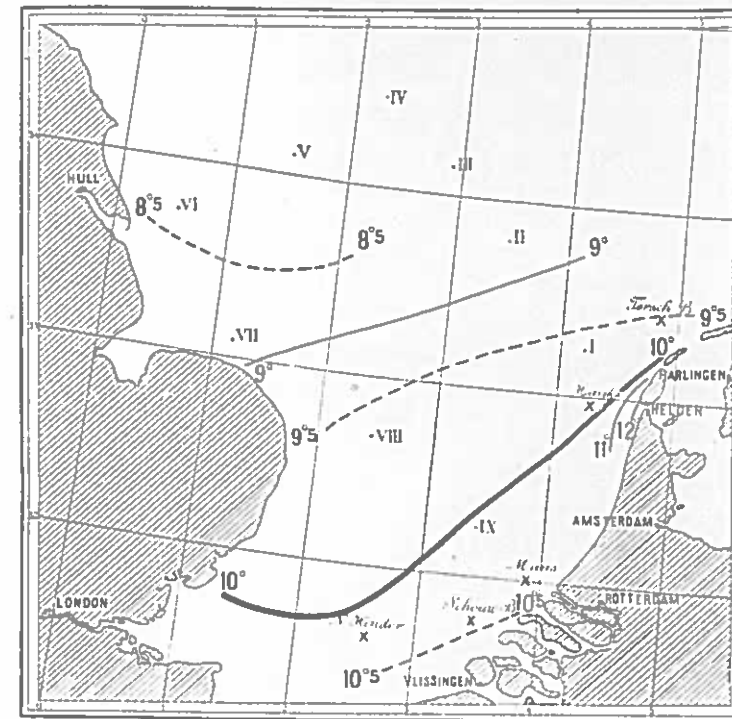


Tafel III.

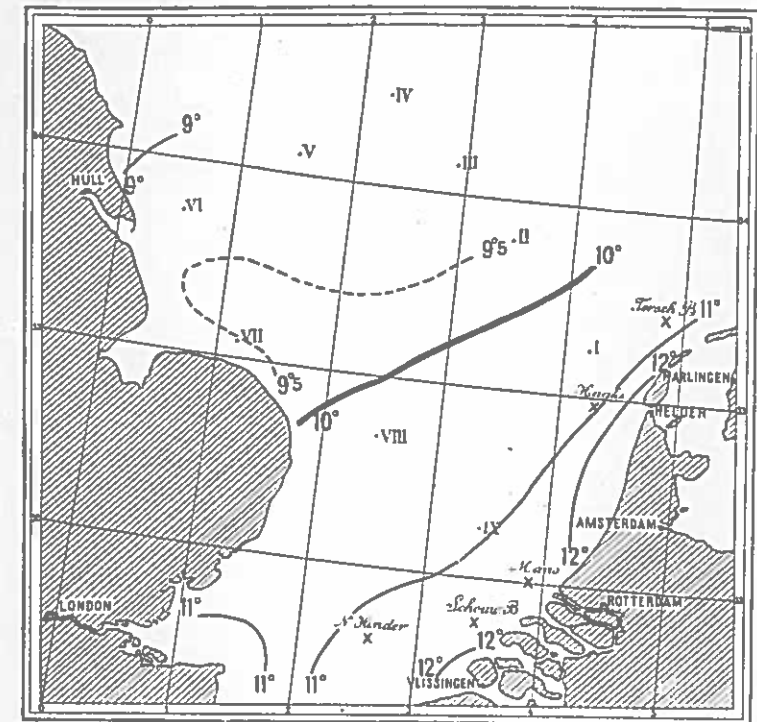
1—10 MAI '05.



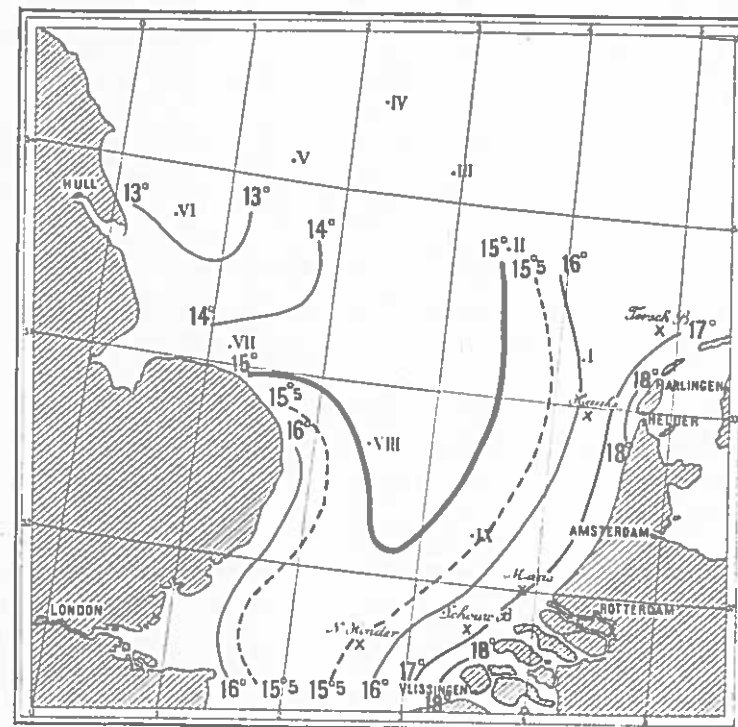
11—20 MAI '05.



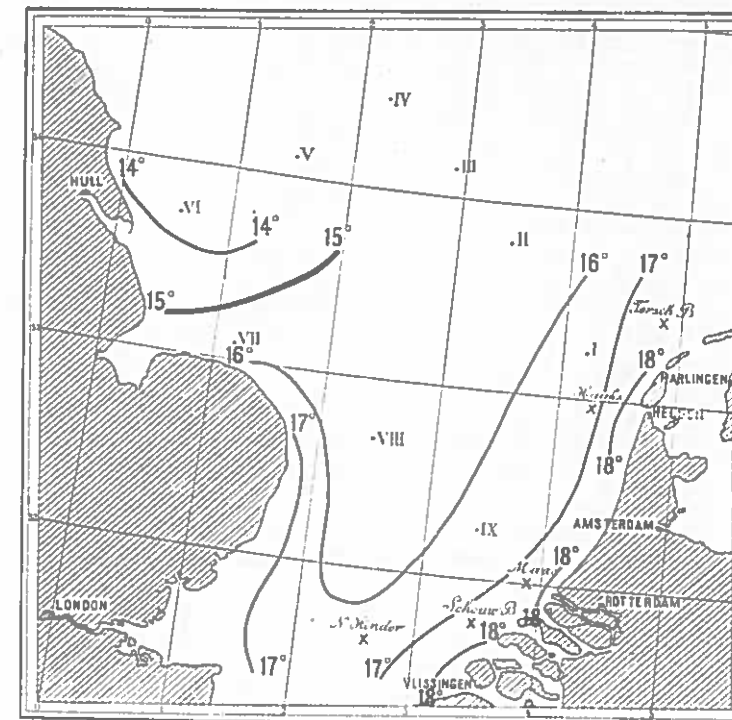
21—31 MAI '05.



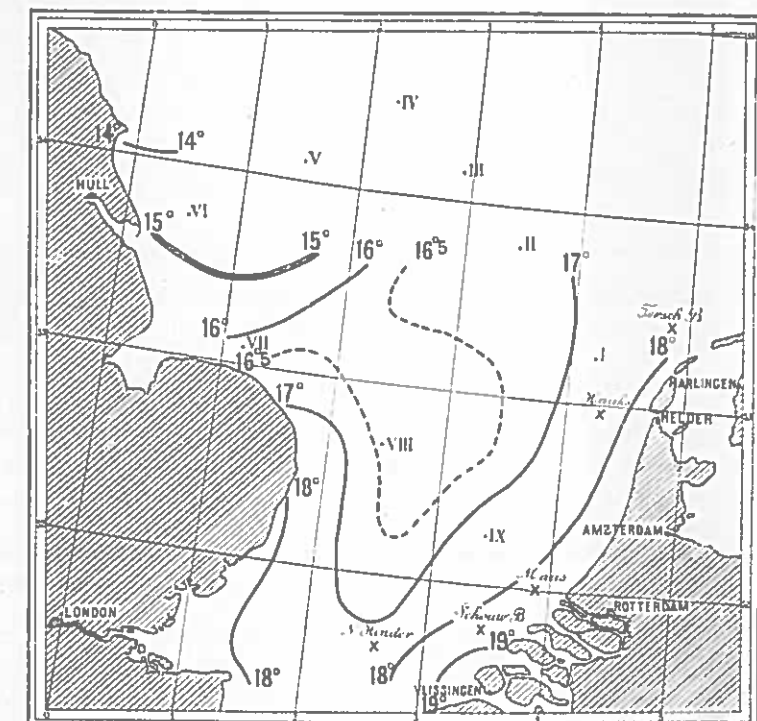
1—10 JULI '05.



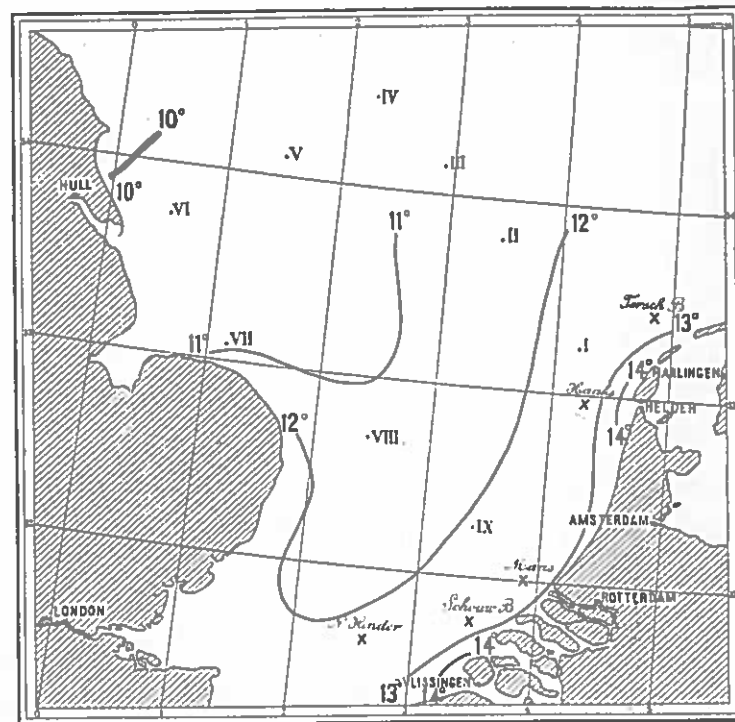
11—20 JULI '05.



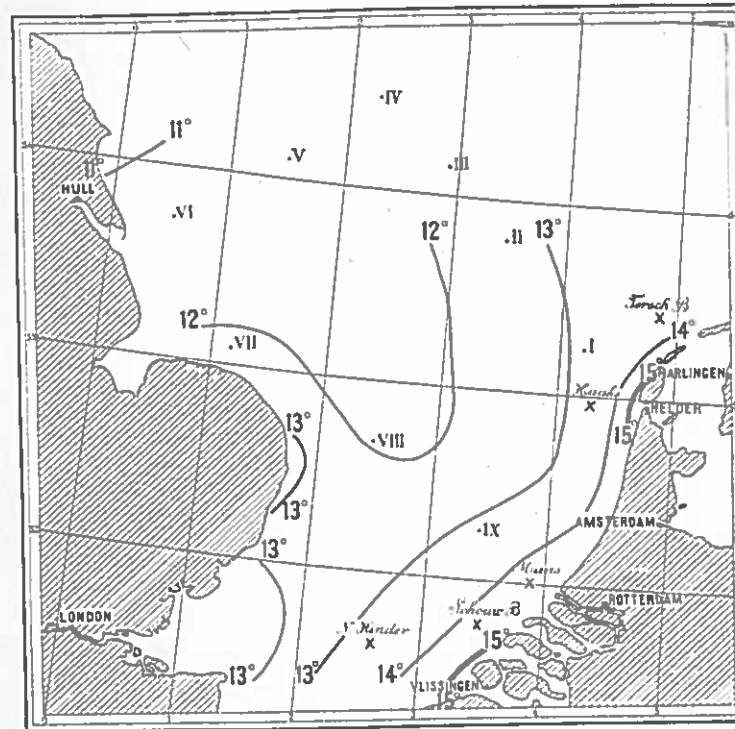
21—31 JULI '05.



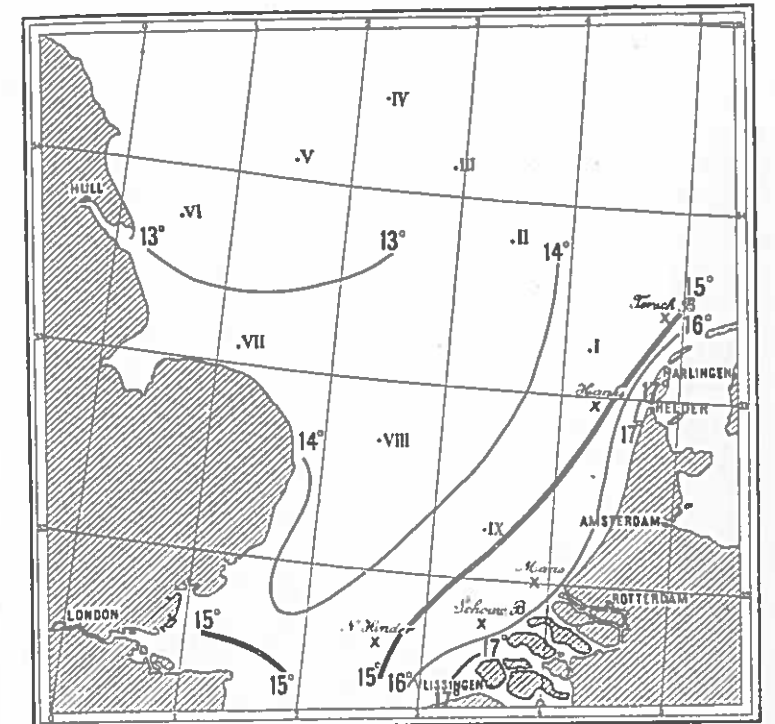
1-10 JUNI '05.



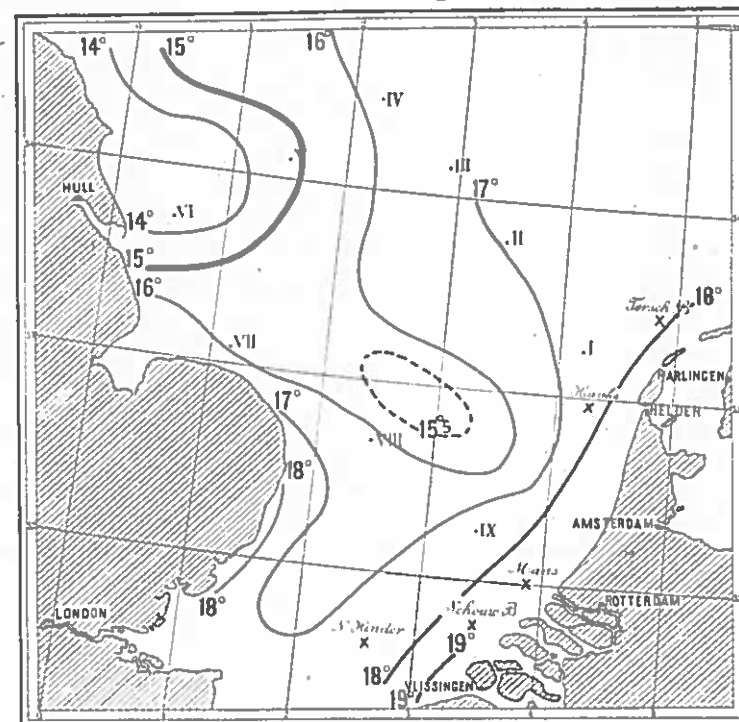
11-20 JUNI '05.



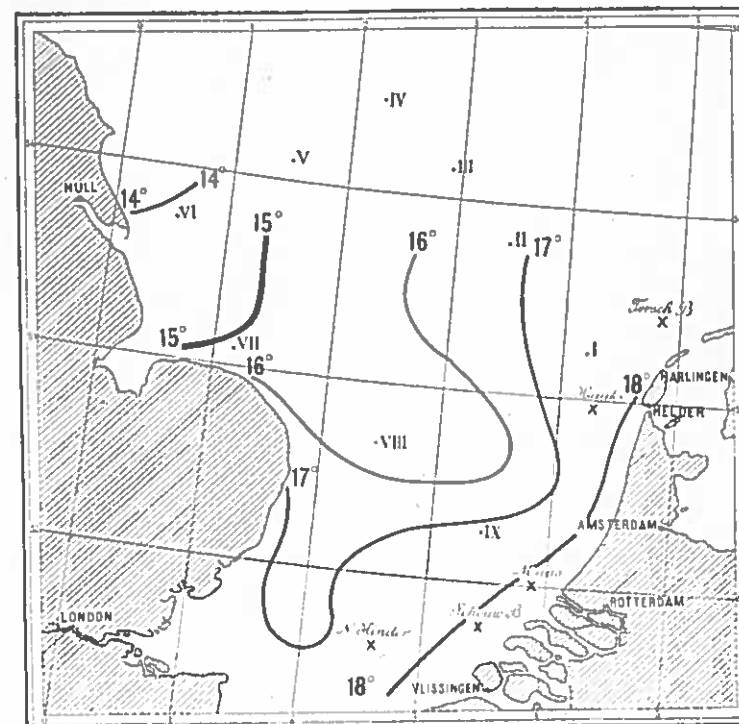
21-30 JUNI '05.



1-10 AUG. '05.



11-20 AUG. '05.



21-31 AUG. '05.

