

15709

Beiträge
zur
physischen Geographie
des
Finnischen Meerbusens

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der hohen philosophischen Fakultät
der Königlichen Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Eug. Ferd. Piccard
aus Lausanne (Schweiz).

Opponenten:

Dr. phil. W. Kusche.
Cand. chem. E. Küppers.
Cand. phil. W. Wissemann.

Kiel 1903.

Buchdruckerei von Karl Jansen, Brunswikerstrasse 27.

Beiträge
zur
physischen Geographie
des
Finnischen Meerbusens

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der hohen philosophischen Fakultät
der Königlichen Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Eug. Ferd. Piccard
aus Lausanne (Schweiz).

Opponenten:

Dr. phil. W. Kusche.
Cand. chem. E. Küppers.
Cand. phil. W. Wissemann.

Kiel 1903.

Buchdruckerei von Karl Jansen, Brunswikerstrasse 27.

Est.

Est. Anatomie

6425

No. 7.

Rektoratsjahr 1903/1904.

Zum Druck genehmigt:

Dr. Kauffmann,
zur Zeit Dekan.

Vorwort.

Die nachfolgende Darstellung des Finnischen Golfs hat sich zum Ziel gesetzt, die sehr zerstreuten Beobachtungen zur Morphologie, Geologie, Klimatologie und Ozeanographie dieses interessanten Theils der Ostsee zu einem Gesamtbilde zusammen zu fassen. Da ich durch mehrjährigen Aufenthalt in St. Petersburg öfter Gelegenheit hatte, den Finnischen Golf und seine Küsten zu besuchen und mir die Kenntniss der russischen Sprache auch die außerhalb Rußlands wenig beachtete einheimische Litteratur zugänglich machte, glaube ich in der nachfolgenden Abhandlung manches Neue beibringen zu können.

Inhalt.

	Seite
Zusammenstellung der Litteratur.	VI—XII
I. Morphologie (1—26)	
1. Areal. Überblick über Küsten und Inseln	1
Areal. Das nördliche Ufer. Die Scheeren. Die Wiborger Bucht. Von der Wiborger Bucht bis St. Petersburg. Das südliche Ufer. Die Esthländische Küste. Die Ingermanländische Küste. Die Inseln.	
2. Unterseeisches Relief, mittlere Tiefe und Volumen . .	10
Die Tiefen von 40 m und darunter. Die Scheerenregion. Das Esthländische Ufer. Die Narwa-Bucht. Die Kronstadter Bucht. Die Newa-Bucht. Die Isobathe von 60 m. Die Isobathe von 80 m. Tiefen von 100 m und darüber. Ergebnisse der das Relief betreffenden Untersuchungen. Die mittlere Tiefe und das Volumen.	
3. Strandverschiebungen	20
Historisches. Resultate der Flutmarken-Beobachtungen. Resultate der limnimetrischen Beobachtungen. Sekundäre Ursachen, welche die säkuläre Strandverschiebung Süd-Finnlands beeinflussen.	
II. Geologie (27—46)	
Einleitung	27
1. Das nördliche Ufer	29
Relief. Ältere Formationen (archaische und algonkische). Diluvium.	
2. Das südliche Ufer	34
Relief. Ältere Formationen (Cambrium und Untersilur). Diluvium.	
III. Meteorologie (47—68)	
1. Luftdruck	47
Januarisobaren. Julisobaren. Jahresisobaren.	
2. Winde	49
Windsysteme. Häufigkeit der verschiedenen Windrichtungen. Mittlere Windgeschwindigkeit. Stürme.	

	Seite
3. Temperatur der Luft	57
Isothermen im Januar. Isothermen im Juli. Gang der Temperatur. Jahresisothermen. Mittlere Lufttemperatur an den einzelnen Stationen. Absolute Lufttemperaturen und deren Amplituden.	
4. Niederschläge	62
5. Nebel	66
IV. Ozeanographie (69—124)	
1. Salzgehalt	69
An der Oberfläche; in der Tiefe; bei Kronstadt. Schlussbemerkungen.	
2. Temperatur des Meeres	78
Oberflächentemperaturen. Tiefentemperaturen. Beobachtungen in Kronstadt.	
3. Eisverhältnisse	88
Untersuchungen von Rykatschew (1887). Flüsse. Beobachtungen an den Leuchttürmen (1889—98). Beobachtungen von Makaroff (1901). Mechanische Wirkungen des Meereises.	
4. Die Bewegungen des Meeres.	
A. Niveauschwankungen	106
Beobachtungen für kleinere Perioden. Langjährige Beobachtungen.	
B. Sturmfluten	113
C. Strömungen	122
D. Gezeiten	124



Zusammenstellung der Litteratur.

I. Morphologie.

Der Finnische Meerbusen. Segelkarte. 1:600000 (Deutsche Admiralitätskarte).

Finska viken, vestra delen } schwedische Seckarten (sog. „Kust-
Finska viken, östra delen } kartor“) 1:200000.

Ackermann, Beiträge zur physischen Geographie der Ostsee. Zweiter Abdruck. Hamburg 1891.

Krümmel, Versuch einer vergleichenden Morphologie der Meeresräume. Leipzig 1879.

Lotzia russkago berega Baltijskago moria. (Segelanweisung für die russische Küste der Ostsee). St. Petersburg 1898 (russisch).

Rosberg, Geographische Charakterbilder aus Finnland. Hettners geographische Zeitschrift. VII. 1901.

Segel-Handbuch für die Ostsee. 4. Abt. Die russische Küste von der preussischen Grenze bis Dagerort, der Moon Sund, Rigasche und Finnische Meerbusen. 2. Aufl. Berlin 1892.

Bonsdorff, A. v. Untersuchungen über die Hebung der Küste Finnlands in den Jahren 1858—87. Fennia 1. 1889 [dazu Referat von Supan in Petermanns Mitteilungen, 1889. Lit. Ber. 2554].

Bonsdorff, Die säkuläre Hebung der Küste bei Kronstadt in den Jahren 1841—86. Fennia 4. 1891. [Referat von Supan in P. M. 1892. Lit. Ber. 935].

Bonsdorff, Die säkuläre Hebung der Küste bei Reval, Libau und Ust-Dwinsk (Dünamünde). Fennia 12. 1896.

Helmersen, G. v. Über das langsame Emporsteigen der Ufer des Baltischen Meeres und die Wirkung der Wellen und des Eises auf dieselben. Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg 14. 1856.

Michailow, Das Niveau der Ostsee. Iswesstija der kais. russischen geogr. Gesellschaft. 24. 1888 (russisch). [Referat von Brückner in P. M. 1889. Lit. Ber. 1742].

Rosberg, Några iakttagelser öfver tillandningarna i en del af vestra Nylands Skärgård. Referat von Hult in P. M. 1890. Lit. Ber. 2415.

II. Geologie.

Das nördliche Ufer.

Relief und praequartäre Geologie.

Atlas de Finlande publié par la Société géographique de Finlande. Fennia, 17. 1899 nebst Text. Karte 2: Hypsometrie; Karte 3: praequartäre Geologie; mit hervorragendem Text von J. Sederholm.

Frosterus, B. Über ein neues Vorkommnis von Kugelgranit unfern Wirwik bei Borgå in Finnland Tschermaks miner. u. petr. Mitt. XIII. 1892.

Helmersen, G. v. Die Alexandersäule zu St. Petersburg. Bulletin de l'Acad. de St. P. 5. 1863. Die beste Beschreibung des Rapakiwigranits.

Höhenverhältnisse von Finnland, Die. Nach Gyldens Kartenwerk und Struves Gradmessung. Peterm. Mitt. 5. 1859. S. 69. Dazu die (vorzügliche) Tafel V.

Köppen, Vorkommen des Bernsteins in Russland. Peterm. Mitt. 39. 1893. (Mit Karte.)

Nordgrenze des Bernsteins, Die. Notiz in Peterm. Mitt. 2. 1856. S. 160.

Sederholm, J. Studien über archäische Eruptivgesteine aus dem südwestlichen Finnland. Tschermaks miner. u. petr. Mitt. N. F. 12.

— Über den Berggrund des südlichen Finnlands. Fennia, 8. 1893.

— Einige Worte über die praequartäre Geologie des südlichen Finnlands. Antwort an Herrn Prof. Wiik. Fennia, 12. 1896.

— Über die finnländischen Rapakiwigesteine. Tschermaks miner. u. petr. Mitt. N. F. XII. 1891.

— Über eine archäische Sedimentformation im südwestlichen Finnland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Entstehungsweise des Grundgebirges. Bull. de la Commission géologique de la Finlande. 6. 1897.

Struve. Die Alexandersäule und der Rapakiwi. Mém. Acad. St. P. VI. 1863.

Wiik, F. J. Über die primitiven Formationen Süd-Finnlands, Fennia, 12. 1896.

Quartär.

Andersson, G. Studien über die Torfmoore und die fossile Quartärflora Finnlands (mit 4 Tafeln). Fennia, 15. 1897—99. Sehr wichtig für die organischen Absätze.

VIII

- Atlas de Finlande**, loc. cit. Karte 4 (mit ausgezeichnetem Text von Sederholm).
- Berghell, H.** Beiträge zur Kenntnis der quartären Niveauschwankungen Süd-Finnlands. *Fennia*, 13, 1896. (Mit Karte, Tafel u. 16 Abbildungen.)
- Geer, de.** Om kvartära nivåförändringar vid Finska viken, Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. 16. 1894
- ✓ **Helmersen, v.** Studien über die Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Russlands. *Mém. Acad. St. P.* XIV. 1869 u. XXX. 1882. (Sehr schöne Abbildungen.)
- Parrot.** Recherches physiques sur les pierres d'Imatra. *Mém. Acad. St. P.* III. 1840. Die Quelle aller verkehrten Ansichten, welche über diese Konkretionen im St. Petersburger grossen Publikum Kurs haben. (Vorzügliche Abbildungen.)
- Ramsay, W.** La transgression de l'ancienne mer glaciaire (la mer de Yoldia) sur la Finlande méridionale. *Fennia*, 12. 1896. (Mit Karte.)
- Finlands geologiska utveckling från istiderna intill våra dagar. (Die erdgeschichtliche Entwicklung Finnlands von den Eiszeiten bis auf unsere Tage.) 2 Auflage. (Mit 49 Bildern.) Helsingfors 1900.
- Sokolow, N. A.** Die Dünen. Deutsch von Arzruni. Berlin 1894. Angaben über die Dünen des Karelischen Isthmus.

Das südliche Ufer.

- Berghell.** Loc. cit.
- Carte géologique de la Russie d'Europe** publiée par le Comité géologique. St. Pétersbourg 1892. Unzureichend für Finnland, deswegen erst hier angegeben; auch (verkleinert) in *Peterm. Mitt.* 41. 1895 mit einer Notiz von Supan unter dem Titel: Die neue geologische Karte von Russland.
- Geer, de.** Loc. cit.
- ✓ **Helmersen, v.** Die geologische Beschaffenheit des unteren Narowaltals und die Versandung der Narowamündung. *Bull. Acad. St. P.* 3. 1861. (Mit Zeichnungen und 2 Karten.)
- Der artesische Brunnen zu St. Petersburg. *Bull. Acad. St. P.* 8. 1865. (Mit einem Profil.)
- Studien über die Wanderblöcke usw. Loc. cit.
- Holm, Dr. G.** Bericht über geologische Reisen in Esthland, Nord-Livland und im St. Petersburger Gouvernement in den Jahren 1883 und 1884. *Verhandlungen der Kais. Russ. Miner. Gesel.* 22. 1886. Wichtige Zahlangaben über die Mächtigkeit der Glintschichten. Sehr schön (obgleich etwas schematische) Darstellung der diluvialen Gebilde.

- Lamansky, Wl.** Neue Beiträge zur Vergleichung des Ost-Baltischen und Skandinavischen Untersilurs. Centralblatt für Miner., Geol. u. Pal. 1901. Andere Einteilung des Glauconitsands und Glauconitkalks als bei Schmidt. Unterscheidung von mehreren Facies von W nach O.
- Schmidt, Friedrich.** Untersuchungen über die silurische Formation von Esthland, Nord-Livland und Oesel. Dorpat 1858. (Aus: Archiv für Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands, Bd. 2). Mit einer geol. Karte. Die erste grössere Arbeit des Altmeisters darüber; noch jetzt unentbehrlich.
- Untersuchungen über die Erscheinungen der Glacialformation in Esthland und auf Oesel. Mit einer Karte der Verbreitung der Äsar. Bull. Acad. St. P. VIII. 1865. Veraltet.
 - Revision der Ost-Baltischen Trilobiten. Mém. Acad. St. P. XXX. 1881. (Einzeln käuflich.) Enthält die erste Gesamtdarstellung des silurischen Systems Esthlands und Ingermanlands. Ebenso unentbehrlich für den Geograph wie für den Geolog.
 - On the silurian strata of the Baltic Provinces of Russia. Quarterly journal of the geological Society for Novemb. 1882. (Mit Karte.)
 - Blicke auf die Geologie von Esthland und Oesel. Reval 1885. (Sonderabdruck aus der „Baltischen Monatschrift“, Bd. XXXII.) Allgemeinverständlich und sehr wichtig für den Geograph; leider zu wenig verbreitet.
 - Über eine neuentdeckte untercambrische Fauna in Esthland. Mém. Acad. St. P. 36. 1888. Versuch einer feineren Einteilung der betreffenden Schichten; nicht von geographischer Bedeutung.
 - Excursion durch Esthland. St. Petersburg 1897. Guide des excursions du VII^e congrès géologique international à St. Pétersbourg.
 - Kurze Übersicht der Geologie der Umgebung von St. Petersburg. (Mit Karte.) Guide des excursions du VII^e congrès géologique international. Sehr wichtige Ergänzung der Arbeit vom Jahre 1881.
 - Einige Bemerkungen über das Baltische Obersilur. Bull. Acad. St. P. 2. 1892. Enthält eine vortreffliche Karte der Verbreitung der baltisch-silurischen Schichten.
- Sokolow.** Die Dünen. Loc. cit.
- Vénukoff.** De la formation du delta de la Néva d'après les dernières recherches. Compte-Rendus de l'académie des sciences de Paris CX. 1890; ganz derselbe Aufsatz in Compte-Rendus de la Société de géographie de Paris 1890.

III. Meteorologie.

- Atlas** climatologique de l'Empire de Russie publié par l'Observatoire physique central à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa fondation. 1849—1899. 89 cartes et 15 tableaux graphiques. Notice explicative (à part) de XIV—61 pages. St. Petersbourg 1900.
- Kiersnowsky**, La direction et la vitesse du vent sur la surface de l'empire russe. Avec un atlas. Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St. Pétersbourg. II. 1895. (russisch; die Tabellen russisch und deutsch).
- Kiersnowsky**, La distribution du vent sur la surface de l'empire russe. Bull. Acad. Imp. St. P. III. 1895.
- Nasackin, B. v.** Die Stürme der Ostsee. Repertorium für Meteorologie. XIV. 1891. (St. Petersburg).
- Paromensky**, Verteilung der Nebel über die Ostsee nach Jahreszeiten. Repert. f. Met. VIII. 1883.
- Segel-Handbuch** für die Ostsee. 1. Abt. Meteorologie, Klimatologie und physikalische Verhältnisse des Ostseegebiets. 2. Aufl. Berlin 1891.
- Warneck**, Distribution des minima et maxima absolus de la température et de leurs amplitudes sur la surface de l'Empire de Russie. Avec 3 cartes. Mém. Acad. Imp. St. P. V. 1896 bis 97 (russisch).
- Wild**, Nouvelles températures normales et moyennes de 5 ans pour l'Empire de Russie. Mém. Acad. Imp. St. P. I. 1894—95. (russisch).
- Wild**, Neue vieljährige und fünfjährige Mittel der Niederschlagsmengen und der Zahl der Tage mit Niederschlag für das Russische Reich. Mém. Acad. Imp. St. P. III. 1896 (russisch).

IV. Ozeanographie.

Salzgehalt und Temperatur des Meeres.

- Baer, v.** Über ein neues Project, Austernbänke an der russischen Ostseeküste anzulegen und über den Salzgehalt der Ostsee in verschiedenen Gegenden. (Mit einer Karte.) Bull. Acad. Imp. St. P. 4. 1862.
- Braun**, Physikalische und biologische Untersuchungen im westlichen Teile des Finnischen Meerbusens. Referat von Supan P. M. 1885. Lit. Ber. 361 und von Krümmel, Geogr. Jahrbuch XI. 1887.
- Krümmel**, Zur Physik der Ostsee. P. M. 1895.

- Makaroff**, Le „Vitiaz“ et l'Océan Pacifique. Observations hydrologiques faites par les officiers de la corvette „Vitiaz“ pendant un voyage autour du monde, exécuté de 1886 à 1889, et recueil des observations sur la température et le poids spécifique de l'eau de l'Océan Pacifique Nord. St. Pétersbourg 1894.
- Makaroff**, „Jermak“ im Eise. St. Petersburg 1901 (russisch).
- Sammlung** hydro-meteorologischer Beobachtungen, herausgegeben von der meteorologischen Abteilung des hydrographischen Amtes. Lieferung II. 1897—98. St. Petersburg 1900. Beilage zu „Sapisski po gidrografij“ (Denkschriften für Hydrographie). Bd. XX (russisch).
- Struve**, Über den Salzgehalt der Ostsee. Mém. Acad. Imp. St. P. VIII. 1864.

Eisverhältnisse.

- Atlas** climatologique de l'Empire de Russie. 1900.
- Baer**, v. Zusatz zu einer Notiz des Grafen Keyserling (zur Erklärung des erraticen Phänomens). [Mit einer sehr interessanten Karte der Insel Lawensari, früher und jetzt.] Bull. Acad. Imp. St. P. 6. 1863.
- Helmersen**, v. Über das langsame Emporsteigen usw.
- Iwaschintzow**, Äusserung über die Entstehung der Insel Rodskär. Iswesstija, 5. 1869 (russisch).
- Kropotkin**, Über die Eiswälle in der Revaler Bucht. Iswesstija, 5. 1869. S. 211. (russisch).
- Kropotkin**, Excursion auf der Insel Gross-Tjuters. Iswesstija, 5. 1869. S. 288. (russisch).
- Makaroff**, „Jermak“ im Eise.
- Rykatschew**, Über den Auf- und Zugang der Gewässer des Russischen Reiches (mit 3 Tafeln). Zweiter Supplementband zum „Repertorium für Meteorologie“ herausgegeben von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. St. Petersburg 1887.
- Sammlung** hydro-meteorologischer Beobachtungen.
- Spindler**, Über das Aufbrechen und Zufrieren der Meere an Russlandsküsten. Sapisski po gidrografij. 14. 1893. (russisch).
- Spindler**, Die Eisdecke auf dem Baltischen Meere im Jahre 1892 bis 93. Sapisski po gidrografij. 14. 1893 (russisch). Übersetzung in Annalen der Hydrographie 1894.

Niveauschwankungen.

- Fuss**, Mittleres Meeresniveau bei Kronstadt, 1841—95. Sapisski po gidrografij 17. 1896. (russisch.)

Helmersen, v. Die geologische Beschaffenheit des unteren Narowathals und die Versandung der Narowamündung. Bull. Acad. Imp. St. P. 3, 1861.

Sammlung hydro-meteorologischer Beobachtungen.

Sturmfluten.

Rykatschew. Sur l'inondation du 4/16 novembre 1897. Bull. Acad. Imp. St. P. 7. 1897. (Russisch.)

— Sur la hauteur de l'inondation du 9/20 septembre 1706 d'après les mesures de Pierre le Grand. Bull. Acad. Imp. St. P. 9. 1898. (Russisch.)

— Über die Überschwemmungen in St. Petersburg und Möglichkeit ihrer Voraussage auf Grund meteorologischer Beobachtungen. Sapiski po gidrografij 19. 1898. (Russisch; mit zahlreichen graphischen Darstellungen.)

Schoenrock. Untersuchung der Hochwasser in St. Petersburg, 1878 -1890. Repertorium für Meteorologie 14. 1891.

Strömungen.

Ackermann. Beiträge.

Lotzia.

Segel-Handbuch für die Ostsee. 4. Abt. Die russische Küste.

Gezeiten.

Amelung. Über Flut und Ebbe in St. Petersburg. Repert. für Met. VIII. 1883.

Nachtrag.

(Salzgehalt und Temperatur des Meeres.)

Conseil permanent international pour l'exploration de la mer. Bulletin des résultats acquis pendant les courses périodiques publié par le bureau du conseil avec l'assistance de M. Knudsen. Année 1902—1903. Copenhague. No. 1, Août 1902; No. 2, Novembre 1902. (Bahnbrechend!)

I. Morphologie.

1. Areal. Überblick über Küsten und Inseln.

Areal. Da der Finnische Meerbusen gegen die Ostsee weit geöffnet ist, so kann seine westliche Grenze nur eine rein conventionelle sein. Man läßt allgemein das nördliche Ufer bei Hangö Udd, dem südwestlichen Vorsprunge Finnlands, anfangen; als Anfangspunkt des südlichen Ufers wird in Russland Dagerort offiziell angenommen und die nördliche Küste der Insel Dagö wird somit zum Finnischen Meerbusen gerechnet. Ackermann, dessen Meinung ich mich anschließe, nimmt, als Anfangspunkt des südlichen Ufers Spithamn, das nordwestliche Kap Esthlands, an. Während Ackermann die westliche Grenze des Finnischen Meerbusens von Spithamn nach Hangö über die Inseln Odensholm und Russarö führt, was die Frage nur verwickelt, ohne den rein künstlichen Charakter der betreffenden Grenze zu mindern, schlage ich vor, den Finnischen Meerbusen einfach durch die gerade Linie Spithamn-Hangö Udd von der Ostsee abzugrenzen. Innerhalb dieser Linie hat der Golf, nach meiner neuen Berechnung, ein Areal von 29 844 qkm und zieht sich von W nach O, zwischen Finnland im N, Esthland und Ingermanland im S, bis zum Delta der Nawa, des Abflusses des Onega- und Ladogasees.¹⁾

¹⁾ Krümmel hatte 18 000 qkm ermittelt (1879). [Aus den Tabellen (Morphologie der Meeresräume XX) geht hervor, dass die Grenze in 25° O. Grw. angenommen ist, sodass $\frac{1}{3}$ des Golfs bei der Ostsee verrechnet wurde.] Ackermann fand 29 567 qkm (1883). Da innerhalb der Ackermannschen Grenze der Finnische Meerbusen um 176 qkm grösser ist als innerhalb meiner Grenze, so leuchtet ein, dass, um Ackermanns Angaben mit meinem Resultat zu vergleichen, die betreffenden 176 qkm von der von ihm gefundenen

Zwischen Spithamn und Hangö Udd beträgt die Breite des Golfes 74 km; seine größte Breite, ungefähr 130 km, erreicht er in seinem östlichen Teile, etwa zwischen den Buchten von Narwa im S und von Verolaks im N (annähernd bei 28° östl. Länge).

Auf dem größten Teile seines Verlaufs, d. h. von Hangö Udd bis Kroserort (am Eingang der Wiborger Bucht), hat das nördliche Ufer die Richtung OzN, ist felsig und zeichnet sich aus durch die Anwesenheit von Scheeren, welche eine bis über 18 km breite Zone bilden. Von der Wiborger Bucht ab bis St. Petersburg verliert die Küste ihren skandinavischen Charakter, ist sandig, stellenweise sumpfig und mit Dünen besetzt; sie bietet nur noch wenige und unwesentliche Einbuchtungen; ihre Richtung ist zuerst SO, dann O und schließlich OzS.

Das südliche Ufer, vom Kap Spithamn ab, geht zuerst dem nördlichen Ufer parallel und bietet mehrere mehr oder weniger breit nach N geöffnete Buchten und einige Inseln. Vom 26. Meridian ab (östlich von der Kasper Wiek), richtet sich die Esthländische Küste nach OzS, das südliche Ufer der Narwa-Bucht bildend, während das Finnländische Ufer die Richtung OzN behält. Letztere Bucht ist im O von der Halbinsel Kurgalo, welche sich von S nach N, östlich vom 28. Meridian, hinzieht, begrenzt. Vom 26. bis zum 28. Meridian erweitert sich der Golf stufenweise und erreicht seine maximale Breite von 130 km. Östlich von der Halbinsel Kurgalo nimmt das südliche Ufer eine dem nördlichen symmetrische, also nord-östliche Richtung an; die einzigen wichtigen Einbuchtungen sind die Luga- und die Koporjebucht. Endlich,

Zahl abgezogen werden müssen; man sieht dann dasz der Unterschied nur 493 qkm beträgt, eine sehr kleine Zahl, wenn man die Verschiedenheit des kartographischen Materials und der Berechnungsmethoden in Betracht zieht. Ich habe die sogenannte Feldermethode angewandt; A. benutzte ein Planimeter. Es ist nur die Frage, ob das Instrument in der Scheerenregion den Anforderungen genügte.

vom 29. Meridian an verlaufen die beiden Ufer ungefähr parallel gegen O, die Bucht von Kronstadt, welche im O von der Insel Kotlin und von Sandgründen begrenzt ist, dann nach OzS bis St. Petersburg die Newa-Bucht zwischen dieser Stadt und der Insel Kotlin bildend.

Das nördliche Ufer: Die Scheeren. In der Scheerenregion unterscheide ich fünf von W nach O aufeinanderfolgende Teile, welche ich folgenderweise charakterisiere:

1. Hangö-Twärminne: die Küste ist wenig gegliedert, die Scheereninseln sind sehr klein und nicht zahlreich.

2. Twärminne-Barösund: maximale Entwicklung der Scheeren; diejenigen, welche nahe an der Küste liegen, erreichen bisweilen ein grosses Areal (z. B. Gullölandet-Dagerö, eine der grössten Inseln des Finnischen Meerbusens).

3. Barösund-Borgå: die Scheerenzone ist nicht sehr breit und die Scheereninseln sind klein.

4. Borgå-Verolaksbucht: die Breite der Scheerenzone ist veränderlich, ebenso das Areal der Scheereninseln.¹⁾ Die Küste bietet grosse Buchten in Form eines spitzen Winkels mit nach N gerichtetem Scheitel; grosse Inseln liegen im Innern oder am Eingange dieser Buchten. (Beispiele: die Bucht von Borgå mit den grossen Inseln Emsalö und Vessölandet im Innern; die kleine Perno Wiek, zum Teil von der Insel Sarfsalö eingenommen; die grosse Perno Wiek, an deren Eingange sich die Insel Keifsalö befindet; die Bucht von Abborfors, an deren Eingange sich zwei grosse Inseln befinden: Mogenportö im O und eine andere, auf meinen Karten unbenannte, mit dem Orte Vaterpe, im W etc.)

5. Verolaksbucht - Wiborger Bucht: Scheereninseln selten und klein; die Küste ist ziemlich gegliedert. Die Buchten dringen nicht tief ins Land ein und sind mehr oder weniger abgerundet. (Die drei wichtigsten sind diejenigen von Urpala, Satama und Kaukio).

¹⁾ Die Gruppe der Aspö-Scheeren (östlich vom 27. Meridian und südlich von Frederikshamn) erreicht die maximale Entfernung, 27,8 km im Durchschnitt, vom Nordufer.

Als wesentliche Merkmale der Scheerenregion des Finnischen Meerbusens glaube ich besonders hervorheben zu können:

- a) die mehr oder weniger abgerundete, beckenartige Form der meisten Buchten;¹⁾
- b) die Anwesenheit von engen und sehr langen Buchten, welche sehr tief ins Festland hereindringen und eine gewisse Analogie, wenigstens auf der Karte, mit den Fjorden haben; sie führen den Namen „Fjärdar“ (die Pojo-Wiek, nördlich von Ekenäs; der Tawast-Fjärd), nördlich von Porkala Udd; der Sumber-Fjärd, zwischen Porkala Udd und Helsingfors; die Bucht von Lowisa; die grosse und die kleine Perno Wiek scheinen ebenfalls zu dieser Kategorie zu gehören);
- c. die Anwesenheit gestielter, ziemlich plumper, durch eine schmale Landenge mit dem Festland verbundener Halbinseln, welche Gliederungen zweiter, dritter, usw. Ordnung aufweisen (Degerö, nördlich vom Barösfjärd; Obnäs ebenfalls; Porkala Udd; Degerölandet, östlich von Helsingfors; die beiden grossen Halbinseln, welche zwischen der Borgå-Bucht und der kleinen Perno Wiek, zwischen der letzteren und der grossen Perno Wiek sich befinden, usw.; die grosse Halbinsel, auf der sich die Stadt Hangö befindet, gehört auch zu dieser Gruppe: sie hat die Form eines Fußes, dessen Spitze nach W gerichtet ist und dessen Sohle die Küste Hangö-Twärminne wäre);
- d) westlich vom 26. Meridian sind die Scheereninseln stellenweise in der Richtung NO-SW in Reihen geordnet, zwischen welchen sich ein ziemlich tiefes, gewöhnlich von der Küstenschiffahrt benutztes Fahrwasser befindet (besonders zwischen Twärwinne und Porkala Udd und im O von dieser Halbinsel);²⁾
- e) da, wo die Felsen aus Granit oder Rapakiwi bestehen, sind die Klippen abgerundet, echte Rundhöcker, während dort, wo der Gneiß herrscht, die Klippen bizarre, scharfe und zerklüftete Formen haben;
- f) besonders im W von Helsingfors, lassen sich die Scheereninseln, pflanzengeographisch betrachtet, in drei Zonen einteilen: die äussersten Klippen, auf

¹⁾ Segelhandbuch für die Ostsee. 4 Abt. 1892, S. 115.

²⁾ Rosberg (Hettners Geogr. Zeit. VII. 1901. Heft 9) hält sie für präglaciale Längsthäler.

welchen die Vegetation fehlt oder sehr spärlich ist; die mittleren Inseln, mit mehr oder weniger vom Winde gekrümmten Coniferen; die inneren Inseln, mit der mannigfaltigsten Pflanzenwelt Finnlands (750 Arten von Gefässpflanzen gegen 420 im Innern des Landes).¹⁾

Die **Wiborger Bucht** schließt sich noch an die Scheerenregion an; sie hat mehr oder weniger die Form eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Katheten nahezu gleich sind; eine Kathete wird durch die Verlängerung der Scheerenküste gebildet, deren Richtung W-O war und die jetzt bis Wiborg, dem nördlichen Endpunkte der Bucht (und dem nördlichsten Punkte des ganzen Finnischen Meerbusens) NO verläuft, secundäre, nicht sehr tiefe und mehr oder weniger abgerundete Buchten darbietend. Von Wiborg geht die Küste nach S, die Hypotenuse des rechtwinkligen Dreiecks bildend, mit Buchten und Halbinseln, welche in auffällender Weise denen der eben beschriebenen Kathete entsprechen. Dann richtet sich die Küste nach NW, wird durch eine grosse unbenannte und ungegliederte Halbinsel gebildet und stellt zum größten Teil die andere Kathete dar; darauf folgt eine kurze Unterbrechung durch das Meer — der Eingang der Bucht; endlich schließt ein Vorsprung des entgegengesetzten Ufers das Dreieck. Eine grössere Anzahl Inseln befindet sich in der Wiborger Bucht; die grösste, Revensari, liegt parallel zur grossen Halbinsel (Richtung NW-SO) und nimmt einen der spitzen Winkel des Dreiecks ein. Eine andere grosse Insel, Uransari, liegt ungefähr in der Mitte der Bucht und hat NS-Richtung. Vom Eingange bis Wiborg hat die Bucht eine Länge von über 18 km. Der charakteristische Zug der Wiborger Bucht ist, außer der dreieckigen Form, die Orientierung NW-SO, also senkrecht zur Achse der Bucht, der Mehrzahl ihrer secundären Buchten, Halbinseln und Inseln. Ebenso bemerkenswert ist die symmetrische Anordnung der secundären Buchten und Halbinseln zu beiden Seiten der erwähnten Achse.

Von der Wiborger Bucht bis St. Petersburg besteht die Küste aus losem Material. Sie zerfällt (von W nach O) in die drei folgenden Teile:

1. Von Piperort bis zum Kap Laivasta. Die Richtung ist NW-SO. Parallel mit der grossen Halbinsel, welche

¹⁾ Bemerkungen d, e und f nach Rosberg, loc. cit.

die Wiborger Bucht abschließt, befinden sich gegen SW drei grosse Inseln: Peisari, Björkö und Torsari. Zwischen den beiden erstgenannten Inseln und dem Festlande befindet sich eine tiefe, 3700 m breite Meeresstrasse, der Björkö-Sund. Alsdann weist die Küste mehrere Einbuchtungen auf, deren größte und nördlichste den Namen Kmelewsky-Bucht führt.

2. Vom Kap Laivasta bis zum Kap Lissi-noss gehört die Küste zur Kronstadter Bucht. Ein aus mehreren übereinandergelagerten Terrassen (2—3) bestehender Höhenzug begleitet die Küste. Secundäre Einbuchtungen fehlen. Der östliche Teil dieser Küstenstrecke ist niedrig und sumpfig.

3. Vom Kap Lissi Noß bis St. Petersburg. Richtung OzS; die Küste gehört zur Nawa-Bucht; sie ist auch ungliedert,¹⁾ niedrig und sumpfig.

Das südliche Ufer. Am südlichen Ufer unterscheidet sich: 1. den Esthländischen Anteil, vom Kap Spithamn bis zur Narowa-Mündung, welcher stellenweise (im W, in der Mitte und im O) ein kalkiges, steiles, mehr oder weniger hohes Ufer, den sogenannten Glint aufweist und

2. den Ingermanländischen Anteil, von der Narowa-Mündung bis St. Petersburg, ganz aus losem Material bestehend. Im Hintergrunde erblickt man stellenweise ebenfalls aus losen Materialien bestehende Anhöhen.

Die Esthländische Küste. 1. Vom Kap Spithamn bis zur Rogger Wiek zieht sich die Küste gegen O hin und weist abgerundete, nicht tief eingreifende Buchten auf; im östlichen Teile dieser Strecke sind zwei grosse Inseln, Groß- und Klein-Roggö, miteinander und mit dem Festlande durch eine Untiefe verbunden. Bis dahin ist die Küste niedrig.

2. Von der Rogger Wiek bis zur Kasper Wiek. Das ist die Region der Nordethländischen Halbinseln; die wichtigsten sind von W nach O: diejenigen von Baltischport, Brigitten, Iggossal, Juminda und Perespe. Diese Halbinseln, welche eine breite Basis haben und sich gegen N zuspitzen, wechseln mit weit gegen N geöffneten, stark abgerundeten Buchten ab.²⁾ Einige dieser Buchten sind

¹⁾ Die einzige Bucht ist der sog. Lachta-Busen, dicht beim Nawa-Delta.

²⁾ Die am besten ausgebildeten sind von W nach O: die Rogger Wiek westlich und die Lachepe-Bucht östlich von der

mehr breit als lang, während andere das umgekehrte Verhältnis darbieten. Die Hauptrichtung ist OzN. Etliche kleine Inseln sind durch Untiefen mit dem Festlande verbunden. Einige andere Inseln, von denen nur zwei (Nargö und Gross-Wrangel) ein nennenswertes Areal erreichen, liegen mehr seewärts und sind von tiefem Wasser umgeben. Die Küste ist niedrig, mit Ausnahme folgender Stellen: die Ufer der Halbinsel Baltischport, der Lachepe-Bucht, der Revaler Bucht z. T. (Kap Surop-Tischer und im Hintergrunde der westlichen Küste der Brigitten-Halbinsel) und im östlichen Teil der Kolko-Wiek beim Dorfe Zitter.

3. Von der Kasper Wiek bis zur Narowamündung ist die Richtung OzS. Das erste Drittel dieser Strecke bietet unwesentliche Einbuchtungen, deren größte und östlichste den Namen Kunda-Bucht führt. Die anderen zwei Drittel der Strecke gehören zur Narwa-Bucht und zeichnen sich durch völlige Abwesenheit von Einbuchtungen und Inseln aus, bieten dagegen ein Steilufer, welches sich von Pedis bis Merekjül hinzieht, mehrere Unterbrechungen, besonders von Asserien bis Isenhof, von dort bis Sackhof, von Peithof bis Udrias erleidend. Von Merekjül bis Hungerburg, an der Narowamündung, ist die Küste niedrig und sandig.

Die Ingermanländische Küste. 1. Von der Narowamündung bis zur Kronstadter Bucht. Die Hauptrichtung ist NO. Die Küste verläuft treppenartig nach N, die Narwa-Bucht zum Teil und die Luga- und Kaporje-Bucht ganz bildend.

Man begegnet zuerst der sehr großen Kurgalo-Halbinsel (eigentlich eine Insel), welche mit dem gleichnamigen Kap endigt; bis zu diesem Kap gehört die Küste der Narwa-Bucht an, welche sie im Osten begrenzt; dann kommt die Luga-Bucht, in welche der schöne Luga-Fluß sich ergießt; dieser erleidet in seinem unteren Laufe drei Bifurkationen; der wichtigste der sich abzweigenden Arme, die Russona, ergießt sich in die Narowa dicht bei ihrer Mündung, sodaß die Narwa-Bucht mit der Luga-Bucht kommuniziert. Das östliche Ufer der Luga-Bucht weist

Halbinsel Baltischport; die grosse Bucht von Reval, westlich von der Brigitten-Halbinsel; die Igossal-Bucht westlich und die Ramosari-Bucht östlich von der Halbinsel Igossal; die grosse Kolko-Wiek im W und die Papon-Wiek im O von der Halbinsel Juminda; die Monk-Wiek und die Kasper Wiek östlich von der Halbinsel Perespe.

im Hintergrunde erhebliche Anhöhen (unter anderen der sog. Soikin-Berg, welcher 109 m haben soll) auf.

Es folgt die sehr breite aber nicht lange Koporje-Bucht; dann geht die Küste noch mehr nordwärts bis zum Eingange in die Bucht von Kronstadt, wo sie, etwas östlich vom Meridian des Kaps Laiwasta, ihren nördlichsten Punkt erreicht. Von der Narowamündung bis zum Eingange in die Kronstadter Bucht, begegnet man nur wenigen und unbedeutenden Inselchen. Dagegen verlängert sich die Halbinsel Kurgalo unterseeisch gegen NW und N, mächtige Riffe bildend.

2. Vom Eingange in die Bucht von Kronstadt bis St. Petersburg. Die Küste gehört ausschließlich den Buchten von Kronstadt und von der Newa an; sie geht, fast ohne Einbuchtungen, in der Richtung OzS und nur, ganz nahe bei St. Petersburg, wendet sie sich nach NO bis zum Newa-Delta. Längs der Küste sind keine Inseln; diejenigen, welche sich mehr seewärts befinden, werden weiter unten erörtert.

Die Inseln. Wir übergehen die Scheeren und alle anderen in der Nähe der Küste gelegenen, z. T. schon erwähnten Inseln und betrachten nur diejenigen, welche eine mehr centrale Stellung einnehmen. In den vier Siebenteln der ganzen Länge des Finnischen Meerbusens, die den Raum vom 23. Meridian bis zum 27. ungefähr einnehmen, befinden sich nur zwei unabhängige Inselchen, das eine, Kokskär, im N von Groß-Wrangel, von welchem es durch erhebliche Tiefen getrennt ist, gelegen, das andere, Stenskär, ungefähr 30 km nördlich von Esthland, zwischen der Kasper Wiek und Kunda-Bucht. Beide sind wichtig für die Navigation und haben Leuchttürme. Die wichtigsten Inseln des Finnischen Meerbusens befinden sich auf den letzten drei Siebenteln seiner Länge, d. h. zwischen dem 27. und 30. Meridian. Man trifft zuerst westlich vom 27. Meridian die 3 Inselchen Rodskär, N- und S-Wirgin, von welchen das erste einen Leuchtturm trägt. Dann nördlich von der Narwa-Bucht, auf einem gegen N gerichteten Bogen, welcher von der Insel Nord-Hoft (nördlich von der Kunda-Bucht) zum Kap Kurgalo geht und als offizielle

Grenze der Narwa-Bucht gegen den Finnischen Meerbusen gilt, die Inseln Klein-Tjuters, Gross-Tjuters (letztere sehr bemerkenswert durch ihre abgerundete Form und durch die Abwesenheit von Untiefen, mit Ausnahme der SO-Seite), und nicht weit vom Kap Kurgalo, das ganz kleine Inselchen Wigrund, von einer sehr ausgedehnten Untiefe umgeben. Dann die grossen Inseln, in deren Nähe sich die Navigation bewegt, Hochland, Lawensari, Penisari, Seskär und Kotlin, welche sämtlich, trotz der großen Entfernung der ersten und der letzten von den drei mittleren, vom selben Parallel ($60^{\circ} 1' 15''$) durchschnitten werden. Hochland, die Perle des Finnischen Meerbusens, liegt gerade am 27. Meridian. Sie zieht sich von NNW nach SSO hin, hat eine Länge von 11 km und eine Breite von 2 km, ist fast ungegliedert, von tiefem Wasser umgeben, felsig, gebirgig, steil, erreicht 126 m Höhe im N und 148 m im S, hat Seen, Wasserfälle usw. (Im N und S befinden sich Leuchttürme.)

Lawensari, in NNO von Wigrund, besteht aus zwei Inseln, welche durch eine schmale Landenge verbunden sind; die westliche Insel ist bei weitem die größere. In kleiner Entfernung davon, Penisari, nördlich von der Halbinsel Kurgalo. Weiter nach O Seskär, nördlich von der Luga-Bucht, mit einem Leuchtturm. Diese drei Inseln sind sandig, niedrig und von ausgedehnten Untiefen, besonders Seskär, umgeben.

In dem weiten Raume nördlich von einer Verbindungslinie Hochland-Seskär liegen zwei einsame, je einen Leuchtturm tragende Eilande: Sommers in NNW und Nerwa in NNO von Lawensari.

Endlich, nach einer langen Unterbrechung begegnet man der Insel Kotlin, auf welcher die Stadt Kronstadt erbaut ist und welche die Bucht von Kronstadt von der Newabucht trennt. Der Seefahrer, welcher von W kommt, erblickt zuerst den Leuchtturm Tolbukin auf der sehr kleinen Insel gleichen Namens, die mit der westlichen Spitze der Insel Kotlin durch eine Untiefe verbunden ist.

Die Insel Kotlin geht von WNW nach OSO, hat eine Länge von 6 km, ist sehr schmal in ihrem westlichen Drittel und erreicht sonst eine Breite von 1,5 km. Sie ist mit dem nördlichen und südlichen Ufer durch Untiefen, auf welchen einige mehr oder weniger künstliche, befestigte Inselchen sich befinden, verbunden. Das Hauptfahrwasser geht im Süden von der Insel vorbei und wird künstlich unterhalten. Die Stadt und der Hafen befinden sich am östlichen Ende der Insel, welche niedrig und von Untiefen umgeben ist.

2. Unterseeisches Relief, mittlere Tiefe und Volumen.

Die Tiefen von 40 m und darunter.¹⁾ Die Isobathe von 40 m, welche zum größten Teil auf der deutschen Admiralitätskarte 79 „Der Finnische Meerbusen“ dargestellt ist, zeigt sofort mehrere wichtige Züge des Reliefs des Finnischen Golfes. Die betreffende Isobathe verläuft vom Westen kommend, in unregelmässigen Biegungen längs des nördlichen Ufers, in einer Entfernung von 9 bis 37 km von der Küste, ohne in irgend eine der Finnischen Buchten einzudringen, geht nördlich von Hochland²⁾ bis zur Insel Nerwa, schickt eine Ausbuchtung nach NW, eine andere nach N und eine dritte nach O und kehrt zur Insel Nerwa zurück. Längs des südlichen Ufers — vom Eingange bis zum 27. Meridian ungefähr — nähert sich die Isobathe von 40 m der Küste bedeutend mehr (stellenweise bis 100 m), macht ebenfalls unregelmäßige Kurven, deren mehrere parallel mit den esthländischen Halbinseln verlaufen und sie dringt in mehrere Buchten ein. Dann verläuft sie südlich von Klein-Tjuters, nördlich von Groß-Tjuters und von Wigrund, schickt zwei tiefe Ausbuchtungen in die Narwa-Bucht, die eine westlich von Groß-Tjuters,

¹⁾ Die Ackermannsche Karte gibt keine tüble Darstellung der Isobathen von 40 und 60 m.

²⁾ und nicht südlich, wie die deutsche Karte es darstellt.

die andere östlich von dieser Insel, richtet sich nach N, westlich von Lawensari und in der Richtung der Insel Sommers, dann vereint sie sich mit der nördlichen Isobathe von 40 m östlich der Insel Nerwa, nachdem sie noch eine Ausbuchtung nach SO in der Richtung der Insel Seskär beschrieben hat.

Eine zweite Isobathe von 40 m, welche auf der deutschen Admiralitätskarte nicht dargestellt ist, begrenzt eine 28 km lange Vertiefung,¹⁾ welche sich im Osten von der letztgenannten Ausbiegung und einer kleinen Bodenschwelle²⁾ von 4—5 km Breite, in der Richtung WO (nördlich vom 60. Parallel) hinzieht.

Also weisen geringere Tiefen als 40 m auf: eine Zone von ungefähr 23 km längs der Finnländischen Küste; eine weit schmalere längs des Esthländischen Ufers; der innere Teil der Narwa-Bucht; die ganze Wiborger Bucht und — zwei oben erwähnte Ausbiegungen und die Vertiefung von Seskär sowie vereinzelte kleine Stellen ausgenommen — der ganze übrige Teil des Finnischen Meerbusens östlich vom 28. Meridian.

Wir wollen den Verlauf der Isobathe von 40 m und einige Tiefen innerhalb dieser Linien näher betrachten.

Die Scheerenregion. Man kann allgemein sagen, daß die Tiefen schnell und unregelmässig abwechseln. Rosberg³⁾ sagt, dass zwischen den Scheereninseln die Tiefen klein sind, von 2—10 m, ausnahmsweise 20 m. Auf der großen schwedischen Karte „Finskaviken“ (im Maßstabe von $\frac{1}{200000}$, in 2 Blättern) sind die Tiefen im Innern der Fjärdar nicht bezeichnet, und ich entnehme einer Notiz

¹⁾ Diese Vertiefung ist im Physikalischen Atlas von Berghaus, im See-Atlas und bei Ackermann dargestellt; der letzte gibt ihr fälschlich ihre grösste Ausdehnung in der Richtung N-S, während Berghaus eine richtigere Darstellung gibt.

²⁾ auf welcher sich die Nagajew-Bank, im NW von Seskär, befindet.

³⁾ loc. cit.

des Segelhandbuches (S. 217), daß die Pojo-Wiek in ihrer Mitte 20—34 m tief ist. Bis zur Halbinsel Porkala ist der Verlauf der Isobathe ziemlich gleichmäßig.

Als ich die Isobathen auf der schwedischen Karte zeichnete, konstatierte ich die Existenz von drei schmalen, bis über 40 m tiefen, unterseeischen Rinnen, welche von der See aus bis zu einer geringen Entfernung von der Finnländischen Küste sich hinziehen. Die eine befindet sich im O von der Halbinsel Porkala, zwischen den Michels-Scheeren und dem Åransgrund (worauf ein Leuchtschiff stationiert ist). Sie schneidet den 60. Parallel zwischen $24^{\circ} 40'$ und $24^{\circ} 50'$, biegt gegen W um, in der Richtung des Sumber Fjärds, dessen unterseeische Fortsetzung sie zu sein scheint, und hat noch eine Tiefe von 42 m in einem Abstände von 1852 m südlich von der Insel Kitö Käring. Zwischen den Meridianen von Helsingfors und Wiborg hat die Isobathe einen sehr unruhigen Verlauf und macht östlich von Kalbodan Grund ¹⁾ eine zungenartige Ausbiegung (um die Bänke Nannin, Kosakewitsch, Sawinkow), welche den 60. Parallel durchschneidet. In der Borgå-Bucht, im SW von der grossen Insel Emsalö, ist auf der schwedischen Karte eine Tiefe von 60 m und eine andere von 64 m bezeichnet. Südlich von der kleinen Perno-Wiek, ausserhalb der Scheeren und auf dem 26. Meridian befindet sich ein großer elliptischer Graben (auf der deutschen Karte bezeichnet), welcher sich von SzW nach NzO hinzieht, eine Länge von 13 km, eine Breite von 4 bis 5 km und Tiefen von 40 bis 51 m, mit Ausnahme des nördlichen Brennpunktes der Ellipse, welcher sich bis 16 und sogar bis 9 m von der Meeresoberfläche erhebt, aufweist. Immer in derselben Region, in SO von der kleinen Perno-Wiek, befindet sich die zweite von mir gefundene Rinne. Ihr Eingang ist im O von der Insel Digskär (ungefähr bei $60^{\circ} 10'$). Sie gabelt sich: ein Arm

¹⁾ Ein Feuerschiff ist auf dieser Untiefe verankert.

geht nach W, der andere nach NW bis Hamnholm, 5,5 km von der Halbinsel entfernt, die die große Perno-Wiek von der kleinen trennt. Die deutsche Karte giebt auf dieser Stelle (innerhalb der Isobathe von 40 m) 5 Lotungen, welche eine Vertiefung in T- oder in Y-Form zu zeichnen erlauben. Man erblickt auf dieser Karte jedoch keine Verbindung zwischen dieser Vertiefung und der Haupt-Isobathe. Wir nähern uns der Insel Hochland. Auf der deutschen Karte geht die Isobathe von 40 m nach S längs des westlichen Ufers der Insel, biegt nach O um, geht dem östlichen Ufer entlang nach N, dann nach mehreren Windungen längs der Aspö-Scheeren richtet sie sich auf die Insel Nerwa. Im N von der Insel Hochland, in der Scheerenregion sind auf der betreffenden Karte mehrere isolierte Tiefen von über 40 m angegeben. Das Zeichnen der Isobathen auf der schwedischen Karte, auf welcher die Lotungen viel zahlreicher sind, als auf der deutschen, führte mich zur Entdeckung einer dritten unterseeischen Rinne. Sie befindet sich westlich von den Untiefen Preobrajenija, Welikalla, Spartenkow, Patrikija, bis gegenüber (östlich) der Insel Kaunisari (zwischen dieser Insel und Rankö). Andererseits ist es möglich, die Isobathe von 40 m im N von Hochland auf der schwedischen Karte zu zeichnen. Die Insel selbst, ebenso wie Hochlandsgrund (im NzW) können von einer anderen Isobathe von 40 m umschlossen werden. Zwischen der Isobathe des Finnländischen Ufers und derjenigen der Insel Hochland fand ich einen über 1 km breiten und 46 m am Eingange im W, 40 m in der Mitte und 44 m am Ausgange im O tiefen Kanal. Es schien mir unentbehrlich, diese Frage ausführlicher zu betrachten, da so bedeutende Werke wie Berghaus physikalischer Atlas (ebenso der See-Atlas) und die deutsche Admiralitätskarte Hochland als auf einer Art Barre, einer unterseeischen Verlängerung des Finnländischen Ufers gegen S gelegen, bezeichnen; und Ackermann sogar von einer „ Barre, auf welcher die Inseln Gross-Tjuters

und Hochland liegen“¹⁾ spricht. Für denjenigen, der eine Spezialkarte dieser Region vor den Augen hat, ist diese Barre ein Mythos. Im O von der dritten, eben beschriebenen Rinne, befinden sich noch zahlreiche Stellen mit 40 m und mehr Tiefe, welche ihrerseits zur Zergliederung eines tatsächlich vorhandenen unterseeischen Anhängsels des Finnländischen Ufers beitragen. Von den Aspö-Scheeren an bis zu der Wiborger Bucht (einschließlich), und von dort bis zum südlichen Eingange des Björkö-Sund, sind Tiefen von 40 m innerhalb der Isobathe von 40 m, eine grosse Seltenheit; die deutsche Karte trägt deren vier, die sich alle in der Nähe der Haupt-Isobathe befinden. Im Björkö-Sund variiert die Tiefe zwischen 14 und 31 m. Am Eingange der Wiborger Bucht gibt es Tiefen bis zu 31 m, weiter nördlich bis zur Hälfte.

Das Esthländische Ufer (bis zur Kunda-Bucht). Es ist hinzuzufügen, daß die Isobathe von 40 m sich besonders den Halbinseln Baltischport, Brigitten, Juminda und Perespe nähert und daß sie in die Buchten von Roggö (Rogger Wiek), Reval, Iggossal, in die Kolko-Wiek (zweimal) und in die Papon-Wiek eindringt. Um die Bänke Nagajew und Sneg und um die Inseln N- und S-Hoft bietet die 40 m-Isobathe drei merkwürdige Bogen, deren Umrisse stark an die Esthländischen Halbinseln erinnern. Vielleicht sind die betreffenden Bänke und Inseln Reste des durch die Wirkung der Wellen erodierten Festlandes. Vom Kap Spithamn bis zur Kunda-Bucht begegnet man innerhalb der Isobathe von 40 m keinem Graben und keinen Rinnen wie in Finnland; die unterseeische Böschung ist viel steiler, besonders in der Nähe der Halbinseln und Vorgebirge westlich vom 26. Meridian, als am nördlichen Ufer.

Die Narwa-Bucht. Der innere Teil der Bucht neigt sich sehr regelmäßig bis zu einer Tiefe von 30 m; das ist die mittlere Tiefe des inneren Teiles der Bucht. Die

¹⁾ Ackermann, loc. cit. S. 24.

Isobathe von 20 m verläuft in einer ziemlich gleichmäßigen Entfernung von 3—6 km vom Ufer, ausgenommen im N vom Orte Isenhof und westlich vom Kap Kurgalo; im ersten Falle geht die Isobathe von 20 m 9 km weit von der Küste, im zweiten Falle sogar 27 km weit (nach W) von der nördlichen Spitze der Halbinsel Kurgalo, die Bänke Kiskola, Wigrund und Namsi umschließend.

Die Insel Lawensari und die südlich davon gelegene Rußmatala-Bank sind von einer geschlossenen 20 m-Isobathe umgeben. Nördlich vom Kap Kurgalo, bilden die Bänke Kurgalo, Chailoda, die Insel Penisari, die Bänke Spartenkow, Meteor und Lawensari, welche von S nach N hintereinanderfolgen, eine wahre Barre, welche von der Isobathe von 20 m, die von Wigrund, wo wir sie verlassen hatten, kommt, umschlossen werden. Darnach dringt die Isobathe von 20 m, welche sich der Halbinsel Kurgalo genähert hatte, leicht zweimal hintereinander in die Luga-Bucht ein, geht wieder nach N, umschließt die Insel Seskär und die nördlich davon gelegene Bank Nagajew, kehrt nach S zurück, dringt ein drittes Mal in die Luga-Bucht ein (tiefer als die beiden ersten Male) unweit ihres östlichen Ufers; dann schickt sie eine kleine Ausbuchtung in die Koporje-Bucht, unweit ihres westlichen Ufers und geht weit seewärts am Kap Dolgoi-Noß vorbei um die Bucht von Kronstadt in einem Abstände von etwa 3 km von ihrem südlichen Ufer zu erreichen.¹⁾

Die Koporje-Bucht ist sehr flach. Die Isobathe von 10 m verläuft im allgemeinen 4 km weit vom Ufer und diejenige von 20 m in einem Abstände von 10 km von der Küste. Vom Kap Dolgoi-Noß ab nähern sich die Isobathen von 10 und 20 m merklich einander und der Küste. Von Lawensari bis zum Eingange der Kronstadter Bucht hat alles, was sich außerhalb der beschriebenen

¹⁾ Es ist einer der zahlreichen und grossen Verdienste der deutschen Admiralitätskarte, dass sie die Isobathen in dieser komplizierten Region trägt.

Isobathen befindet, Tiefen von 20—39 m, welche zu oft von isolierten Bänken, die ich hier nicht aufzählen kann, unterbrochen sind.

Die Kronstadter Bucht. Die Isobathe von 20 m hält sich ziemlich nah am nördlichen Ufer, verläßt es gegenüber dem Kap Inonemi, biegt nach O aus, ohne den Meridian der Insel Tolbukin zu überschreiten, richtet sich nach SW und verläuft parallel mit dem südlichen Ufer bis zum Eingange der Bucht. Die Isobathe von 10 m, längs des nördlichen Ufers bis zum Kap Inonemi, fällt mit der Isobathe von 20 m mehr oder weniger zusammen. Vom Kap Inonemi an biegt sie tief in den nördlich von der Insel Kotlin belegenen Teil der Bucht aus, geht zurück, die Insel Tolbukin im N, W und S umgebend, biegt in den südlich von der Insel Kotlin belegenen Teil der Bucht leicht aus, richtet sich nach W und geht, in einer kleinen Entfernung vom Ufer, bis zum Eingange der Bucht.

Die Newa-Bucht ist eine außerordentlich einfache Wanne, deren tiefster Teil, eine von N nach S gerichtete, ungefähr 4,4 km lange und 2,4 km breite Vertiefung, sich unmittelbar südlich von der Verbindungslinie Kronstadt-Kap Lissi Noß befindet. Längs des nördlichen und des südlichen Ufers und in der Nähe von Kronstadt sind die Isobathen sehr nahe aneinander gerückt. In der Richtung WO dagegen sind die Isobathen sehr weit von einander entfernt und die Zunahme der Tiefe von O nach W eine sehr langsame. In der erwähnten Vertiefung beträgt die Tiefe 6,4 m.

Die Isobathe von 60 m. Die nördliche Isobathe von 60 m macht zahlreiche Windungen ganz nahe der mittleren Linie des Golfes, welche sie berührt, ja sogar überschreitet; ¹⁾ mit der Isobathe von 40 m verläuft sie nur selten parallel. Sie geht südlich von Hochland, steigt

¹⁾ Am Meridian des Kaps Perespe, nähert sich die nördliche 60 m-Isobathe der esthländischen Küste bis auf 16 km und der südlichen 60 m-Isobathe auf 12 km.

gegen N längs des östlichen Ufers dieser Insel, geht südlich von den Aspö-Scheeren und der Insel Sommers, zahlreiche Windungen bildend, und nachdem sie noch eine kleine Ausbuchtung in die Richtung der Insel Nerwa abgesandt hat, geht sie nach W und nach S zurück, bis zum Parallel der Insel Lawensari. Die südliche Isobathe von 60 m unterscheidet sich im Gegenteil, vom Eingange des Golfes bis zur Kunda-Bucht, durch ihren Parallelismus mit der Isobathe von 40 m, durch ihre äusserste Annäherung an diese Linie und folglich durch ihre geringe Entfernung von der Küste. Sie dringt in die Revaler Rhede zwischen den Inseln Nargö und Wulfö ein, in die Bucht von Iggossal, in die Kolko-Wiek (zweimal) und in die Papon-Wiek. Im NW von den Inseln Hoft richtet sie sich direkt auf Kleintjuters, dringt zweimal in die Narwa-Bucht ein, geht dann nach N zwischen Hochland und Lawensari, überschreitet beträchtlich die mittlere Linie des Golfes, entsendet in die Richtung der Aspö-Scheeren eine grosse Ausbuchtung und vereinigt sich mit der nördlichen Isobathe von 60 m.

Die Isobathe von 80 m.¹⁾ Die Tiefen von 80 m sind meistens im südlichen und westlichen Teile des Golfes lokalisiert; infolge dessen hören wir auf, von einer nördlichen und südlichen Isobathe zu sprechen. Eine erste Isobathe von 80 m beginnt etwa in der Mitte der Grenzlinie Hangö-Spithamn, richtet sich nach O bis zur Insel Nargö (Meridian des Kaps Surop) und geht zurück nach SW, längs der esthländischen Küste bis zur konventionellen Linie, welche sie in einer Entfernung von 14 km vom Kap Spithamn schneidet; sie begrenzt eine trichterförmige Vertiefung, welche gegen die Ostsee geöffnet ist, deren Breite 27 km am Eingange beträgt und sich auf einer Länge von 67 km von W nach O hinzieht. Ich nenne

¹⁾ Leider sind in der Ackermanschen Karte die Tiefen von 60 bis 100 m durch eine und dieselbe Farbe dargestellt, was das wirkliche Relief des Golfes verwischt und ihn durchschnittlich zu tief erscheinen lässt.

diese gegen die Ostsee geöffnete Vertiefung die Eingangsrinne.

Eine zweite Isobathe von 80 m beginnt ebenfalls am Meridian des Kaps Surop in NW von der Insel Nargö und begrenzt eine 78 km lange, 4 bis 24 km breite Vertiefung, welche sich gegen O bis zum Meridian des Kaps Perespe erstreckt. Im S hält sich die Isobathe von 80 m sehr nahe derjenigen von 60 m und trennt sich von ihr nur der Iggossal-Bucht gegenüber, wo sie nach NW zurückkehrt, die Gruppe der Wrangel-Inseln umbiegend; dann begleitet sie ganz regelmäßig die Isobathe von 60 m bis zur Papon-Wiek. Im N macht die 80 m-Isobathe ziemlich starke Windungen, welche mehrere Einschnürungen der Vertiefung, u. a. dem Kap Juminda gegenüber und im NzW von der Insel Groß-Wrangel, verursachen. Ich nenne diese zweite Vertiefung die große Esthländische Mulde.

Eine Mulde von 18,6 km Länge und 4,8 km Breite befindet sich in der Richtung SN, 4 km nördlich von der Insel Ekholm, westlich vom 26. Meridian. Ich nenne sie — die Mulde von Ekholm.

Eine andere, 20 km lange, 4,8 km breite Mulde, ebenfalls in der Richtung SN liegt östlich vom 26. Meridian, in 2,5 km westlich von der Insel Stenskär. Ich nenne sie — die Mulde von Stenskär.

Außer den eben beschriebenen Mulden gibt es keine zusammenhängende Tiefen von 80—99 m. Die deutsche Karte trägt allerdings einige vereinzelte Lotungen von 80 m und darüber. Die Ackermannsche Karte trägt eine Lotung von 82 m im O von Hochland. Ich halte diese Lotung für apokryph, da ich nichts Ähnliches auf meinen neuesten Karten finde.

Tiefen von 100 m und darüber finden sich: 1) am Eingange des Golfes; 2) in der großen Esthländischen Mulde; 3) in der Stenskär-Mulde.

1. Die conventionelle Linie Spithamn-Hangö schneidet in einer Entfernung von 20 km vom Kap Spithamn eine

kleine Vertiefung, welche 110 m Tiefe auf der Seite der Ostsee und 104 m auf der Seite des Finnischen Meerbusens hat. Östlich davon zeigt die deutsche Seekarte zwei kleine Mulden, die eine 100—110 m, die andere 110 m tief, welche, wie es mir scheint, zu einer einzigen vereint werden können. Nördlich von dieser Gruppe trägt die deutsche Karte eine vereinzelt Lotung von 101 m. Keine von diesen Tiefen ist auf der schwedischen Karte bezeichnet. ¹⁾

2. Im westlichen Teile der Grossen Esthländischen Mulde, und westlich von Revalstein, scheinen drei von W nach O nacheinanderfolgende Lotungen ²⁾ von 100, 101 und 100 m eine kontinuierliche Rinne zu bilden.

Zwischen Groß-Wrangel und Kokskär erstreckt sich von NW nach SO eine 17 km lange aber sehr schmale Rinne, welche ich die grosse Esthländische Rinne nenne. Hier begegnet man der größten bekannten Tiefe des Finnischen Meerbusens, 113 m.

Nördlich und ganz nahe der Insel Kokskär trägt die deutsche Seekarte eine Lotung von 100 m. Am östlichen Ende der Großen Esthländischen Mulde, ungefähr auf dem Meridian von Kalbådan-Grund (und Feuerschiff), zeigt dieselbe Karte noch eine Lotung von 100 m.

3. Ungefähr in der Mitte der Stenskär-Mulde zeigt die deutsche Seekarte eine Lotung von 100 m.

Ergebnisse der das Relief betreffenden Untersuchungen. Aus dem Gesagten ergibt sich, daß der Finnische Meerbusen in seinem westlichen Teile seine größte Tiefe in der Nähe Esthlands erreicht, und daß dort der unterseeische Boden sich vom nördlichen Ufer ab sehr langsam und vom südlichen ab sehr schnell senkt. Im östlichen Teile, östlich von Hochland, sind die größten

¹⁾ Ackermann stellt irrtümlich eine Rinne von 100—150 m Tiefe dar, welche von der Ostsee kommend, in den Finnischen Meerbusen bis NW von den Inseln Roggö eindringt.

²⁾ nur auf der deutschen Seekarte bezeichnet.

Tiefen jedoch mehr in der Nähe des nördlichen Ufers und in der Mitte zu finden. Abgesehen von den geschlossenen Isobathen, kann man sagen, dass die Isobathe von 80 m von der Ostsee kommend, bis zum Meridian des Kaps Surup ($24^{\circ} 23'$) eindringt, die Isobathe von 60 m bis zum Meridian von Lawensari ($27^{\circ} 48'$), diejenige von 40 m — bis zum Meridian der Halbinsel Kurgalo ($28^{\circ} 10'$) und diejenige von 20 m — bis zum Meridian der Insel Tolbukin ($29^{\circ} 33'$). Derartig ist die progressive Abnahme der Tiefe von W nach O.

Die mittlere Tiefe und das Volumen. Die mittlere Tiefe, sehr sorgfältig auf Grund der schwedischen Karte im Maßstabe 1:200 000 und mittels der Feldermethode berechnet, fand sich = 0,0356 km oder 35,6 m und das Volumen = $29\,984 \times 0,0356 = 1064$ cbkm.¹⁾

Stellen wir zum Schluß alle Dimensionen des Finnischen Meerbusens zusammen:

Areal	29 884 qkm
Größte Tiefe	113 m
Mittlere Tiefe	35,6 m
Volumen	1 064 cbkm

3. Strandverschiebungen.

Historisches. Im Jahre 1754 machten die Schweden bei Hangö Udd die erste Marke im Gestein, um festzustellen, in welchem Maße das südliche Finnland an der negativen Strandverschiebung Skandinaviens teilnehme.²⁾ Im Jahre 1800 wurden bei Sweaborg zwei weitere Marken gemacht, die eine im Hafen, die andere unweit von den Kränen, und eine dritte auf der Insel Russarö. 1837 verfaßte die Kaiserlich russische Akademie der Wissenschaften

¹⁾ Krümmel hatte (1879) 45 m als mittlere Tiefe angenommen und als Volumen seiner kleineren Fläche 810 cbkm ermittelt.

²⁾ Michailow in *Isweestija*, 24, 1888.

eine Anweisung, nach welcher noch jetzt Beobachtungen über das Niveau der Ostsee von der russischen Kriegsmarine ausgeführt werden. Von 1837 bis 1874 wurden 47 Marken an den Ufern und auf den Inseln des Finnischen Meerbusens angebracht; ¹⁾ man maß die Höhe dieser Marken über dem mittleren lokalen Meeresniveau, wie es aus den Sommerbeobachtungen ermittelt wurde.

Seit 1841 wurde in Kronstadt, seit 1842 in Reval, seit 1858 in Hangö und Helsingfors, seit 1860 in Porkala, seit 1866 am Leuchtturme von Hangö und auf Söderskär, eine neue Forschungsmethode angewandt, nämlich die täglichen Beobachtungen des Meeresniveaus mittels des Limnimeters (Lattenpegels). ²⁾

Zwar war die negative Strandverschiebung Süd-Finnlands eine altbekannte Tatsache, nur wußte die Bevölkerung nicht, was das Bewegliche dabei ist, ob das Land sich hebt oder ob das Meerwasser sich senkt.

„Bei dem Vorgebirge Altarkallio, auf der Insel Hochland“, erzählt Helmersen, ³⁾ „ragt eine Felsmasse ziemlich hoch über das Wasser hervor und ist durch einen 10 Schritt (ca. 6 m) langen, festen Felsdamm mit der Insel verbunden, den die Wellen jetzt nur bei hoher See überfluten. Als Oberst Hoffmann (Verfasser von: Geognostische Beobachtungen auf einer Reise von Dorpat nach Åbo 1837) einst zu Boot hier vorüberfuhr, fragte ihn sein Begleiter, ein 65jähriger Hochländer, ganz aus eigenem Antriebe: Was meinen Sie, sinkt das Meer oder wächst das Land? Wenn ich mit meinem Großvater hier vorbei auf den Fischfang fuhr, hat er mir oft erzählt, daß er als junger Mensch bei schwachem Winde zwischen dieser Felsmasse und der Insel durchgesegelt sei und jetzt kann man zu

¹⁾ Von diesen 47 Marken sind mehrere nicht wiedergefunden worden, und eine grosse Anzahl von ihnen wurde niemals besichtigt; man besitzt keine ausführlichen Angaben der Orte, wo sie angebracht worden waren.

²⁾ Bonsdorff in Fennia 1. 1889, 4. 1891 und 12. 1896.

³⁾ Bull. Ac. Imp. St. P. 14. 1856.

ihr gelangen, ohne sich den Fuß naßzumachen“. „Da es sich um einen Felsdamm handelt“, bemerkt Ackermann¹⁾ sehr richtig dazu, „ist eine Anschwemmung durch Wellen und ein Transport durch Eis ausgeschlossen.“

Auch hatten die russischen Hydrographen in der Mitte des 19. Jahrhunderts festgestellt, „daß der Horizont des Meeres gegenwärtig viel niedriger liegt als früher.“²⁾ Als Beweise dafür wurden von Kosekewitsch folgende Tatsachen (für Süd-Finnland) angeführt:

1. „Den Namen vieler Orte (die gegenwärtig auf dem Festlande liegen) sind die Endungen -holm (kleine Insel), -ö (Insel), -sund (Meerenge, Durchfahrt), -Wiek (Meeresbucht) angehängt, Bezeichnungen, die offenbar darauf deuten, daß diese Stellen früher dem Meere und nicht dem Festlande angehörten und dem jetzigen Verhältnisse nicht mehr entsprechen“.

2. Große Uferfelsen, welche in früheren Zeiten öfter vom Wasser überspült wurden, sodaß die Strandbewohner an ihnen Seehunde jagten, ragen jetzt hoch über dem Wasser hervor und liegen stets trocken.

3. Dunkle horizontale Streifen (durch die chemische Wirkung des Meerwassers erzeugt), natürliche Ufermarken des ehemaligen Mittelstandes des Meeres, sind an steilen Uferstellen ersichtlich, in einer Höhe, die das Meer jetzt nicht mehr erreicht.

4. Regelmässige, wallartige, langgestreckte Streifen völlig abgerundeten Gerölles krystallinischer Gesteine liegen auf hohen, flachen Granit- und Sandhügeln.

Resultate der Flutmarken - Beobachtungen.³⁾

Michailow teilt die von den russischen Hydrographen an 10 Stationen ausgeführten Beobachtungen mit und be-

¹⁾ Beiträge, S. 94.

²⁾ Kosakewitsch in Helmersen, loc. cit.

³⁾ Nach Hallstroem (in Helmersen, loc. cit.) betrug die Hebung Süd-Finnlands:

bei Hangö Udd	von 1754 bis 1837	1,65	schwed. Fuss
„ Jussarö	„ 1800 „ 1837	0,74	„ „
„ Sweaborg	„ 1800 „ 1840	0,80	„ „

rechnet daraus die Niveauveränderungen für Beobachtungsperioden von 31 bis 39 Jahren sowie die Niveauveränderungen im Jahrhundert, vorausgesetzt daß die Erscheinung regelmäßig fortschreitet. Über Ort und Zeit der Beobachtungen finden sich bei Michailow folgende Angaben:

„Bis 1869 wurden die Beobachtungen zufällig und nur in den Jahren in welchen das Feld der hydrographischen Arbeiten sich unweit von den Flutmarken befand, angestellt und seit 1869 bis 1874 incl. durch die Baltische hydrographische Expedition aus deren Personal jährlich drei Offiziere mit Beobachtungen über das Meeresniveau an drei verschiedenen Flutmarken beauftragt wurden; jedes Jahr wurden andere Beobachtungspunkte gewählt und als Resultat erhielt man das mittlere Meeresniveau für 3 bis 4 Monate des Sommers Seit 1875 wurden die Flutmarkenbeobachtungen durch Offiziere an den bisherigen Flutmarken abgeschafft und finden nur statt an den Stellen wo hydrographische Arbeiten ausgeführt werden.“

Diese Methode wurde von Brückner¹⁾ angefochten mit dem Einwand, daß der momentane Wasserstand von meteorologischen Verhältnissen abhängig ist. Wären die Beobachtungen in verschiedenen Jahreszeiten erfolgt, so würden wir uns ohne weiteres der Auffassung Brückners anschließen. Da aber alle Beobachtungen im Sommer angestellt wurden und da das Meeresniveau einer gewissen Periodicität²⁾ unterliegt, sodaß in jedem Monat ein gewisser Wasserstand wiederkehrt, so können wir den Ergebnissen der Flutmarkenbeobachtungen einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit nicht absprechen und die Michailowschen Zahlangaben, insofern sie den Finnischen Meerbusen betreffen (in Metermaß umgewandelt und geographisch geordnet von W nach O) hier wiedergeben.³⁾

¹⁾ Petermanns Mitteilungen, 1889. Literaturber. 1742.

²⁾ Siehe Abteilung IV, Kapitel 1 (Niveauschwankungen) vorliegender Arbeit.

³⁾ Eine (im Brücknerschen Referat aufgenommene) Station, deren geographische Lage sich nicht feststellen liess, sollte hier übergangen werden.

	Beobachtungsjahre und Dauer der Beobachtungsperiode	Niveauperänderungen in cm	
		für die Beobachtungsperiode	Für 100 Jahre ¹⁾
1. Hangö Udd	1839, 1872 33 Jahre	— 28,2	— 85,5
2. Twärminne	" , 1871 32 "	— 29,5	— 92,1
3. Jussarö	" , " 32 "	— 25,7	— 80,2
4. Sweaborg	" , 1878 39 "	{ Hafen — 22,6 Kran — 24,9	{ — 58,0 — 63,8
5. Skotland	" , 1871 32 "	— 10,2	— 31,8
6. Kotka	1837, 1870 33 "	— 22,4	— 67,7
7. Aspö	" , 1869 31 "	— 16,0	— 51,7

Der Niveaunterschied wächst zuerst von Hangö bis Twärminne. Von da an findet eine unregelmäßige Abnahme nach O statt. Diese Abnahme scheint dagegen regelmäßig, wenn man für Sweaborg das Mittel 237 annimmt und den Fall der Insel Skotland (ganz nahe bei Sweaborg gelegen) als eine lokale Ausnahme betrachtet. Dann erhält man von Twärminne bis Aspö folgende Abstufungen in den Niveauperänderungen:

Twärminne	— 29,5
Jussarö	— 25,7
Sweaborg (Mittel)	— 23,7
Kotka	— 22,4
Aspö	— 16,0

Diese Resultate stimmen mit denjenigen von Bonsdorff in erfreulicher Weise überein.

Resultate der limnimetrischen Beobachtungen.
Die von Bonsdorff benutzten Beobachtungen wurden an folgenden Stationen und in folgenden Jahren angestellt:

Nordufer

Hangö, innere Lotsenstation, 1858—79, 1879—85.

Hangö, Leuchtturm, 1866—77.

Porkala, 1860—68, 1870—82.

Helsingfors, 1858—61, 1870—73.

¹⁾ Haben nur ein rechnerisches Interesse.

Südufer

Reval, 1842—59, 1861—65, 1869, 1871—90.

Ostende

Kronstadt, 1841—86.

Leider sind die jährlichen Mittel in englischem Maß für Reval und Kronstadt und in schwedischem Maß für die anderen Stationen angegeben; die Beobachtungen in Reval wurden mit drei verschiedenen Limnimetern nacheinander angestellt; die jährlichen Mittelwerte letzterer Station beziehen sich teils auf den alten, teils auf den neuen Stil; in Finnland war bisweilen das Wasser so hoch, daß man entweder zum Instrument nicht gelangen konnte, oder der Wasserstand den obersten Strich der Skala überstieg, welcher Fall in Söderskär, im Jahre 1866, nicht weniger als 76 Mal eintrat, oder endlich wurde nur einmal statt dreimal beobachtet.

Infolge aller dieser Unregelmäßigkeiten muß ich von einer Wiedergabe der Jahresmittel absehen und mich auf die Endresultate beschränken.

Die Jahresmittel wurden von Bonsdorff einer rechnerischen Behandlung (durch die Methode der kleinsten Quadrate) unterworfen, die uns im einzelnen hier nicht näher beschäftigen kann. Bonsdorff gelangte zu folgenden Schlüssen:

1. Südfinnland. Die Emersion Südfinnlands nimmt von W nach O bis Porkala zu¹⁾ und von da nach O ab; im SW beträgt sie durchschnittlich 55.2 cm im Jahrhundert.

2. Reval.²⁾ Keine Strandverschiebung konnte nachgewiesen werden, und Bonsdorff nimmt an, daß die ganze Südküste des Finnischen Golfes sich in Ruhe befindet.

3. Kronstadt. Von 1841 bis 1886 beträgt die Emersion 2.43 cm (also 0.54 mm jährlich) und scheint von 1841—58 stärker vor sich gegangen zu sein als in der Zeit von 1858—87.

¹⁾ und ebenso nach N.

²⁾ Ähnliche Resultate für Ust-Dwinsk (Dünamünde) und Libau.

Sekundäre Ursachen, welche die säkuläre Strandverschiebung Süd-Finnlands beeinflussen. Nach Rosberg¹⁾ welcher zwischen Jussarö und Porkala Untersuchungen gemacht hat, ist die Emersion Finnlands viel intensiver im Innern der Scheeren als außerhalb derselben, da wo die limnimetrischen Beobachtungen ausgeführt wurden. Es sind besonders die flachen Buchten und die kleinen Meerengen, welche eine abnorme Landhebung zeigen. In der Strömsby-Wiek würde die Hebung 60 cm in 45 Jahren betragen, am Prestholmen 75 cm in 60 Jahren, usw.

Die vier Ursachen dieses abnormen Landgewinnes sind:

1. die Vegetation, besonders *Phragmites communis* und *Fucus vesiculosus* welche den Schlick auffangen;
2. die rezenten Alluvionen, welche ein bedeutendes Areal einnehmen und die Inseln mit dem Festlande verbinden;
3. Anhäufungen von Tonschlamm besonders an den Flußmündungen;
4. die sehr schwache Tätigkeit der Tierwelt, die zur Bildung von Schneckenmergel hinleitet.

²⁾ Referat von Hult in Pet. Mit 1890. Lit. Ber. 2415.

II. Geologie.

Einleitung. Die geologische Beschaffenheit des Balticums ist ziemlich bekannt, besonders seitdem die spekulative Geologie, Sueß voran, die Forschungen der heimischen Gelehrten verallgemeinert und denselben das Material zur Begründung ihrer Theorien entlehnt hat. Der mächtige Gegensatz zwischen Finnland und dem grössten Teile Skandinaviens, welche aus kristallinen Gesteinen archaischen und algonkischen Alters bestehen, einerseits und den aus fast horizontalen palaeozoischen Schichten, welche sich auf Gothland und Oland wiederfinden, bestehenden russischen Ostseeprovinzen andererseits ist bekannt. Nirgends ist der Kontrast imposanter als im Finnischen Meerbusen, wo den Gneissen und Graniten Finnlands gegenüber die majestätische cambrisch-silurische Platte Esthlands das südliche Ufer, dort wo es nicht aus diluvialen Gebilden besteht, erreicht und einen mächtigen Absturz erleidet, welcher die Schichtenköpfe zu Tage kommenlässt und eines derschönsten natürlichen geologischen Profile unseres Planeten bildet. Das nördliche Ufer zeigt gegenwärtig — wie wir sahen — eine negative Strandverschiebung, seine Erhebung beträgt 0.5 m im Jahrhundert, wenigstens im Westen, und die Scheeren sind nichts anderes als eine Rundhöckerlandschaft, vom Inlandeis, welches seine Schrammen hinterlassen, modelliert, deren Depressionen das Meer einnimmt, und die, nachdem sie durch eine positive Strandverschiebung vollständig überflutet gewesen, sich nun vom Grunde des Meeres erhebt, in welchem sie, um Rosbergs drastischen Ausdruck zu gebrauchen „ihre ursprüngliche Form so gut bewahrt hat,

wie ein anatomisches Präparat in Spiritus.“¹⁾ Das südliche Ufer, im Gegenteil, weist keine Strandverschiebung auf, was die Horizontalität der Schichten und die Abwesenheit von Dislokationen a priori vermuten lassen konnte. Es muß also notwendig zwischen dem nördlichen und südlichen Ufer des Finnischen Golfes eine Verwerfung vorhanden sein, welche wir nach unseren eigenen morphologischen Untersuchungen über das unterseeische Relief in die Nähe Esthlands, vom Meridian des Kaps Spithamn bis zu demjenigen des Kaps Perespe, in die größten von uns, die Eingangsrinne und die große Esthländische Mulde, benannten Tiefen, verlegen müssen.

Da die Tätigkeit des Staatsgeologen gewöhnlich an der politischen Grenze seines Vaterlandes aufhört, und da die beiden Ufer des Finnischen Meerbusens durch verschiedene Gelehrte erforscht wurden, so ist es keine geringe Schwierigkeit ein einheitliches geologisches Bild der betreffenden Region zu entwerfen und besonders die Untersuchungen von Schmidt, Helmersen und Holm über die diluvialen Gebilde Esthlands und Ingermanlands mit den neuesten Arbeiten von Sederholm, Berghell, Ramsay und anderen über das Quartär Finnlands in Übereinstimmung zu bringen. Daß die Kenntnis des Grundgebirges für das Verständnis der geographischen Formen unentbehrlich ist, und daß diese Formen in vollster Abhängigkeit von der petrographischen Beschaffenheit des Bodens sind, darüber sind alle einig; aber was nicht jedermann weiß, das ist die wichtige Rolle, welche die diluvialen Gebilde ihrerseits in der Gestaltung der Oberfläche spielen; und um nur ein einziges Beispiel anzuführen, kann ich sagen, daß der scharfsinnige Friedrich Schmidt 7 Jahre, nachdem er seine ersten klassischen Untersuchungen über das Silur Esthlands veröffentlicht hatte, das Land „par excellence“ der horizontalen und nicht dislozierten Schichten für eine

¹⁾ Geogr. Charakterbilder aus Finnland. Hettners geogr. Zeitschr. VII. 1901. Heft 9.

gefaltete Region hielt, und daß diese merkwürdige Illusion von den Äsar, welche Schmidt als „Strandwälle auf den Sätteln der Falten“ betrachtete, herrührte.¹⁾

1. Das nördliche Ufer.

Relief. Das nördliche Ufer des Finnischen Meerbusens gehört zwei Höhensystemen an: Die felsige Scheerenregion (mit ihrem Hinterlande) ist als südliche Abdachung der Finnischen Seenplatte aufzufassen, während vom Björkö-Sund bis St. Petersburg die sandige Küste dem System des Karelischen Isthmus zukommt.

1. Von der niedrigen Scheerenküste ab steigt das Land ganz langsam an bis zum sogenannten „Land der tausend Seen“ oder der Finnischen Seenplatte, welche die Mitte der Region zwischen dem Bothnischen und Finnischen Meerbusen und dem Ladogasee einnimmt, eine mittlere Höhe von 100 m besitzt und sich durch außerordentlichen Reichtum an Seen auszeichnet. Auf dem breiten Saum zwischen dem Finnischen Meerbusen und der eigentlichen Seenplatte sind die Seen verhältnismäßig viel seltener; an manchen Stellen, besonders im Süden, treffen sich unzählige, z. T. sehr nahe aneinandergerückte Anhöhen, welche die Höhe von 100 m nicht überschreiten; die ganze Zone ist von W nach O durch einen grossen Querås oder eine Frontalmoräne durchschnitten, welcher von der Hangspitze bis Vesijärvi unter dem Namen Äs von Lojo und von dort bis Joensuu unter dem Namen Salpausselkä sich hinzieht. Der Salpausselkä, welcher mehr in der Nähe der Seenplatte verläuft, einen mächtigen nach Süden gerichteten Bogen beschreibend, wird im N und in einem Abstände von 20 bis 30 km von einem anderen parallelen Land-

¹⁾ Schmidt, Unters. üb. d. Ersch. der Glacialform. in Esthl. Bull. Ac. St. P. 8. 1865.

rücken begleitet. Diese Åsar ragen 20 bis 30 m über die umliegende Gegend hervor.

2. Auf dem ganz aus losen Materialien bestehenden Karelischen Isthmus, zwischen dem Finnischen Meerbusen und dem Ladogasee, befinden sich einige vereinzelte Höhen, welche durch eine Einsenkung, die sich zwischen Wiborg und dem Ladogasee hinzieht, von der Finnischen Seenplatte getrennt sind. (Maximale Höhe: 182 m, südlich vom Suvanto-See bei Rautu). In der Küstenstrecke Björkö-Sund—Terijoki (in der Kronstadter Bucht) nähert sich die Zone von 50 bis 100 m am meisten dem Meere, ohne es jedoch zu erreichen.

Ältere Formationen (archaischen und algonkischen Alters). Der Boden Finnlands besteht hauptsächlich aus den ältesten harten kristallinen Gesteinen: Graniten, Gneissen, kristallinen Schiefeln usw., welche ihre ganze Frische erhalten haben. Dieses feste Grundgebirge ist bedeckt von einer dünnen Schicht loser Materialien, bestehend aus Grand, Sand, Ton, erratischen Blöcken, welche sich während oder nach der Eiszeit gebildet hat; diese diluviale Decke weist jedoch zahlreiche Lücken auf, durch welche das Grundgebirge, in Form von kleinen Anhöhen, zum Vorschein kommt.

Die archaischen Formationen nehmen den westlichen Teil des südlichen Finnlands ein. Sie bestehen aus schieferigem Gneiß, welcher durch einen hellroten, bandartigen, schieferigen Granit, den sogenannten gneissischen Granit injiziert ist. Der Granit nimmt den größten Teil der Oberfläche der betreffenden Region und besonders die Küste ein. Auf der geologischen Karte erscheinen die Schiefer inselartig mitten im Granit.

In der Nähe von Pellinge, Borgå gegenüber, befinden sich andere archaische eruptive Gesteine, die Uralitporphyrite; sie zeigen eine schieferige Struktur und bestehen aus durch den Metamorphismus stark modifizierten Laven und vulkanischen Tuffen.

In Wirwiek, ebenfalls in der Nähe von Borgå, hat man eine sehr interessante Kuppe aus Kugelgranit gefunden.¹⁾

Die Formationen algonkischen Alters (nach Sederholm) beginnen im W von Lovisa und erstrecken sich bis nach O von der Wiborger Bucht auf eine Länge von 100 km.²⁾ Diese große Fläche von 12000 qkm (die Inseln nicht mitgerechnet) besteht ausschließlich aus einem porphyrischen Granit, dem sogenannten Rapakiwi.³⁾ Letzteres Gestein verwittert sehr leicht und wird in groben Schutt verwandelt; daher sein Name (Rapakiwi = zerreibbares Gestein); es läßt sich leicht in Parallelepiped zerteilen; man gewinnt es hauptsächlich in den Steinbrüchen von Pyterlaks, von wo es kleine Segler nach St. Petersburg befördern, wo die meisten Steingebäude aus Rapakiwi bestehen.

Auf der Insel Hochland begegnet man großen Massen eines quarzhaltigen Porphyrs, welcher eine Abart des Rapakiwigranits zu sein scheint. Dießer Porphyr lagert auf einem vulkanischen Tuff; letzterer wird durch ein aus Quarzit und Sandstein bestehendes Konglomerat, dessen Richtung nahezu horizontal ist, getragen. Der Porphyr ist wohl ein vulkanisches, in flüssigem Zustande emporgequollenes und in Form einer Decke auf der Oberfläche erkaltetes Magma. Die anderen Rapakiwigesteine scheinen, im Gegenteil, in den Tiefen der Erdrinde erstarrt, und auf der Oberfläche, erst nach Abtragung der darüberliegenden Schichten durch die Erosion sichtbar geworden zu sein.

Nach v. Baer⁴⁾ bestehen die Inseln Rodskär und Sommers aus demselben Porphyr wie Hochland.

¹⁾ Frosterus, Tschermaks min. und petr. Mit. 13. 1892.

²⁾ Genauer: Von Londisa im Distrikt von Nylav bis zum Fluss Wuoxen, östlich von der Stadt Wiborg, und, gegen N, bis zum Kirchspiel Suomenniemi.

³⁾ Vortreffliche Beschreibung des Rapakiwis bei Helmersen in Bull. Ac. St. P. 5. 1863.

⁴⁾ Bull. Ac. St. P. 1. 1843.

Die Insel Groß-Tjuters besteht aus körnigem Quarzit, welcher im nordwestlichen Teil der Insel von einer Granitkuppe durchbrochen ist.¹⁾

Die besprochenen Gesteine algonkischen Alters haben seit ihrer Entstehung keine bedeutenden Dislokationen erlitten und sind nicht wesentlich in ihrer Zusammensetzung modifiziert.

Man findet stellenweise kristallinen Kalk, welcher gebrannt wird, und Eisen, besonders in der Nähe der Insel Jussarö, wo es starke Störungen der Magnetnadel verursacht.

Von der Wiborger Bucht bis St. Petersburg besteht die Küste ausschließlich aus diluvialen Gebilden, von welchen im folgenden Abschnitt die Rede sein wird.

Diluviale Gebilde. Die diluvialen Gebilde Finnlands, welche sämtlich von der jüngsten Glacialepoche herkommen, sind der Hauptsache nach: Tone, Sande, Äsar und der Geschiebelehm.

1. Der Geschiebelehm nimmt eine sehr große Fläche in der Mitte und im Norden Finnlands ein, hat eine weit geringere Bedeutung längs des Ufers des Finnischen Meerbusens und auf den Inseln, wo er sich jedoch abwechselnd mit Tonen und Sanden vorfindet. Der Geschiebelehm ist das älteste diluviale Gebilde Finnlands und lagert unmittelbar auf den ältesten Gesteinen.

2. Die glacialen und postglacialen Tone, sehr reichlich vertreten in der Küstenregion um die Seenplatte herum und im NW vom Ladogasee, selten oder gänzlich fehlend im N und in der Mitte des Landes. Bei den Tonen unterscheidet man drei Arten, welche drei Perioden der Geschichte der Ostsee entsprechen.

a. Blätteriger oder glacialer Ton, welcher in Finnland keine Fossilien enthält, sich aber in Schweden durch die Anwesenheit der *Yoldia arctica* auszeichnet. Er enthält mergelartige Konkretionen, u. a. die Imatra-

¹⁾ Kropotkin, Iswesstija 5. 1869.

steine.¹⁾ Er liegt unmittelbar auf dem Geschiebelehm. In der Nähe des Ufers ist er von jüngeren Tonen bedeckt. Er fehlt fast gänzlich auf dem Karelischen Isthmus, wo der Sand vorherrscht, und ist wenig verbreitet im Rapakiwi-Gebiet westlich von Wiborg. Die vertikale Grenze der Transgression des Yoldia-Meeres befindet sich auf verschiedenen Höhen an verschiedenen Stellen des Landes: 60 bis 80 m über dem jetzigen Meeresspiegel zwischen Wiborg und St. Petersburg, 86 m auf Hochland und 150 m bei Lahti.

- b. Ancyclus-Ton oder unterer grauer Ton mit *Ancyclus fluviatilis*. Man findet ihn besonders in der Umgegend von Wiborg (wo er reich an Pflanzenresten ist) und in einigen Orten Süd-Finnlands. Während der Ancyclus-Zeit war das südliche Finnland vom Wasser bedeckt; es erhob sich dann stufenweise und lag dann höher als jetzt, was unterseeische Terrassen beweisen.
- c. Litorina-Ton oder oberer grauer Ton, mit *Litorina litorea*, *L. rudis*, *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Tellina baltica*; er bedeckt oft in den Niederungen den Ancyclus- und Yoldia-Ton. Während der Litorinazeit soll das südliche Finnland 50 m niedriger gewesen sein als jetzt.

3. Die Sande, in unserem Gebiet verhältnismäßig selten: bei Hangö, zwischen Borgå und Friedrichshamn, westlich vom Eingange in die Wiborger Bucht, am Björkö-Sund (die Inseln), auf dem Karelischen Isthmus (die schönen Dünen von Sestrarätzk usw.), auf den Inseln Lawensari Seskär etc. Diese Sande wurden in sehr verschiedenen Zeiten des Quartärs gebildet und derart umgelagert, daß es oft unmöglich ist, ihren genauen Ursprung festzusetzen. Bei den ältesten Sanden muss man unterscheiden:

¹⁾ Nach Parrot, *Mém. Ac. St. P.* 1840: „Les pierres d'Imatra sont des mollusques pétrifiés sans coquille“! sonst sehr hübsche Abbildungen.

- a. den Sand, welcher sich in unmittelbarer Berührung mit den Åsar befindet, feinkörnig, gelb oder bräunlich;
- b) den eigentlichen glacialen Sand, grau-violett, oft vom blätterigen Ton bedeckt.

Der größte Teil des Sandes hat sich wahrscheinlich im Meere gebildet, als Finnland sich teilweise unter Wasser befand, und wurde längs der damaligen Ufer abgesetzt.

Das nördliche Ufer des Finnischen Meerbusens östlich vom Rapakiwi-Gebiet besteht aus Geschiebelehm, von Sand und einer großen Anzahl erratischer Blöcke überdeckt.

4. Die Åsar oder Grandrücken zerfallen in zwei Gruppen: Die eigentlichen Åsar oder Längsåsar, deren Richtung gewöhnlich NNW—SSO also fast senkrecht zum nördlichen Ufer des Finnischen Golfes verläuft; sie sind im ganzen Lande verbreitet, besonders von Borgå bis Wiborg; und die Queråsar oder geschichtete End- oder Frontalmoränen, welche gewöhnlich senkrecht zu den Längsåsar sind und deren mächtigster der Salpausselkä ist.

2. Das südliche Ufer.

Relief. Esthland und Ingermanland bilden im W und im O von einer Einsenkung, welche von den Systemen der Flüsse Narowa und Luga eingenommen ist, zwei große Ebenen, von welchen jede eine vierfache Neigung im Sinne der vier Himmelsgegenden aufweist und welche den gemeinsamen Zug besitzen, daß jede in einem Plateau von 120 bis 150 m kulminiert, Esthland in der Umgegend von Wesenberg, Ingermanland zwischen Moloskowitzy und Jelisavetino, während der ganze nördliche Rand des Landes unmittelbar am Strande (in mehreren Stellen Esthlands) oder in einer mehr oder weniger großen Entfernung von demselben (im ganzen Ingermanland) einen schroffen

Absturz, den Glint, bietet. Am Fuße des Glintes, da wo er nicht vom Meere umspült ist, erblickt man eine niedrige und ziemlich buchtenreiche Küste. Vom Glint ab erhebt sich das Land langsam bis zur Wasserscheide, welche sich von W nach O in einer geringen Höhe hinzieht und die Mitte des Landes einnimmt. Von dieser Wasserscheide ab senkt sich das Land stufenweise gegen S.

Esthland erreicht seine größte mittlere Höhe von 120 m über dem Meeresspiegel im Pantifer-Plateau, westlich von der Narowa; der höchste Punkt, Emmomäggi, befindet sich auf einem Ås in einer Höhe von 165 m über dem Meeresniveau. Vom Meridian von Wesenberg ab vermindert sich die durchschnittliche Höhe sehr langsam gegen W, wo sie schließlich das Meeresniveau erreicht, und schroffer nach O hin, wo sie in der Nähe von der Narowa noch 30 m beträgt.

Ingermanland besitzt ein östlich von der Luga gelegenes Plateau, welches symmetrisch im Verhältnis zum esthländischen ist. Gegen W senkt sich das Land ziemlich schroff bis zur Luga, dagegen sehr langsam gegen O; südlich von St. Petersburg begrenzt der Glint noch eine Terrasse von 30 m mittlerer Höhe.

Die westliche Abdachung Esthlands wird vom Flusse Kassargen mit seinen Zuflüssen drainiert. — Die nördliche Abdachung zeigt eine Reihe von Flüssen mit parallelem Lauf, welche von SO nach NW fließen; in ihrem unteren nach N gerichteten Lauf, haben sie oft das anstehende Gestein erodiert und zeigen bisweilen Stromschnellen und Wasserfälle, von welchen die größten diejenigen von der Narowa, vom Fall und vom Jaggowall sind.

Die Flüsse der nördlichen Abdachung Ingermanlands haben dieselbe Richtung wie die Flüsse Nord-Esthlands; aber infolge der lockeren Beschaffenheit des Bodens sind ihre Betten tiefer eingegraben, und es fehlen die Wasserfälle.

Der Glint beginnt im SO vom Ladoga-See, verläuft parallel mit dem Newa-Tal, südlich von demselben, geht

in einer südlichen Entfernung von 16 bis 21 km an St. Petersburg vorbei, eine Höhe von 30 m über der Ebene aufweisend. Dann verläuft er durch ganz Ingermanland, immer im Innern des Landes, über Krassnoje-Sselo, Gostilitzy, wo er 54 m hoch ist, Koporje und erreicht Esthland bei Narwa. Von dieser Stadt richtet er sich nach NW und erreicht endlich das Meer bei Merikjül (westlich von der Narowa-Mündung). — Der Glint erscheint als steiler Absturz, unmittelbar am Strande, in drei Regionen des Esthländischen Ufers: auf einer großen Strecke (obgleich mit einigen Unterbrechungen) von Merikjül bis zur Kunda-Bucht; ¹⁾ auf einer kurzen Strecke im mittleren Teile, südöstlich von der Kolko-Wiek; ²⁾ auf einer ziemlich langen Strecke endlich (mit Unterbrechungen), im westlichen Teile, vom östlichen Ufer der Revaler Bucht bis zum östlichen Ufer der Rogger Wiek, südöstlich von Packerort, wo er endigt. ³⁾ In den dazwischen liegenden Teilen zieht sich der Glint einige Kilometer vom Meere zurück oder teilt sich in mehrere Terrassen, deren unterste bisweilen den Stand erreicht, wie z. B. zwischen Isenhof und Asserien und von Pedis bis Kunda.

Außerdem bieten Esthland und Ingermanland einige isolierte Höhen, wie z. B. die sogenannten Blauen Berge unweit von Waiwara (Narwa-Bucht), welche als Peilmarke für die Küstenfahrt dienen und deren höchster 50 m über dem darunterliegenden Glint hervorragt; der Soikin-Berg, zwischen der Luga- und Koporje-Bucht, angeblich 109 m

¹⁾ Von Merikjül bis Udrias; von Peuthof bis Sackhof mit kleinen Unterbrechungen in Chudleigh und in Pühhajöggi; an dieser Stelle erreicht er seine grösste Höhe in Esthland (60 m) und bildet die längste zusammenhängende Wand; östlich von der Mündung des Isenhofschen Baches; von Asserien bis Pedis.

²⁾ Bei Zitter und bei Walkjül.

³⁾ Bei Ihast und im W der Halbinsel Wiems; in Reval (Domberg); von Tischer bis zum Kap Surop; vom Kap Lachosal längs der Küste der Lachepe-Bucht und der Halbinsel Baltischport. Bei Packerort beträgt die Höhe des Glints 27 m und bei Baltischport 47 m; letztere kann als seine mittlere Höhe in Esthland gelten.

hoch und ebenfalls weit vom Meere aus sichtbar; die Duderhofschen Berge, im Inneren des Landes, bei Krassnoje-Sselo. ¹⁾)

Ältere Formationen (Cambrium und Untersilur). Diejenigen Teile Esthlands und Ingermanlands, welche am Fuße des Glints liegen, bestehen aus diluvialen Bildungen. Dieser diluviale Küstensaum zeigt in Ingermanland seine größte Entfaltung.

Der Glint stellt öfter ²⁾) ein prachtvolles geologisches Profil dar, in welchem folgende Schichten zu Tage kommen oder kommen können: 1. Blauer Ton, 2. Ungulitensand. 3. Dietyonemaschiefer, welche zum Cambrium gehören. Darauf folgen: 4. Glauconitsand, 5. Vaginatener Orthocerenkalk und 6. Echinospaeritenkalk welche dem Untersilur zukommen. Südlich vom Glint treten andere untersilurische Schichten zu Tage bis zu einer Linie, welche Hapsal und den nördlichen Teil des Peïpuß-See verbindet und von dort nach Gatschina und Pawlowsk verläuft. Südlich von dieser Linie wird das südliche Esthland durch das Obersilur und Ingermanland durch das Devon eingenommen.

In Esthland wie in Finnland ist die felsige Grundlage von diluvialen Bildungen überdeckt, welche den Gegenstand eines besonderen Abschnittes bilden.

Friedrich Schmidt gibt folgende Einteilung der zu betrachtenden Schichten: ³⁾)

- F. { 2. Borkholmsche Schicht,
1. Lyckholmsche Schicht.
E. Wesenbergsche Schicht.

¹⁾) Die Blauen Berge und der Soikin-Berg sind diluviale Hügel; die Berge von Duderhof dagegen sind silurische Falten.

²⁾) Besonders in Esthland, am Strande; in Ingermanland wo die Vegetation seine Struktur mehr oder weniger maskiert, muss man ihn in den von den Flüssen erodierten Tälern aufsuchen.

³⁾) Mém. Acad. St. P. XXX. 1881.

- D. Jewesche Schicht, zerfällt im Westen
 in { 3. Wassalemsche Schicht (Hemicosmitenkalk),
 2. Kegelsche Schicht,
 1. Eigentliche Jewesche Schicht.
- C. { 3. Itfersche Schicht,
 2. Kuckerssche Schicht,
 1. Echinospaeritenkalk.
- B. { 3. Vaginatener- oder Orthocerenkalk,
 2. Glauconitkalk,
 1. Glauconitsand.
- Untersilur:
- A. { 3. Dictyonemaschiefer,
 2. Ungulitensand,
 3. Blauer Ton.

Cambrium:

Das Streichen der Schichten erfolgt in der Richtung W-O. Die Schichten sind fast horizontal mit einer ganz schwachen Neigung gegen S. — Nur die drei cambrischen Schichten besitzen eine scharfe Grenze, da ihre petrographische Beschaffenheit völlig verschieden ist; was die obersten Schichten anbetrifft, so ist ihre Einteilung mehr oder weniger auf palaeontologische Merkmale gegründet.

Der blaue Ton ist sehr homogen, feucht und plastisch. Seine Mächtigkeit ist eine bedeutende. Aus den in St. Petersburg ausgeführten Bohrungen geht hervor, daß er unter dieser Stadt 90 m dick ist; 26 m diluvialer Gebilde bedecken ihn; unter ihm hat man Sand-schichten abwechselnd mit Tonschichten gefunden und das Ganze ruht auf Granit in einer Tiefe von 197 m. In Reval hat man eine fast ebenso dicke Schicht blauen Tons wie in St. Petersburg durchbohrt. Gewöhnlich findet man den blauen Ton nur am Fuße des Glints; bei Oranienbaum liegt er in einer größeren Entfernung vom Glint und bei St. Petersburg befindet er sich in einer Entfernung von 16 bis 21 km vom nächsten Glint.

Der Ungulitensand, mit *Obolus Apollinis* Eichw., bildet eine dicke Schicht längs des Glintes. Er erreicht

eine Mächtigkeit von 5 bis 20 m in Ingermanland und bis 17 m in Esthland. ¹⁾ Gewöhnlich findet man den Unguliten-sand, ebenso wie den blauen Ton nur am Fuße des Glints und in den Durchschnitten der Täler; an einigen Stellen der Esthländischen Küste jedoch bildet er eine selbständige Terrasse. ²⁾

Der *Dictyonema*-Schiefer (= bitumenhaltiger Tonschiefer = Alaunschiefer = schwarzer Brandschiefer, mit 22% flüchtiger Bestandteile) hat eine sehr veränderliche Mächtigkeit. Bei Koporje ist er 6 m dick. Er fehlt in Narwa. In Esthland vergrößert sich seine Dicke gegen O und W und erreicht 4,8 m in der Nähe von Baltischport.

Der *Glaucônitsand* (= chloritischer Sand = grüner Sand) hat, ebenso wie der *Dictyonema*-Schiefer, eine sehr verschiedene Mächtigkeit; im allgemeinen wächst seine Dicke von O nach W, obwohl sie sich bei Narwa zu einem Minimum von 0,02 m verringert, während sie im O bei Koporje 1,10 m erreicht, und gegen W, in der Nähe von Baltischport 4,10 m beträgt.

Der *Glaucônitkalk* (= chloritischer Kalk, mit *Megalaspis planilimbata* Ang. und *Asaphus expansus* Dalm.) hat eine mittlere Dicke von 3 bis 4 m.

Der *Vaginatenskalk*, mit *Orthoceras commune* Wahlb. und *Endoceras vaginatum* Schlot. sp., durchaus typisch für Skandinavien und Rußland, bildet im ganzen Lande eine konstante Schicht, welche sich nicht immer ganz deutlich von der vorigen unterscheidet. Er erscheint zuerst in seiner klassischen Form in Pawlowsk, südlich von St. Petersburg. Zwischen Peuthof und Sackhof besitzt er eine Dicke von 5 m, bei Reval von nur 1 m. Im größten Teile des Systems enthält er in seinem unteren Teile, gegen den *Glaucônitkalk*, zahlreiche phosphorhaltige Konkretionen, welche, von Reval ab nach O hin, die Form von kleinen Linsen von Brauneisenstein besitzen und gegen W in Form von ziemlich großen Platten und unregelmäßigen kalkigen Nieren, welche das ganze Gestein erfüllen, erscheinen. Da diese Linsen, besonders in Esthland, sich auch an der Basis der überliegenden Schicht (*Echino-sphaeritenkalk*) vorfinden, so genügen sie nicht, abgesehen

¹⁾ Schmidt (1858) schreibt ihm eine maximale Dicke von 36 m zu, und fügt bei, dass er oft mehr als die Hälfte des Glintprofils einnimmt.

²⁾ So unter Malla, zwischen Kunda und Tolsburg, zwischen Asserien und Alt-Isenhof, in der Nähe von Maart und von Surop.

von den Fossilien, um einen geologischen Horizont zu bestimmen. Die Linsen enthalten 3% Phosphorsäure, die großen Konkretionen 19%. Diese sog. untere Linsenschicht ist bis 0,90 m dick und enthält keine Orthoceren.

In der Nähe von Karrol und von Palms und mehr nach W hin bildet der Vaginatenkalk eine kleine unabhängige Terrasse, wo sich Steinbrüche befinden.

Der Echinospaeritenkalk, mit *Echinospaerites aurantium* Gyll., ist ein mächtiger kalkiger Absatz welcher sich durch das ganze System verfolgen läßt und eine bedeutende Dicke, im Mittel von 8 bis 10 m, erreicht. In Ingermanland ist er locker und mergelig, in Esthland dagegen fest. Auf Roggö, bei Baltischport und bei Reval erblickt man die obere Linsenschicht, welche sich zwischen dem Echinospaeritenkalk und dem Vaginatenkalk befindet; sie erreicht eine Dicke von 0,90 m bei Reval und von nur 0,30 m auf Roggö.

Längs des esthländischen Glints bemerkt man, daß die oberen Kalkschichten (Glaucunit-, Vaginaten-, Echinospaeritenkalk) regelmäßig in zwei Richtungen, welche einen Winkel von 110 bis 120° einschließen, spalten. Deswegen erscheint der obere Rand des Glints zickzackförmig; jedoch in der Richtung NW-SO zeigt der stumpfe Winkel eine Seite, welche länger ist als die andere; die letztere entspricht ungefähr der Richtung ONO-WSW. Oft lösen sich Blöcke von der Wand ab, die unterhalb liegende Halde mit Trümmern bedeckend.

Profile am Glint. ¹⁾ Mächtigkeit in m.

	Peuthof.	Sackhof.	Asserien.	Reval.	Leetz.	Packerort.	Kl. Roggö.
Echinospaeritenkalk	4,00	0,50	6,00		1,12		
Obere Linsenschicht		2,00			0,28		0,12
Vaginatenkalk	4,00	3,80	4,00		0,48		1 14
Untere Linsenschicht	0,75	0,40	0,50				
Glaucunitkalk	2,00	3,55	2,60	3,70	1,70		0,50
Glaucunit sand		1,20		1,06	1,00	5,50	
Dictyonemaschiefer		2,60		4,40	2,00	3,00	
Ungulitensand		13,60		6,40		6,30	
Blauer Ton							

¹⁾ Die meisten nach Holm, in Verhandlungen der Kais. Russ. Miner. Gesel. 22. 1886; dasjenige von Reval nach Mickwitz. Mém. Acad. St. P. 36. 1888 (Heft 2).

Die Kukerssche Schicht oder Brandschiefer, mit Chasmops Odini Eichw. enthält stellenweise 55% flüchtiger Bestandteile. Sie tritt im westlichen Teile Ingermanlands (südlich von Gostilitzy und Koporje) und in Esthland auf. Der Brandschiefer soll den Meeresboden zwischen Spithamn und Odensholm bilden, da an diesen beiden Stellen das Meer Trümmer von dieser Schicht auswirft.

Die Itfersche Schicht mit Chasmops Odini var. Itferensis, ist nur im östlichen Esthland, zwischen Jewe und Wesenberg gefunden worden.

Die Jewesche Schicht, mit einer grossen Zahl von Arten der Gattung Chasmops, ist sehr mächtig. Sie beginnt bei Gatschina, verläuft parallel mit der Nordküste Esthlands bis zur Halbinsel Baltischport und erreicht das Meer bei St. Mathias; von dort geht sie durch die Küstenstrecke von Wichterpal, in der Nähe von Kirbo, nach dem Kap Ristnina, wo sie eine niedrige, ziemlich lange felsige Küste bildet und von da nach Spithamn. An der Luga und Narowa kommt sie nicht zu Tage. — Eine obere Unterabteilung der Jeweschen Schicht, die sog. Kegelsche Schicht mit *Orthisina anomala*, beginnt bei Poll, östlich von Wesenberg und geht durch Kegel bis Kreuz (Meridian von Kl. Roggö). Im westlichen Esthland wird die Kegelsche Schicht von der Wassalemschen Schicht, welche aus Hemicosmitenkalk (mit *Hemicosmites porosus* Eichw.) besteht, begleitet.

Die Wesenbergsche Schicht ist ein schmaler und dünner Streifen, welcher im westlichen Ingermanland beginnend und parallel mit der Jeweschen Schicht verlaufend, sich durch ganz Esthland bis zur westlichen Küste hinzieht.

Die Lyckholmsche Schicht wurde nur in Esthland beobachtet. Sie beginnt am unteren Laufe des Rannapungen (welcher sich in den Peipuß-See ergießt) in der Nähe von Tuddolin, dann am oberen Lauf der Flüsse der nördlichen Abdachung Esthlands bis Lyckholm, dem klassischen Fundorte auf Nuckö. Die Mächtigkeit dieser Schicht beträgt mindestens 15 m.

Die Borkholmsche Schicht ist die oberste des Untersilurs. Bei Borkholm (im SW von Wesenberg) hat sie eine Dicke von 4 m. Sie bildet ein sehr beständiges Niveau, welches sich durch ganz Esthland von O nach W, südlich von der Lyckholmschen Schicht verfolgen lässt.

Mehr südwärts ist Esthland von kalkigen Schichten des Obersilurs eingenommen, u. a. vom Pentamerenkalk, welcher die Wasserscheide bildet.

Nach Süden gehend, stellt man fest, daß jede folgende Schicht eine sehr niedrige Terrasse über der vorigen bildet; in Esthland, vom Glint bis zu der Wasserscheide, erblickt man drei oder vier solcher Terrassen. Da man jedoch eine und dieselbe Schicht in verschiedenen Höhen findet, der Echinospaeritenkalk z. B. in einer Höhe von 60 m an der nördlichen Seite des Plateaus von Ingermanland, während er bei Narwa nur eine Höhe von 15 m über dem Meeresspiegel erreicht, dann auf demselben Plateau von Ingermanland die Jewesche Schicht, welche den Höhepunkt der Wasserscheide in 150 m Höhe erreicht, um sich in der Nähe der Luga vollständig zu senken, so muss man eine Faltung oder eine Hebung oder, wie Schmidt sagt, eine Auftreibung annehmen. Ebenfalls erleiden im Plateau von Pantifer alle Schichten eine Aufwölbung, und der Pentamerenkalk, welcher die Wasserscheide auf einer Höhe von 120 m bildet, erreicht den Meeresspiegel bei Hapsal,

Man beobachtet bisweilen lokale Faltungen im nördlichen Teil unseres silurischen Systems, so die sehr komplizierten Falten an der Popowka in der Nähe von Pawlowsk, und an der Pulkowka, bei der Sternwarte von Pulkowo; die Duderhofschen Berge bei Krassnoje Sselo; am rechten Ufer der Narowa östlich von der Festung Iwanogorod (Narwa)¹⁾, und in der Nähe von Merikjül, ganz nah vom Glint und parallel mit ihm mehrere wellenförmige Auftreibungen der silurischen Schichten.

Diluviale Gebilde. Die diluvialen Gebilde Esthlands und Ingermanlands (wie diejenigen Finnlands) sind: Geschiebelehm, Tone, Sande, Äsar und erratische Blöcke; letztere, ihrer kristallinischen Struktur wegen, heben sich von den sedimentären Gesteinen, welche die ganze Region vom Glint ab zusammensetzen, lebhaft ab. Es ist zu be-

¹⁾ Nach Helmersen in *Bul. Acad. St. P.* 3. 1861.

merken, daß die diluvialen Gebilde auf den meisten Esthländischen Halbinseln am Fusse des Glints, sowie längs der Ingermanländischen Küste, bis zu einer bedeutenden Entfernung von derselben, allein herrschen.

1. Der Geschiebelehm bedeckt den größten Teil Esthlands und Ingermanlands, vollständig flache Felder bildend. Er besteht gewöhnlich aus kantigen Steinen von silurischem Kalk, mit ebenfalls kantigen Bruchstücken von kristallinen Gesteinen Finnlands: Graniten, Gneissen usw.; das Ganze ist mit einer mehr oder weniger großen Menge von Schlamm vermengt. Bald fehlen die kristallinen Gesteine fast gänzlich, bald herrschen sie dermaßen vor, daß man keinen Kalkblock erblickt. Der Geschiebelehm befindet sich unmittelbar auf dem silurischen Kalk, welcher abgeglättet und in der Richtung N-S geschrammt wurde. Bisweilen befindet sich zwischen dem Geschiebelehm und dem unter ihm liegenden silurischen (oder cambrischen) Gestein eine Menge kantiger Trümmer vom letzteren unter Verschwinden der kleinen Partikelchen. Solche Formationen, halb anstehend, halb diluvial, nennt man in Esthland *Rick* (Lokalmoränen in Deutschland); man findet sie besonders dort, wo die Moräne auf einem wenig festen Gesteine ruht, z. B. dem Ungulitensandstein oder auf einem festeren Gestein, welches aber die Tendenz zur Bildung von Rissen hat, wie es der Fall ist für die Lyckholmsche Schicht.

2. Die Tone der nördlichen Region Esthlands und Ingermanlands stammen aus der Glacialepoche. Man unterscheidet zwei Arten:

- a) einen glacialen Süßwasserton, welchem man im Innern begegnet und welcher sich unmittelbar auf dem Geschiebelehm befindet, wo er kleine Becken einnimmt;
- b) den blätterigen Ton oder den eigentlichen glacialen Ton (Yoldia-Ton, Eismeer-Ton) genau derselbe wie in Finnland (ohne Fossilien), mit mergeligen Kon-

ktionen, identisch mit den Imatra-Steinen und den Marlekor Schwedens. Er bildet einen schmalen Streifen am Fuße des Glints (bis St. Petersburg und noch weiter), da, wo dieser vom Meere entfernt ist. Er ist immer von einer mehr oder weniger dicken Schicht postglacialen Sandes bedeckt. Im Westen Esthlands ist dieser Ton viel mehr verbreitet, als im Norden. In der Zeit, wo der Blätterton abgesetzt wurde, muß die Strandlinie Nord-Esthlands und Ingermanlands fast wie die jetzige gewesen sein, nicht tief ins Festland eingreifend; im Westen Esthlands dagegen bildete das Meer große Buchten, welche tief ins Innere des Landes eindrangten.

3. Die Sande sind wahrscheinlich sämtlich postglacialen Alters. Man kennt deren ebenfalls zwei Arten.

- a) Der Süßwassersand, im Innern des Landes; er bildet oft Dünen, welche z. T. noch jetzt wandern; er verdankt seine Entstehung großen, aber nicht tiefen Seen, welche, besonders im westlichen Esthland und am Anfang der postglacialen Zeit, ein großes Areal einnahmen. Diese Seen trockneten aus infolge der Erosion der Flüsse, welche ihr Bett immer tiefer eingruben, oder verwandelten sich in Moore. Die Torfmoore nehmen eine große Fläche ein; unter dem Torfe findet man gewöhnlich eine Wiesenmergelschicht, welche von Süßwassermollusken, die den See vor seiner Umwandlung in ein Moor bewohnten, gebildet ist. Es sind dieselben Arten, welche jetzt die Gegend bewohnen.
- b) Der marine Sand ist geschichtet, oft sehr mächtig, ruht unmittelbar auf dem glacialen Ton und hat dieselbe Verbreitung wie der letztere.¹⁾ Stellenweise

¹⁾ Im Norden Esthlands haben sich die Flüsse oft tiefe Betten in den Sanden eingegraben und zeigen oft hübsche Profile, wo man die Anordnung des marinen Sandes auf dem glacialen Tone und dieses letzteren auf dem Geschiebelehm beobachten kann.

bemerkt man in einem gewissen Abstände von der Küste parallel mit ihr verlaufende Dünenketten, welche auf ältere Strandlinien hinzudeuten scheinen. Bisweilen begegnet man Flugsandfeldern. Bei Nömme, in der Nähe von Reval, hat man stark durch den Sand polierte Steine gefunden.

4. Die Åsar Esthlands gehören zum größten Teil zur Kategorie der eigentlichen oder Längsåsar mit der Richtung N-S, wie die glacialen Schrammen. Sie beginnen gewöhnlich nicht am Glint, sondern mehrere Kilometer südlich von diesem. In Ingermanland gibt es keine Åsar wie in Esthland, sondern stellenweise (z. B. im W von Gatschina, bei der Station Jelisawetino) Hügel, welche unregelmässige Gruppen bilden, aus ungeschichtetem, kalkigem Material bestehen und vielleicht den Drumlins entsprechen.

5. Die erratischen Blöcke (Granit, Gneiß, Syenit u. s. w. von Finnland herrührend) findet man in grosser Anzahl auf dem Geschiebelehm; sie sind weniger zahlreich auf den Åsar. Am Fuße des Glints sind sie in Fülle vorhanden. Die kleinsten sind gewöhnlich abgerundet, die grösseren eckig. Unter den größten erratischen Blöcken in Esthland muß man nennen: den kolossalen Block von Tilka bei Reval, und denjenigen von Leetz, in der Nähe von Baltischport, beide durch Helmersen beschrieben und abgebildet. Der Block von Leetz, auf einem Felde ruhend, besteht aus Rapakiwi, hat eine sehr regelmäßige viereckige Form und mißt 12,6 m Länge, 8,4 m Breite und 4,2 m Höhe; mit seinem nächsten Nachbar, welcher früher mit ihm einen einzigen Block bildete, was die gegenseitige Stellung und die Gestalt der Bruchflächen beweisen, erreichte dieser Finnländische Riese ursprünglich eine Länge von 24 m.

Stellenweise bilden die erratischen Blöcke am Meeresstrande mächtige Klippen und Steinmeere.

„Mit der Annäherung an die Kasper Wiek“, sagt Helmersen, ¹⁾ „werden die Wanderblöcke immer zahlreicher. Sie bilden ganze, auf Flugsand ruhende Steinmeere, und kleine Roller füllen an vielen Stellen den Boden des sumpfigen Hochwaldes. Bei dem Dorfe Kasperwiek glaubt man sich nach Finnland versetzt. Ein Heer großer, scharfkantiger Granit- und Gneißblöcke liegen in Gruppen und langen Reihen. Der Wald lichtet sich und man betritt ein 0,5 km nach N vorspringendes Riff und nördlich von ihm eine, seine Fortsetzung bildende Insel. Beide bestehen aus dicht aneinandergedrängten bis kopfgroßen Rollern der verschiedensten finnländischen Gesteine. Diese Haufwerke, mit wenig Sand gemengt, steigen bis 3 und 3,6 m über den Meeresspiegel an, und sind zum Teil schon bemoost, ein Beweis, daß die Brandung sie nicht mehr scheuert.“

Am Strande selbst liegt ein Kranz größerer, abgerundeter Blöcke und an einer Stelle eine schöne Gruppe von sehr großen Rapakiwiblöcken, die möglicherweise einen einzigen zusammenhängenden Riesenblock gebildet haben können.“

Helmersen gibt noch vom großen Steinmeere, an der Nordspitze der die Papon-Wiek von der Monk-Wiek trennenden Halbinsel, folgende treffliche Beschreibung:

„Dieses Riff beginnt bei dem Strandreiterhause (Cordon) Perespe (od. Perrispäh) und setzt, halbbogenförmig, in das Meer hinein. Es ist etwa 1 km lang und besteht nur aus Stumpfkantnern und Rollern der verschiedensten kristallinen Gesteine. Auf diesen aber liegen Scharfkantner von Granit und bedeutender Größe, von welchen einer 4,2 m hoch ist.“

¹⁾ Mém. Acad. St. P. 30. 1882.

III. Meteorologie.

1. Luftdruck.

Mittlere Januarisobaren. Im Januar befindet sich der Finnische Meerbusen (ebenso wie die übrige Ostsee mit Ausschluss des Bothnischen Golfes), innerhalb der Isobare von 760 mm der asiatischen Anticyklone, deren Maximum auf Ostsibirien lastet, aber sehr entfernt von diesem Maximum und in nächster Nähe von der Nordatlantischen Cyklone. Man kann also südwestliche Winde erwarten. Die Karten von Hann und diejenige vom „Segelhandbuch für die Ostsee“ geben eine richtige Vorstellung dieser Verhältnisse. Hier will ich den Verlauf der Isobaren nach der neuesten Quelle, nämlich nach dem „Atlas climatologique de l'Empire de Russie“ beschreiben. Die Isobare von 760 mm geht nördlich von den Ålandsinseln in der Richtung des Parallels, dann gegen NO quer durch Finnland; südlich davon erreicht die Isobare von 761 mm (vom W kommend und parallel mit der vorigen) das nordwestliche Esthland und richtet sich über den Finnischen Meerbusen und die Wiborger Bucht nach NO; diejenige von 762 mm endlich (vom W kommend, südlich der beiden vorigen und mit ihnen parallel) erreicht Kurland in der Umgebung von Windau und verläuft nach NO, den nördlichen Teil des Peïpuß-See berührend und die Ingermanländische Küste (Narwa-St. Petersburg) begleitend.

Mittlere Juliisobaren. Im Juli gehört der Finnische Meerbusen (ebenso wie die Ostsee, mit Ausnahme des äußersten Südens) ausschließlich der asiatischen Cyklone an, deren Minimum auf Zentralasien sich befindet. Die nächste Anticyklone hat ihr Maximum in der Mitte der

nördlichen Hälfte des Atlantischen Ozeans. Die Windrichtung muß eine nordwestliche sein. Auf dem ganzen Finnischen Meerbusen herrscht ein Luftdruck von weniger als 758 mm; die Isobare von 758 mm geht westöstlich, von Schweden bis West-Esthland, mit einer leichten, nach N, in der Richtung der Ålandsinseln, gerichteten Biegung und setzt sich nach O fort, südlich von der Estländischen Küste und vom Ladoga-See. Südlich von dieser Linie nimmt der Luftdruck ganz allmählich zu: die Isobare von 759 mm (vom W kommend) erreicht Kurland bei Windau, berührt den südlichen Teil des Rigaschen Meerbusens und biegt nach SO.¹⁾

Jahresisobaren. Ein Blick auf eine Karte der Jahresisobaren für die ganze Erde zeigt, daß der Finnische Meerbusen (wie die nördliche Ostsee und Skandinavien) einem Gebiete niedrigen Luftdrucks angehört, welches seine größte Ausdehnung über dem Nordatlantischen Ozean erreicht und dessen Minimum südwestlich von Island sich befindet. Die Karte zeigt auch, daß der Finnische Meerbusen an der extremen Grenze der erwähnten Depression liegt, wie es die Beschreibung der Isobaren sofort beweisen wird. Andererseits stellt der größte Teil Eurasiens (im Jahresmittel) ein Gebiet hohen Luftdrucks dar, dessen Maximum auf Ostsibirien (vom Baikal-See bis Jakutsk) lastet. Die Jahresisobare von 760 mm vom W kommend, erreicht Rußland im nördlichen Teile des Rigaschen Meerbusens, und richtet sich nach NO, über den Finnischen Meerbusen (von der Narwa- bis zur Newa-Bucht) entfernt sich aber nicht weit vom Ingermanländischen Ufer; nördlich von dieser Linie, nimmt der Luftdruck langsam ab, südlich davon nimmt er allmählich zu.

¹⁾ Der mittlere Luftdruck in der Gegend des Finnischen Meerbusens zeigt (nach dem „Atlas climatologique de l'Empire de Russie“) folgende Amplitude:

Maximum:	Februar	762 mm
Minimum:	Juli . . .	< 758 „
Jahresmittel:		< 760 mm

2. Winde.

Windsysteme. Ich lasse Kiersnowskys¹⁾ Betrachtungen über die Windsysteme Rußlands in deutscher Übertragung folgen: „Das russische Kaiserreich hat zwei Windsysteme im Jahresmittel:

1. das cyclonische System, um das barometrische Minimum im N des Atlantischen Ozeans herum, das sind die Winde von SW;

2. das anticyklonische System, um das barometrische Maximum in Ostsibirien herum, welches bis in den Süden des Europäischen Rußlands hineinragt. Im Winter sind beide Systeme vorhanden mit dem Unterschiede, daß das anticyklonische entschiedener als im Jahresmittel dominiert. Im Sommer gibt es mit der Umkehr des Luftdrucks nur ein Windsystem, nämlich das cyclonische, um das Minimum Centralasiens herum. Der Frühling und der Herbst stellen Übergangsstufen dar zwischen der Verteilung des Luftdrucks im Winter und im Sommer. Dank den im größten Teile Rußlands zur Winterzeit vorherrschenden, vom Meere kommenden SW-Winden, und im Sommer den kühlen NW-Winden, die ebenfalls vom Meere aus wehen, ist das Klima des Europäischen Rußlands ein gemäßigtes, ja sogar ein maritimes und wird nur gegen O ein mehr und mehr kontinentales.“

Häufigkeit der verschiedenen Windrichtungen. Tabelle I²⁾ gibt die mittlere Zahl der Winde an den folgenden Stationen, nach Richtungen und Jahreszeiten angeordnet an:

Baltischport, 1877—85 (9 J.); Packerot-Leuchtturm, 1887—89 (3 J.); Reval, 1877—82, 1884—89 (12 J.); Helsingfors, 1882—90 (10 J.); Hochland, 1877—87 (11 J.); Kronstadt, 1877—87 (11 J.); St. Petersburg, 1876—90 (15 J.)

¹⁾ Bull Acad. Imp. St. P. Ve Série, III. 1895.

²⁾ Nach Kiersnowsky in Mém. Acad. Imp. St. P. VIII. Série. II. 1895.

Mittlere Zahl der Winde im Finnischen Meerbusen.

Winter (Dezember, Januar, Februar).

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
Baltischport	25	18	30	31	39	60	27	27	13
Packerort	17	16	31	47	63	35	33	23	5
Reval	14	15	18	44	54	60	32	28	5
Helsingfors	29	26	16	24	41	53	39	28	14
Hochland	19	18	21	38	48	49	46	26	10
Kronstadt	10	19	30	33	40	46	39	32	21
St. Petersburg	12	16	21	50	48	36	38	39	10

Frühling (März, April, Mai).

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
Baltischport	27	53	23	15	27	45	33	30	23
Packerort	28	42	39	24	39	28	42	22	12
Reval	20	34	23	30	27	53	43	35	11
Helsingfors	30	30	44	22	19	68	26	26	11
Hochland	17	24	26	37	27	63	42	15	25
Kronstadt	16	33	29	22	21	37	56	34	28
St. Petersburg	20	38	26	32	35	26	43	46	10

Sommer (Juni, Juli, August).

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
Baltischport	24	45	23	15	16	38	43	42	30
Packerort	33	33	24	14	42	33	59	26	12
Reval	22	37	23	20	22	39	47	52	14
Helsingfors	20	17	35	24	22	98	30	25	5
Hochland	16	26	28	35	20	63	53	20	15
Kronstadt	21	38	26	17	18	36	59	37	24
St. Petersburg	27	38	23	28	27	27	43	55	8

Herbst (September, Oktober, November).

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
Baltischport	23	19	26	39	40	57	30	24	15
Packerort	35	23	24	35	55	38	33	25	5
Reval	18	18	17	39	47	61	30	34	9
Helsingfors	30	19	25	25	32	62	38	37	5
Hochland	21	22	21	33	43	54	43	30	6
Kronstadt	15	20	24	31	39	55	34	35	20
St. Petersburg	21	17	19	43	48	44	34	41	6

Man ersieht vor allem, daß die in Helsingfors und Hochland das ganze Jahr hindurch vorherrschende Windrichtung die südwestliche ist (Helsingfors 25 0/0, Hochland 21 0/0); im Sommer dominiert sogar die SW-Richtung nur an diesen beiden Stationen. Im Sommer hat überall die SW-Richtung die Priorität, außer in Packerort und St. Petersburg. Im Frühling und Sommer fällt überall mit Ausnahme von Baltischport die vorherrschende Windrichtung in die westlichen Quadranten. Im Herbst endlich herrscht wieder der SW-Wind vor mit Ausnahme von Packerort und St. Petersburg.

Im Jahresmittel ist die SW-Windrichtung allgemein vorherrschend, außer in Packerort, Kronstadt und St. Petersburg, wo die Hauptrichtung zwischen NW und S liegt.

Betrachten wir jetzt die seltensten Windrichtungen und ziehen wir gleich die Jahresmittel in Betracht, so sehen wir, daß im ganzen Finnischen Meerbusen die Winde am seltensten von N wehen, mit leichten Ablenkungen in Packerort und in Helsingfors.

Die häufigsten Windstillen wurden in Kronstadt beobachtet (8 0/0). Am seltensten traten sie auf in Packerort, Helsingfors und St. Petersburg (je 3 0/0).

Mittlere Windgeschwindigkeit. Tabelle II enthält die mittlere Windstärke in m pro sec für die sieben oben genannten Stationen.

Mittlere Windstärke. Tabelle II.
(Meter pro Secunde.)

	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November
Baltischport . . .	2,2	2,2	1,8	0,7	0,7	1,2	1,5	1,6	0,8	1,5	2,3	2,8
Packerort	2,4	3,2	1,6	0,2	0,9	0,8	1,4	1,4	2,0	1,1	1,3	1,9
Reval	2,1	1,9	1,5	1,4	0,5	1,2	1,0	1,3	1,1	1,4	1,3	1,7
Helsingfors . . .	2,2	2,4	1,3	0,8	0,7	1,0	0,8	2,5	1,8	1,9	1,5	2,0
Hochland	1,8	1,8	1,3	1,3	0,9	1,3	1,4	1,1	0,7	1,0	1,6	1,9
Kronstadt	3,0	2,9	2,6	2,6	0,5	1,5	2,1	1,7	0,9	1,7	2,9	3,0
St. Petersburg . .	1,5	1,4	1,2	0,9	0,2	0,6	1,0	0,7	0,6	0,9	1,3	1,5

Packerort zeigt das größte Monatsmittel der Windstärke (3,2) im Januar; ¹⁾ dieselbe Station hat das kleinste Monatsmittel (0,2) im März und St. Petersburg hat es im April. Die Monate, in welchen die meisten Stationen ihre maximale Windstärke (2 od. > 2) erreichen, sind November, Dezember und Januar. Die Monate mit einer Windstärke kleiner als 2 an allen Stationen sind April, Mai und September; im April sinkt sogar die mittlere Windstärke überall unter 1 m pro sec. In Hochland und St. Petersburg bleibt die mittlere Windstärke immer unter 2 m pro sec; an der letzteren Station bleibt sie sogar 6 Monate unter 1 (März-Mai, Juli-August) und in Kronstadt ist sie während 6 Monate größer als 2 (Oktober-März). In Helsingfors fällt die maximale mittlere Windgeschwindigkeit auf Juli. August zeigt ein Maximum in Packerort und Minima in Baltischport (doch sehr wenig von Packerort entfernt), Hochland und Kronstadt. Der große Einfluß des persönlichen Gefühls bei diesen Beobachtungen, sowie die kolossale Rolle, welche die Aufstellung der Anemometer spielt, gestatten nicht, weitere allgemeine Schlüsse zu ziehen.

Stürme. Wir entlehnen folgende Angaben der merkwürdigen Abhandlung von v. Nasackin ²⁾: Synoptische Wetterkarten wurden von diesem Autor nicht benutzt. Er bestimmte zunächst für jede Station, was er die „Sturmnorm“ nennt, und versteht darunter „die niedrigste Grenzstärke des Windes am Lande, bei welcher derselbe auf dem benachbarten Meere für die Schifffahrt gefährlicher wird.“ Er betrachtet als Sturmnorm die Windstärke, welche zur Zeit der dem Unwetter zugeschriebenen Schiffbrüche herrschte. ³⁾ Es wäre logischer gewesen, für alle Stationen eine einförmige Sturmnorm z. wählen, z. B. die Windgeschwindigkeit größer als 15 m pro sec oder eine Windstärke von 8 und mehr der Beaufort-Skala 0—12. Hier folgt das Verzeichnis der Stationen mit ihrer Sturmnorm:

¹⁾ Dann folgt Kronstadt mit 3,0 im November und Dezember.

²⁾ In Repert. für Met. 14. 1891.

³⁾ Also kein Schiffbruch — kein Sturm!

Hangö-Leuchtturm,	Stärke 9 nach Beaufort.
Hangö-Stadt,	" 7 " "
Söderskär-Leuchtturm,	" 8 " "
St. Petersburg,	10 m pro sec.
Kronstadt,	20 " " "
Narwa-Leuchtt.,	Stärke 8, d. 7 Bf., spät. 16 m pro sec.
Hochland,	14 m pro sec.
Katharinenthal-Leuchtt.,	10 Bf. dann 16 m pro sec.
Reval,	14 m pro sec.
Obersurop-Leuchtt.,	9 Beaufort.
Packerort-Leuchtt.,	9 " dann > 20 m p. sec.
Baltischport,	18 m pro sec.

In den meisten Fällen beziehen sich die Beobachtungen auf die Jahre 1883—87 (5 J.). Die Ausnahmen sind: Reval, 1884—87 (4 J.); Packerort, 1883—87 (4½ J.); Baltischport, 1883—85 (3 J.). Nasackin nennt „Zahl der Stürme“ die Zahl der Tage, an welchen der Wind die Sturmstärke erreicht hat. Einen Sturm, der zwei, drei oder noch mehr Tage dauerte, rechnet er für zwei, drei usw. Stürme; zwei Stürme an einem Tage wurden als ein Sturm betrachtet. Tabelle III enthält für jede Station die Zahl der während

Tabelle III.

Verteilung der Stürme nach den Himmelsrichtungen.

	Gesamtzahl der Stürme	Zahl der Stürme							
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Hangö-Leuchtt. . . .	480	39,0	18,5	50,0	24,5	119,0	63,5	107,5	58,0
Hangö-Stadt	337	6,0	12,0	12,0	20,5	115,0	102,0	44,5	25,0
Söderskär-Leuchtt. .	297	9,0	32,0	15,0	13,0	83,0	90,0	42,0	13,0
St. Petersburg	156	1,5	2,0	2,0	17,5	43,5	29,0	29,5	31,0
Kronstadt	229	2,5	8,5	1,0	5,0	38,0	90,5	70,0	13,5
Narwa-Leuchtt. . . .	155	14,0	3,5	3,0	3,0	4,0	21,5	62,0	44,0
Hochland	200	5,0	20,0	26,5	4,5	7,0	36,0	77,5	23,5
Katharinenthal-Lchtt.	240	22,5	26,5	12,0	27,0	62,0	39,0	18,5	32,5
Reval	67	10,5	20,0	3,0	0,5	1,5	5,5	5,5	20,5
Ober-Surop-Leuchtt. .	298	53,5	34,0	6,0	7,0	25,0	65,5	55,0	52,0
Packerort-Leuchtt. .	169	21,5	10,5	2,0	0,5	11,0	39,5	51,0	33,0
Baltischport	77	4,0	11,0	6,5	2,0	4,5	25,0	20,0	4,0

der Beobachtungsperiode notierten Stürme, sowie deren Verteilung nach den acht Himmelsrichtungen. „An der Südwestküste von Finnland“, sagt Nasackin, „ist die vorherrschende Sturmrichtung SW; nur auf dem Leuchtturm von Hangö zeigt sich ein secundäres Maximum der Stürme von O. Auch weiter nach O, im nördlichen Teile des Finnischen Meerbusens, ist die Hauptsturmrichtung SW, wobei nur Hochland eine Ausnahme bildet. An diesem Punkte herrschen die Stürme aus W entschieden vor, während auch hier ein secundäres Maximum auf O entfällt. Im östlichen Teile des Finnischen Meerbusens, auf den Stationen Kronstadt und St. Petersburg, weicht die mittlere Sturmrichtung ebenfalls nur sehr wenig von SW ab und fällt hier vollkommen mit der mittleren Windrichtung zusammen. (In Kronstadt kommen von 229 Stürmen 160 oder 70 % aus der Richtung SW und W. Nur ein Sturm weht von O und aus der ganzen östlichen Hälfte des Kompaß nur 17 Stürme oder 7,4 %.) An der Nordküste von Esthland ist die vorherrschende Sturmrichtung WNW und zeigt sich ziemlich scharf ausgeprägt auf den Leuchttürmen von Narwa, Obersurop und Packerort. In Reval ergeben die Beobachtungen ein Vorherrschen der Stürme von NW und NO und die mittlere Sturmrichtung weicht nur wenig nach W vom Meridiane ab. Diesen Resultaten muß wenig Gewicht beigelegt werden, da sie infolge der schlechten Aufstellung der Windfahne und der mangelhaften Notierung der Windstärke unzuverlässig sind. Am Leuchtturm von Katharinenthal aber — der in einer hohen und freien Lage liegt — entfällt das Maximum auf S und SW (zusammen 42 %), während die übrigen Stürme ziemlich gleichmäßig auf die anderen Himmelsrichtungen verteilt sind; allerdings auch ein secundäres Vorherrschen der Stürme von NW zeigen. An der Nordwestküste von Esthland, im Städtchen Baltischport, ist die mittlere Sturmrichtung WSW; außerdem zeigt sich ein secundäres Vorherrschen der Stürme von NO. Somit

ist der Charakter der Stürme hier ein vollkommen anderer als auf dem nur ein wenig nördlicher gelegenen Leuchtturm von Packerort, wo, wie schon erwähnt, die mittlere Sturmrichtung noch im NW-Quadranten, wenn auch nahe bei W, liegt.“

Tabelle IV zeigt die Verteilung der Stürme nach den Monaten in Procenten und die mittlere jährliche Zahl der Stürme.

Tabelle IV.

Verteilung der Stürme nach den Monaten in Procenten.

	Monate												Mittlere Zahl der Stürme im Jahr
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Hangö-Leuchtt. . .	14,4	7,5	9,6	5,5	2,1	2,7	2,1	2,7	8,2	14,7	11,0	19,5	58,4
Hangö-Stadt . . .	13,7	8,8	7,1	4,4	4,4	4,4	2,2	2,7	7,1	16,4	11,1	17,7	45,2
Söderskär-Lchtt. .	13,4	10,0	6,0	3,5	2,0	3,5	2,0	1,5	6,5	16,9	13,9	20,9	40,2
St. Petersburg . .	12,9	11,2	10,3	6,0	7,8	3,4	4,3	2,6	3,4	19,1	3,4	15,5	23,2
Kronstadt . . .	14,5	7,5	5,7	3,8	6,3	7,5	6,3	2,5	9,4	16,4	5,7	14,5	31,8
Narwa-Leuchtt. . .	7,0	6,1	3,5	7,9	8,8	5,3	7,0	7,0	11,4	16,7	7,9	11,4	28,5
Hochland-Leuchtt.	15,3	9,2	3,0	5,3	0,0	2,3	5,3	3,8	9,9	13,0	10,7	22,1	26,2
Katharinenthal-L.	12,7	9,8	6,4	7,5	2,9	8,1	1,7	3,5	8,1	13,3	5,8	20,2	34,6
Ober-Surop Lchtt.	14,8	9,4	7,9	8,9	3,5	3,0	4,5	4,5	9,4	12,9	8,9	12,4	40,4
Packerort-Lchtt. .	12,1	11,4	6,1	0,8	0,8	2,3	6,8	4,9	9,5	17,0	11,4	17,0	26,5
Baltischport . . .	10,7	3,8	5,4	7,0	1,6	10,7	7,0	5,4	5,4	21,5	9,1	12,4	18,7

Man ersieht, daß das Maximum fällt: auf 1 Station in den Januar (Ober-Surop); auf 4 Stationen in den Oktober (St. Petersburg, Kronstadt, Narwa, Packerort); auf 6 Stationen in den Dezember (Hangö-Leuchtturm und Stadt, Söderskär, Hochland, Katharinenthal, Packerort).

Dagegen fällt das Minimum: auf 1 Station in den März (Narwa); auf 1 Station in den April (Packerort); auf 4 Stationen in den Mai (Hangö-Leuchtturm, Hochland, Packerort, Baltischport); auf 1 Station in den Juni (Ober-Surop); auf 3 Stationen in den Juli (Hangö-Leuchtturm, Hangö-Stadt, Katharinenthal); auf 3 Stationen in den August (Söderskär, Kronstadt, St. Petersburg).

Endlich zeigt Tabelle V die Zahl der Stürme an den einzelnen Beobachtungsterminen in Procenten. „Es ist zu ersehen,“ sagt Nasackin, „daß die Sturmhäufigkeit gleich oft bald um 1^h p. m., bald um 9^h p. m. den relativ größten Wert erreicht, niemals aber um 7^h a. m.“

Tabelle V.

Zahl der Stürme an den einzelnen Beobachtungsterminen in Procenten.

	7 h a. m.	1 h p. m.	9 h p. m.
Hangö-Leuchtt.	28,1	34,0	37,9
Hangö-Stadt	29,7	32,3	38,0
Söderskär-Leuchtt.	32,9	36,2	30,9
St. Petersburg	29,5	40,4	30,1
Kronstadt	29,2	42,4	28,4
Narwa-Leuchtt.	29,4	30,7	39,9
Hochland-Leuchtt.	28,0	31,0	41,0
Katharinenthal-Leuchtt.	28,3	37,0	34,6
Ober-Surop-Leuchtt.	29,5	28,5	42,0
Packerort-Leuchtt.	28,4	30,8	40,8
Baltischport	24,7	41,5	33,8

Nasackin glaubt sich berechtigt, noch folgende weitere Schlüsse zu ziehen: „Die jährliche Häufigkeit der Stürme kann nicht als konstante Grösse angesehen werden, sondern ist in den einzelnen Jahren verschieden. Die mittlere Zahl der Stürme auf den einzelnen Stationen ist gleichfalls sehr verschieden und es scheint, daß im Westen des Finnischen Meebusens die Stürme häufiger sind als in den anderen Teilen. Die mittlere Sturmrichtung ist überall weit schärfer ausgeprägt als die mittlere Windrichtung. Dieselbe liegt auf allen Stationen zwischen N und S auf der westlichen Seite des Kompass, während die mittlere Windrichtung sich zwischen S und W befindet.“

3. Temperatur der Luft.

Isothermen im Januar. Im Winter wirkt bekanntlich die Ostsee wie eine Warmwasserheizung, indem sie ihre im Sommer angesammelte Wärme der Luft allmählich abgibt. Infolge dessen machen die Isothermen, anstatt in der Richtung der Parallele zu verlaufen, Ausbuchtungen nach N, z. B. bei 60° n. Br. wo die Isothermen, statt einfach von Schweden nach Finnland hinüber zu gehen, tief in den Bothnischen Meerbusen eindringen. Bei ihrem Austritt aus diesem Golfe ist ihre Richtung NW—SO, quer über den Finnischen Meerbusen, welcher im Januar mehr oder weniger zugefroren ist und (nach dem Atlas climatologique de l'Empire de Russie) gar keine oder eine minimale Wirkung auf den Verlauf der Isothermen zu haben scheint. Die Isotherme von -5° geht ungefähr von Hangö bis Spithamn, diejenige von -10° etwas östlich von St. Petersburg.

Isothermen im Juli. Im Sommer spielt die Ostsee die entgegengesetzte thermische Rolle als im Winter; da sie sich im Winter erheblich abkühlt und später nur sehr langsam erwärmt, so wird die Erwärmung der darüber lagernden Luftschichten verzögert. Die Folge davon ist, daß die Isothermen, anstatt sie im Sinne der Parallele durchzuschneiden, sich tief nach Süden ausbuchten um nachher regelmäßig nach Osten durch Rußland und Asien zu verlaufen. Auf den bisherigen Karten¹⁾ war besonders der Verlauf der $+16^{\circ}$ — Isotherme bemerkenswert: ihr Auf- und Austritt erfolgt westlich und östlich von den Ålandinseln, und sie schickt nach Süden eine mächtige Ausbuchtung, welche fast bis zur Insel Bornholm reicht. Allerdings ist diese Ausbuchtung, nach dem Atlas climatologique de l'Empire de Russie, weit bescheidener und dürfte den mittleren Parallel des Rigaschen Meerbusens kaum

¹⁾ Z. B. diejenige im Segelhandbuch für die Ostsee, erste Abt. 1891 oder in Müllers Lehrbuch der Kosmischen Physik, Atlas, Tab. XL.

überschreiten. Diese $+ 16^{\circ}$ — Isotherme berührt den Finnischen Meerbusen an seinem Eingange nur leicht. Die 17° — Isotherme, von S kommend (längs der kurländischen Küste und vor dem Eingang des Rigaschen Meerbusens), erreicht die Finnische Küste des Bothnischen Meerbusens bei Åbo nachdem sie eine mächtige Ausbuchtung in die Region des Finnischen Golfes bis zum Meridian der Halbinsel Kurgalo gesandt hat. Hier zeigt sich die thermische Wirkung der Wassermasse aufs klarste: wäre der Finnische Meerbusen nicht, so würde die 17° Isotherme gerade von Libau nach Åbo sich hinziehen, ohne im geringsten nach Osten auszubiegen. Die Isotherme von 18° liegt außerhalb unseres Gebietes und zieht sich in SW—NO-Richtung hin vom Süden des Rigaschen Golfes bis zum Süden des Ladoga-Sees. Wiborg, die nördlichste Station, und St. Petersburg die östlichste, haben also die höchste Lufttemperatur im Juli.

Gang der Temperatur. Der Atlas climatologique de l'Empire de Russie enthält Isothermenkarten für alle 12 Monate des Jahres. Wenn man dieses kostbare Material näher betrachtet, gewinnt man die Überzeugung, daß die Januar- und Juliisothermen weit entfernt sind, die typischsten unserer Region zu sein und die thermische Rolle des Finnischen Meerbusens vollständig zu illustrieren. In dieser Hinsicht lassen sich im Jahre zwei Perioden unterscheiden: September bis Februar und März bis August, an deren Anfang (September und März) und Ende (Januar-Februar und August) der Einfluß des Golfes auf den Verlauf der Isothermen ein minimaler oder gleich Null zu sein scheint. Im Oktober und November (der ersten Periode zugehörig) beobachtet man die maximale erwärmende Wirkung des Golfes, während im Mai und Juni (welche zur zweiten Periode gehören) dessen maximaler erkaltender Einfluß sich zeigt.

Periode September-Februar. Im September verlaufen die Isothermen von W nach O, diejenige von $+ 11^{\circ}$ längs des nördlichen Ufers, die 10° -Isotherme nördlich vom

Ladoga-See, die 12° -Isotherme südlich vom Peïpuß-See. — Im Oktober erreicht die Isotherme von $+6^{\circ}$, von S kommend, die Finnische Küste des Bothnischen Golfes, nachdem sie eine mächtige Ausbiegung in den Finnischen Meerbusen hinein, bis zum Meridian der Narowamündung, beschrieben hat. — Im November erleiden zwei Isothermen dasselbe Schicksal: diejenige von $+1^{\circ}$ und die 0° Isotherme; letztere reicht bis zum Eingang der Kronstadter Bucht. — Der Dezember nähert sich dem schon beschriebenen Januar und im Februar, welcher die Periode schließt, verlaufen die Isothermen von NW nach SO den Finnischen Golf unbekümmert schneidend und von ihm unbeeinflusst. (Nur die -7° -Isotherme zeigt eine leichte Ausbiegung nach O, was ich geneigt bin, dem Einfluße der großen Insel Hochland zuzuschreiben.) Periode März-August. Im März verlaufen die Isothermen von NW nach SO, diejenige von -3° vor dem Eingange des Finischen Meerbusens, die -5° -Isotherme zwischen dem Busen und dem Ladoga-See, diejenige von -4° den Golf ziemlich in seiner Mitte schneidend. — Im April kann die Isotherme, von $+2^{\circ}$, vom Bothnischen Meerbusen kommend, ungefähr längs des Parallels des nördlichen Ladogas, bis zum Meridian der Wiborger Bucht, weiter südlich vom Ladoga nach O verlaufen, nur nachdem sie nach W eine sehr große Ausbiegung bis außerhalb der Grenze des Finnischen Meerbusens beschrieben hat; in der westlichen Hälfte des Golfes herrscht noch eine Temperatur von $+1^{\circ}$. — Im Mai sind es die Isothermen von $+8^{\circ}$ und $+7^{\circ}$, welche sich von W her in den Finnischen Meerbusen ausbuchten, während in der Mitte desselben die niedrigste Temperatur von $+6^{\circ}$ noch herrscht. — Im Juni beobachtet man eine ähnliche Ausbuchtung der $+13^{\circ}$ - und $+14^{\circ}$ -Isothermen; der Eingang hat nur 12° und Südfinnland wie Nordesthland haben $+15^{\circ}$. — Juli, viel weniger charakteristisch, wurde schon beschrieben, und endlich im August verlaufen wieder die Isothermen viel gleichmäßiger

von W nach O, diejenige von $+15^{\circ}$ nördlich vom Ladoga, die von 17° südlich vom Rigaschen Meerbusen, die 16° -Isotherme im Parallele des mittleren Peïpuß aber durch die östliche Hälfte des Finnischen Golfes beeinflusst und in dieser Richtung sich ausbiegend.

Jahresisothermen. Wenn man die Karte der Jahresisothermen für die ganze Erde betrachtet, bemerkt man sofort, daß diese Linien viel ruhiger verlaufen als die Januar- oder Juliisothermen; im Balticum ist ihre Richtung ungefähr eine west-östliche. Die ganze Ostsee liegt zwischen den Isothermen von 0° (der nördlichste Teil des Bothnischen Meerbusens) und von $+8^{\circ}$ (der südlichste Teil der Ostsee). Im Gebiete des Finnischen Meerbusens verlaufen die Isothermen, parallel untereinander, von NW nach SO, diejenige von $+5^{\circ}$ außerhalb des Eingangs, die $+4^{\circ}$ -Isotherme östlich von Hochland und die von $+3^{\circ}$ nord-östlich vom Ladoga-See.

Diese Beschreibung bezieht sich auf den Atlas climatologique de l'Empire de Russie. — Die mittlere Temperatur der Luft im Finnischen Meerbusen beträgt somit $+3^{\circ}$.

Werfen wir einen letzten Blick auf die Karte der Jahresisothermen im deutschen Segelhandbuch für die Ostsee. Wir konstatieren, daß auf der ganzen Ostsee bis nördlich von den Ålandsinseln die Jahresisothermen sich nach Norden und im übrigen Bothnischen Meerbusen (ausgenommen die nördlichste von 0°) nach Süden ausbuchten. Ich schließe daraus, daß im Bothnischen Gebiete die erwärmende Wirkung derselben dominiert. Der Finnische Meerbusen scheint im großen und ganzen eine erwärmende Wirkung zu haben, indem er die $+4^{\circ}$ -Jahresisotherme nach Norden bis nach Tammerfors verdrängt. Allerdings ist nach dem Atlas climatologique dieser Einfluß des Finnischen Golfes viel weniger charakteristisch.

Mittlere Lufttemperatur an den einzelnen Stationen. Tabelle VI¹⁾ enthält die monatlichen Mittel der Temperatur

¹⁾ Nach Wild, in *Mém. Acad. Imp. St. P. VIII. Série I.* 1894—95.

und deren Amplitude an sieben Stationen des Finnischen Meerbusens und für Zeiträume von $14\frac{1}{2}$ bis 137 Jahren.

Baltischport, 1839—85 ($46\frac{3}{4}$ J.)

Packerort, 1865—75, 1886—90 ($14\frac{1}{2}$ J.)

Reval, 1806—13, 1828—90 ($69\frac{1}{2}$ J.)

Hochland, 1865—90 (ungefähr 26 J.)

Kronstadt, 1844—90 (47 J.)

St. Petersburg, 1743—45, 1751—1800, 1805—90 (137 J.)

Mittlere Temperatur der Luft. Tabelle VI.
(Celsius-Grade.)

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr	Schwankung
Baltischport . .	-5,1	-5,7	-3,3	1,5	7,3	13,3	16,2	15,6	11,6	6,0	0,6	-2,9	4,6	21,9
Packerort . . .	-3,5	-5,3	-2,6	2,2	6,9	12,3	16,1	15,4	12,1	6,6	1,5	-2,4	5,0	21,4
Reval	-6,0	-6,1	-3,6	1,8	8,1	14,0	17,0	15,8	11,6	5,9	0,3	-3,3	4,6	23,1
Hochland	-5,5	-7,0	-4,3	0,8	5,6	12,4	16,4	15,9	12,2	6,5	1,5	-3,3	4,3	23,4
Kronstadt . . .	-8,7	-9,0	-5,1	1,2	7,9	14,6	17,8	16,3	11,5	5,0	-1,3	-6,0	3,7	26,8
St. Petersburg	-9,3	-8,4	-4,7	2,1	8,7	14,8	17,7	16,1	10,8	4,5	-1,6	-6,6	3,7	27,0

Es ist zu ersehen, daß in St. Petersburg das Minimum auf Januar, an allen anderen Stationen auf Februar entfällt, und daß an den gesamten Stationen, ohne Ausnahme, das Maximum sich im Juli zeigt.

Der Atlas climatologique de l'Empire de Russie hat eine Karte der Amplituden der Lufttemperatur nach den monatlichen Mitteln (Juli-Januar); die Isothermen folgen von W nach O parallel aufeinander, den Golf in der nord-südlichen Richtung schneidend, die 20° -Isotherme außerhalb des Eingang, diejenige von 26° durch die Wiborger Bucht.

Absolute Lufttemperaturen und deren Amplituden.
Als Schluß dieser Betrachtungen wollen wir noch die extremen Minima, Maxima und deren Amplituden kurz erwähnen. Tabelle VII¹⁾ erklärt sich wohl von selbst.

¹⁾ Nach Warneck in Mém. Acad. Imp. St. P. V. 1897.

Tabelle VII.

Absolute Lufttemperaturen und deren Amplituden.

	Meereshöhe in m	Beobachtungsjahre	Maxima	Minima	Absolute Amplituden
Baltischport	14	1839—84	45 33,9 82. VII.	—32,5 71. II.	66,4
Reval	13	1842—50, 60—94	44 32,5 46. VII.	—30,6 44. II.	63,1
Helsingfors	20	1829—39, 44—56, 79—90	35 30,5 39. VII.	—31,5 53. II.	62
Kronstadt	16	1844—57, 59—94	50 31,9 46. VII.	—35,0 76. XII.	66,9
St. Petersburg.	6	1743—94	142 36,1 57. VII.	—39,0 14. I.	75,1

Die extremen Lufttemperaturen und deren Amplituden wachsen von W nach O und erreichen ihren höchsten Betrag in St. Petersburg.

4. Niederschläge.

Wir entlehnen der Arbeit von Wild¹⁾ die Angaben über die Niederschlagshöhen an acht Stationen des Finischen Meerbusens für Perioden von 8 bis 66 Jahren.

Stationen:	Meeres- höhe (in m):	Beobachtungsjahre:
Baltischport	—	1877—85 (8 Jahre 5 Monate)
Packerort	26	1862—82, 86—91 (22 J.).
Reval	—	1845—65, 70—91 (39 J. 7 M.).
Narwa	2	1872—79, 86—91 (11 J. 11 M.).
Helsingfors	—	1844—91 (47 J. 6 M.).
Hochland	11	1868—91 (23 J. 11 M.).
Kronstadt	—	1846—90 (44 J. 1 M.).
St. Petersburg	—	1778—85, 95—97, 1835—91 (66 J. 3 M.).

¹⁾ Mém. Acad. Imp. St. P. III. 1896.

Tabelle VIII.

Niederschlagshöhen. (mm)

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Baltischport . . .	29,8	32,9	30,1	32,0	49,7	45,5	79,8	69,1	60,6	72,3	58,4	36,8	597,0
Packerort	20,1	14,2	14,4	21,6	38,6	40,2	56,9	69,9	60,7	56,3	45,3	26,7	464,9
Reval	25,6	20,7	24,0	24,2	41,6	40,5	50,7	69,7	55,4	54,4	46,9	35,4	489,1
Narwa	25,7	16,5	22,0	24,3	46,8	39,7	68,9	72,3	55,1	43,7	36,0	33,4	484,4
Helsingfors . . .	37,8	31,7	30,8	33,5	44,6	39,5	57,9	71,6	58,2	66,3	60,0	45,0	576,9
Hochland	22,3	14,5	17,5	19,5	46,1	29,2	61,7	67,0	53,4	59,2	49,0	28,9	468,3
Kronstadt	26,6	25,4	27,2	21,6	48,8	44,3	67,2	79,1	48,4	50,9	33,4	32,4	505,3
St. Petersburg . .	22,4	20,7	22,6	23,7	42,8	46,2	67,6	69,0	50,7	43,6	35,8	30,1	475,2

Das jährliche Maximum der Niederschläge zeigt sich in Baltischport und das Minimum in dem davon so wenig entfernten Packerort. Abgesehen von dieser Anomalie, beobachtet man eine Abnahme der Niederschläge von W nach O längs des südlichen Ufers des Finnischen Meerbusens. Längs des nördlichen Ufers, bis zur Kronstadter Bucht, ist auch eine ähnliche Abnahme wahrnehmbar. In Kronstadt aber erfolgt eine starke lokale Zunahme der Niederschläge. Das Maximum der Niederschlagshöhe entfällt auf Juli für Baltischport und auf August für die anderen Stationen. Das Maximum zeigt sich im Februar an vier Stationen (Reval, Narwa, Hochland, St. Petersburg) in Februar und März an zwei Stationen (Packerort und Helsingfors), in Januar und März in Baltischport und im April in Kronstadt. Die mittlere Niederschlagshöhe des Jahres im Gebiete des Finnischen Meerbusens beträgt 507,6 mm. (Das Segelhandbuch für die Ostsee, Aufl. 1891, gab 549 mm an.)

Tabelle IX (ebenfalls nach Wild) giebt an, für sechs Stationen und Beobachtungsperioden von 22 bis 149 Jahren die mittlere Zahl der Tage mit Regen und Schnee in jedem Monate und für das Jahr. Baltischport, 1839—84 (45 Jahre 11 Monate). Packerort, wie in der vorherigen Tabelle.

Tabelle IX.

Zahl der Tage mit Niederschlägen und Schnee.

	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli		August		September		Oktober		November		Dezember		Jahr	
	Nied.	*	Nied.	*	Nied.	*	Nied.	*	Nied.	*	Nied.	*	Nied.	*	Nied.	*	Nied.	*	Nied.	*	Nied.	*	Nied.	*	Nied.	*
Baltischport . .	11,2	10,2	9,6	9,1	9,0	8,9	7,9	4,1	10,2	0,7	9,2	0,0	10,8	0,0	11,7	0,0	11,8	0,1	13,9	1,9	13,7	7,1	11,2	8,9	130,2	51,0
Packerort-Lehttt.	11,2	9,3	7,7	6,6	7,9	7,0	7,7	3,7	9,8	1,2	8,5	0,0	9,8	0,0	11,0	0,0	12,7	1,3	13,1	6,1	12,0	9,6	122,4	44,8		
Reval	11,5	10,1	8,2	7,8	8,7	8,1	7,8	4,1	9,3	0,9	8,7	0,0	10,1	0,0	11,2	0,0	11,8	0,2	13,8	2,1	13,6	7,0	11,0	9,0	125,7	49,3
Hochland - Lehttt.	14,3	13,1	10,8	10,3	11,9	10,8	10,1	6,7	12,6	2,3	9,2	0,0	11,7	0,0	12,8	0,0	12,9	0,0	15,6	2,9	17,6	9,0	16,8	14,6	156,3	69,7
Kronstadt . .	10,3	9,6	9,3	8,9	8,9	8,0	8,5	4,7	10,2	1,4	9,5	0,0	10,9	0,0	12,7	0,0	10,6	0,2	11,5	2,0	12,2	7,8	11,3	10,2	125,9	52,8
St. Petersburg .	13,7	13,3	12,0	11,7	11,7	10,7	10,6	6,0	12,3	1,9	11,3	0,1	12,8	0,0	13,9	0,0	13,0	0,3	14,9	4,1	16,0	9,7	15,0	13,7	157,2	71,5

Reval, 1842—65, 70—91 (45 J. 1 M.). Hochland, 1865—91 (26 J. 11 M.). Kronstadt, wie in der vorherigen Tabelle. St. Petersburg, 1743—45, 1751—1800, 1805—91 (149 J.).

Betrachten wir zuerst die Jahresmittel. Es ist ersichtlich, daß St. Petersburg das Maximum der Tage sowohl mit Regen als auch mit Schnee darbietet; zunächst folgt Hochland. Im Gegenteil trifft sich das Minimum der Tage mit Niederschlägen und Schnee in Packerort. Nehmen wir jetzt die monatlichen Mittelwerte und fangen wir mit dem Regen an. Drei Stationen haben ihr Maximum der Tage mit Regen im November (Packerort, Hochland, St. Petersburg), zwei im Oktober und im November (Baltischport, Reval) und eine im August und im November (Kronstadt). Das Minimum der Tage mit Regen entfällt an vier Stationen auf April (Baltischport, Reval, Kronstadt, St. Petersburg), an einer auf Februar (Packerort) und an einer anderen auf Juni (Hochland). Sehen wir zuletzt die Statistik der Tage mit Schnee. Zwei Stationen sind 4 Monate ganz frei von Schnee, von Juli bis September (Packerort, Hochland); drei Stationen haben nur 3 schneefreie Monate, von Juni bis August (Baltischport, Reval, Kronstadt) und eine Station besitzt deren nur 2, Juni und August (St. Petersburg). Das Maximum der Tage mit Schnee entfällt auf Januar für 2 Stationen (Baltischport, Reval), auf Dezember für 3 Stationen (Packerort, Hochland, Kronstadt), auf Dezember und Januar für eine Station (St. Petersburg).

Es ist nicht ohne Interesse, hinzuzufügen, daß nach Beobachtungen in den Jahren 1891—92 und 1895—96, die Dauer der Schneedecke im Gebiete des Finnischen Meerbusens 100 bis 140 Tage — am Eingange des Golfes etwas weniger, in der Nähe der Wiborger Bucht etwas mehr — erreichte. (Atlas climatologique).

5. Nebel.

Die etwas veraltete Arbeit von Paromensky ¹⁾ (schon benutzt durch das Segelhandbuch für die Ostsee, Aufl. 1891) enthält Angaben über die Nebelverhältnisse an 11 Stationen des Finnischen Meerbusens und für Beobachtungsperioden von 12 bis 44 Jahren.

St. Petersburg, 1837—80 (44 Jahre).

Kronstadt, 1844—78 (35 J.)

Hochland, (südl. Leuchtt.) 1865—79 (12 J.).

Surop, 1867—79 (13 J.).

Reval, 1850—79 (27 J.).

Revalstein, (Leuchtschiff) 1859—79 (19 J.).

Sweaborg, 1835—43, 1848—56 (17 J.).

Kalbädan-Grund, (Leuchtschiff) 1859—79 (20 J.).

Söderskär, 1866—79 (14 J.).

Baltischport, 1839—80 (42 J.).

Hangö, 1867—80 (14 J.).

Tabelle X.

Zahl der Tage mit Nebel.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
St. Petersburg	5,4	4,3	3,7	3,4	2,0	1,1	1,4	3,0	4,4	5,0	4,5	3,5	41,7
Kronstadt	2,8	2,0	3,0	3,7	4,1	2,4	2,4	2,7	3,8	4,9	4,7	2,7	39,2
Hochland	9,0	5,5	5,9	6,8	8,9	6,5	4,2	3,0	3,5	5,8	6,4	6,1	71,6
Surop	7,5	5,5	6,3	6,1	7,6	5,1	3,5	4,5	3,4	7,5	8,1	8,5	73,6
Reval	2,2	1,8	2,4	2,3	2,6	1,3	1,1	1,5	3,1	2,2	2,7	2,7	25,9
Revalstein	—	—	—	—	5,4	3,5	2,3	1,7	1,3	2,3	—	—	—
Sweaborg	3,0	2,4	3,6	4,9	3,3	2,9	1,5	1,0	3,4	1,6	1,7	3,7	33,0
Kalbädan-Grund	—	—	—	—	—	3,0	2,7	2,6	1,9	1,6	—	—	—
Söderskär	4,4	2,6	3,1	3,4	4,2	2,1	1,7	1,4	1,6	2,4	1,7	1,9	30,5
Baltischport	2,5	2,5	2,9	3,9	3,6	2,1	1,6	1,7	2,5	2,0	2,9	3,3	31,5
Hangö	6,0	3,5	3,8	2,3	2,2	1,1	0,5	0,8	0,5	1,2	2,6	3,6	28,1

Unter „Tag mit Nebel“ versteht Paromensky einen solchen, „an dem überhaupt Nebel, den Ort der Beobachtung umgebend, bemerkt worden war, einerlei, ob er den ganzen Tag oder nur einige Minuten andauerte.“

¹⁾ Repert. für Met. VIII. 1883.

Tabelle X enthält die Zahl der Tage mit Nebel für jeden Monat und für das Jahr. Paromensky zieht daraus folgende Schlüsse: „Die größte Anzahl von Nebeln auf dem Finnischen Meerbusen ist im Herbst, in den Monaten Oktober und November, und im Frühling, im April und Mai, das Minimum aber im Sommer, im Juli und August, und im Winter im Februar; d. h. im Laufe des Jahres finden zwei Maxima und zwei Minima für das Eintreten von Nebeln statt. Der Sommer hebt sich scharf ab durch die geringe Anzahl von Nebeln, der Winter dagegen bleibt, was die Menge der Nebel anbetrifft, nur wenig hinter dem Frühling und Herbst zurück; in Hangö (Riga und noch einigen Stationen) ist ein Winterminimum nicht bemerkbar und ist dort die Menge der Nebel gleich oder gar etwas größer, als im Frühling und Herbst; darum kann man allgemein sagen, daß im Winter, Frühling und Herbst die Nebel auf der Ostsee mehr oder weniger gleich verteilt sind, und daß ihrer in diesen Jahreszeiten viel mehr stattzufinden pflegen als im Sommer. Das Sommerminimum des Nebels tritt früher ein bei den mehr landeinwärts gelegenen Stationen und bedeutend später bei denjenigen, welche sich mitten im Meere befinden; so pflegt in St. Petersburg und Kronstadt dieses Minimum im Juni, auf dem Leuchtturm von Surop und den Leuchtschiffen von Kalbådan-Grund und Revalstein im September, auf allen übrigen Stationen im Juli und August stattzufinden.

Ein ebensolcher Gang für die Veränderung der Nebelmengen mit den Jahreszeiten ergibt sich auch in dem Fall, wenn man nur einen von den drei angesetzten Beobachtungsterminen einhält.“

Tabelle XI soll den Einfluß der Tageszeit zur Anschauung bringen.

Tabelle XI.

Nebelhäufigkeit in 1000 Fällen.

(Nacht = 9^h abends bis 7^h morgens; Vorm. = 7^h morgens bis 1^h nachm.; Nachm. = 1^h nachm. bis 9^h abends.)

	Winter			Frühling			Sommer			Herbst		
	Nacht	Vorm.	Nachm.	Nacht	Vorm.	Nachm.	Nacht	Vorm.	Nachm.	Nacht	Vorm.	Nachm.
St. Petersburg	48	122	55	59	63	19	47	28	5	92	102	38
Kronstadt	52	62	42	81	85	46	54	48	29	90	102	67
Hochland	153	154	115	171	144	122	111	92	53	105	102	85
Surop	153	183	134	142	145	100	107	92	57	151	154	108
Reval	43	42	32	51	30	35	30	13	12	59	42	27
Revalstein	—	—	—	—	—	—	49	53	31	—	—	—
Sweaborg	67	76	52	83	88	57	33	40	19	57	56	27
Kalbådan-Grund	—	—	—	—	—	—	58	59	38	—	—	—
Söderskär	54	50	29	65	54	46	35	19	20	81	25	26
Baltischport	38	67	56	45	78	59	24	35	25	37	58	38
Hangö	92	90	54	55	48	37	16	10	11	25	25	18

„In allen Jahreszeiten“, sagt Paromensky, „findet die Mehrzahl der Nebel in dem Zeitintervall 9^h abends bis 7^h morgens, d. h. zur Nachtzeit statt, darauf folgt das Zeitintervall 7^h morgens bis 1^h nachmittags, und pflegt die Minderzahl der Nebel von 1^h nachmittags bis 9^h abends einzutreten.“

Paromensky fügt sehr richtig hinzu, daß nachts die Beobachtungen mangelhaft sind oder ganz fehlen, infolge dessen manche nächtliche Nebel den Beobachtern entgehen können.

IV. Ozeanographie.

1. Salzgehalt. ¹⁾

Salzgehalt an der Oberfläche. Unsere Tabelle XII (S. 70) enthält alle vorhandenen Angaben über die Salinität des Oberflächenwassers im Finnischen Meerbusen und versucht durch ihre Anordnung die geographische Verbreitung genannter Salinitäten von W nach O darzustellen. Aus diesen viel zu unvollständigen Angaben, welche sich hauptsächlich auf die südliche Hälfte des Golfes beziehen, (wir haben nur eine einzige Beobachtung an der nördlichen Küste) geht wenigstens das Eine hervor, daß der Salzgehalt von W nach O stufenweise abnimmt; am Eingange (innerhalb der Linie Hangö—Spithamn) wurde er immer geringer als 7 ‰ gefunden. Östlich von Kronstadt, in der Newa-Bucht, ist das Wasser süß. Indessen fand Makaroff im Jahre 1889 das Wasser salziger östlich vom 29. Meridian als im Westen davon. Es ist ersichtlich, dass die Salinität an einer und derselben Stelle beträchtlich schwankt; z. B. bei Kokskär enthielt das Oberflächenwasser im Jahre 1886, 2 ‰ Salz mehr als im Jahre 1889, u. s. f.

Aus den Untersuchungen von Braun ²⁾ wurde geschlossen, daß der Salzgehalt vom Sommer zum Herbst zunimmt. Im Mai 1889 fand Makaroff ³⁾ den Finnischen Meerbusen salzärmer als im Juli 1889; aber im Oktober 1886

¹⁾ Makaroff, welchem die meisten Angaben über den Salzgehalt entlehnt sind, gibt gewöhnlich das spezifische Gewicht des Meerwassers an; daraus habe ich die Salinität P nach der empirischen Formel $P = (S-1) 1310$ abgeleitet, wobei $S = S \frac{17,5}{17,5}$.

²⁾ Peterm. Mitt. 1885, Lit. Ber. 361 (Referat von Supan).

³⁾ Le Vitiaz et l'Océan Pacifique, St. Petersburg 1894.

Salzgehalt ‰ an der Oberfläche des Finnischen Meerbusens. Tabelle XII.

	230	240	250	260	270	280	290
Makaroff. 1886			5,90 (19/X) bei Koksäär.	4,27 (19/X) südl. v. Hochland.	3,28 (1/VI) östl. v. Hochland.	1,78 (12/X) bei Seskär.	
1889			3,80 (1/VII) bei Koksäär.	3,54 (1/VII) südl. v. Hochland.		2,49 (1/VII) zw. Seskär u. Nerwa.	2,62 (30/VI).
1889		4,06 (1/VII) Wulfö bei Reval.					2,88 2,70 (3./VII). (3./VII). Bucht v. Kron- stadt, südl. Ufer.
1899	5,82 (21/V).	5,45 (21/V).		4,97 (21/V).	4,56 (21/V).	2,62 (21/V).	0,79 (21/V).
v. Baer. Ältere Angaben (1862 er- schienen).		6,70 (VIII) Barö-Sund, Fin. Küste. 6,25 (VIII) Reval.		4,76 (VII) zw. Hochland u. Kl. Tjuters.	4,44 (Sommer) Narwa-Bucht, südl. Ufer.	3,55 (VII) zw. Nerwa u. Seskär.	0,74 0,61 (V). Kron- stadt, Hafen.
Braun. (1881 u. 1888).	5,60 (VII). 6,40 (VIII).	5,20 (VII) 4,30 (VII) 6,40 (VIII) 5,90 (VIII) 6 60 (IX)	5,10 (VIII). Kolk- Wiek Papon- Wiek				
		5,10 (VIII). 6,10 (VIII). 6,90 (IX). 6,20 (X u. XI).					

konnte er im östlichen Teile des Golfes (bei Seskär) den kleinsten je an dieser Stelle gefundenen Salzgehalt nachweisen, während im Westen des Golfes (bei Kokskär) die größte von unserem Autor beobachtete Salinität an der Oberfläche des Finnischen Meerbusens sich vorfand. — Als mittleres spezifisches Gewicht des Seewassers an der Oberfläche wurde von Makaroff die Zahl 1,00280 angenommen, was einem Salzgehalt von 3,67 ‰ entspricht. — Von Baer¹⁾ erzählt, daß westlich von Kronstadt nicht nur das Vieh, sondern auch das Volk das Wasser des Golfes trinkt, und daß er selbst sah, wie die Hochländer (östlich von ihrer Insel) beim Fischfang das Meerwasser als Trinkwasser benutzen. Derselbe Autor hebt den Einfluß des Windes auf die Salinität hervor und berichtet, daß im Jahre 1824, als Petersburg nach andauernden heftigen westlichen Winden überschwemmt wurde, das Wasser bei Kronstadt (offenbar an einer Stelle wo es gewöhnlich süß ist) am Tage nach der schrecklichen Sturmflut salzig gefunden wurde.

Salzgehalt in der Tiefe. Alle mir bekannten Tatsachen wurden in Tabelle XIII zusammengestellt.

Tabelle XIII.

Salzgehalt ‰ in verschiedenen Tiefen des Finnischen Meerbusens.

1. Beobachtungen von Braun (1881 und 1883).

	Juli		August		September	
	Oberfläche	37 m Tiefe	Oberfläche	37 m Tiefe	Oberfläche	37 m Tiefe
23—24 ⁰ offenes Meer . . .	—	—	6,40	6,60	—	—
24—24 ^{1/2} ⁰ " " . . .	5,20	7,70	6,40	6,80	6,60	7,20
24 ^{1/2} —25 ⁰ " " . . .	4,30	6,80	—	—	—	—
Revaler Rhede	—	—	—	—	6,90	7,30
Kolko-Wiek	—	—	6,10	6,60	—	—

¹⁾ Bull. Acad. Imp. St. P. 4. 1862.

2. Beobachtungen von Makaroff, 1886.

Tiefe in m	0	10	20	30	40	50	60
Kokskär 13/IX . .	5,90	5,94	5,94	6,04*	6,44*	6,75*	7,10
Hochland 13/IX . .	4,27	5,53	5,37	5,28	5,20	5,19	
Seskär 12/IX . . .	1,78	1,78*	3,38*	4,44*			

*) Mittel aus mehreren Messungen.

3. Zusammenhängende Beobachtungen von Makaroff, 1889.

Tiefe in m	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80
Reval (Wulfö) 1/VII .	4,06	4,72	6,03	6,94	6,94	7,08	7,08	7,21	7,73	8,78	9,30
Kokskär 1/VII . . .	3,80	3,80	3,93	5,50	6,29	6,94	7,47	8,52	8,65	9,30	9,30
Hochland 1/VII . . .	3,54	3,54	3,54	4,32	5,11	6,29	6,81	7,73	8,52	—	—
Seskär-Nerwa 1/VII .	2,49	2,62	3,80	5,37	5,77	6,68	7,21	—	—	—	—
Krassnaïa-Gorka 30/VI	2,62	4,46	5,90	5,90	6,29	—	—	—	—	—	—

4. Isolierte Beobachtungen von Makaroff, 1889.

Tiefe in m	0	5	10	15	25	50	60
Östl. v. Hochland 1/VI . .	3,28	—	3,29	—	5,03	7,09	7,32
Krassnaïa-Gorka 3/VII . .	2,70	3,13	5,49	5,75	—	—	—
S-Östl. v. Tolbukin (L.) 3/VII	2,88	2,78	5,46	—	—	—	—

1. Beobachtungen von Braun (1881 und 1883). Braun (nach Supans Referat) hatte beobachtet, daß der Salzgehalt mit der Tiefe zunimmt, daß diese Zunahme in den einzelnen Jahreszeiten eine verschiedene ist, und zwar eine sehr starke im Sommer und eine schwache im Herbst, wann die Salinität an der Oberfläche ihr Minimum erreicht, während der Salzgehalt in der Tiefe etwas abgenommen hat.

2. Beobachtungen von Makaroff, September 1886. (Eigene Bearbeitung). Damals war mit einer regelmäßigen

Abnahme des Salzgehalts an der Oberfläche von W und O allgemein eine Zunahme der Salinität mit der Tiefe wahrnehmbar, mit einer einzigen Ausnahme bei Hochland, wo die Zunahme nur bis 10 m Tiefe stattfand und von da an einer leichten Abnahme bis zum Grunde Platz machte.

3. Zusammenhängende Beobachtungen von Makaroff, Juni bis Juli 1889. Der Salzgehalt an der Oberfläche nahm ab von Reval bis Hochland und von 10 m Tiefe an, nahm der Salzgehalt gegen O stark zu. Es wurde schon hervorgehoben, daß in der Kronstadter Bucht die Oberfläche selbst salzreicher war als in der Nähe der Insel Seskär. Der größte Unterschied der Salinität zwischen Hochland und der Umgebung von Kronstadt befand sich in einer Tiefe von 10 m, wo sie 2,36‰ betrug! ¹⁾

Der größte bekannte Salzgehalt des Finnischen Meerbusens, 9,30‰, wurde von Makaroff in 80 m Tiefe in der Nähe der Insel Wulfö (unweit Reval), sowie schon in 70 m Tiefe bei Kokskär gefunden. Da Makaroff unterhalb 80 m kein Wasser schöpfte, und da die größte bekannte Tiefe des Finnischen Meerbusens 113 m erreicht, so muß man in Zukunft Salinitäten von etwa 10‰ erwarten. Makaroff selbst nimmt als mittleres spezifisches Gewicht des Wassers unterhalb 60 m im Finnischen Meerbusen, die Zahl 1,00700 an, was einem Salzgehalt von 9,17‰ entspricht.

4. Isolierte Beobachtungen von Makaroff im Juni und Juli 1889, östlich von Hochland und am südlichen Teile der Kronstadter Bucht. Der Salzgehalt nahm mit der Tiefe zu, ausgenommen bei Tolbukin, wo eine Abnahme von der Oberfläche bis 5 m Tiefe und dann eine starke Zunahme der Salinität bis zum Grunde sich vorfand. Man bemerkt außerdem, daß zwischen 10 und 15 m der

¹⁾ Infolge der Komplikation der Makaroffschen Original-Tabellen, und infolge alleiniger Angabe des spezifischen Gewichts des Meerwassers (nicht aber des Salzgehalts), scheint diese wichtige Tatsache dem gelehrten Admiral entgangen zu sein; wenigstens enthält der Text nichts darüber.

Salzgehalt im Juli in der Umgebung von Kronstadt viel größer war, als einen Monat früher in gleichen Tiefen bei Hochland.

Nachtrag.

In dem nach Abschluß vorliegender Arbeit erschienenen „Bulletin“ des „Conseil permanent international pour l'exploration de la mer“ (1902—1903) befinden sich zahlreiche Angaben über den Salzgehalt des Finnischen Meerbusens im August, November und Dezember 1902, die wir folgenderweise zusammenfassen.

August 1902 (5, 6/VIII).

Oberfläche. Im August betrug die höchste Oberflächensalinität $5,97\text{‰}$ bei $22^{\circ} 11' 3''$ östl. L., also außerhalb des Golfes, nahm unregelmäßig bis $26^{\circ} 58' 7''$ östl. L. ($4,65\text{‰}$) und von dort regelmäßig ab bis zur Kronstadter Bucht ($29^{\circ} 00' 5''$ östl. L.), wo sie nur noch $2,67\text{‰}$ erreichte.

Salzgehalt in der Tiefe. Überall nahm die Salinität mit der Tiefe ziemlich regelmäßig zu. Die kleinste Zunahme, $0,56\text{‰}$ von 0 bis 22 m traf sich an der flachsten Station ($24^{\circ} 44'$ östl. L.) und die beträchtlichste, $3,77\text{‰}$ von 0 bis 133 m an der tiefsten Stelle, außerhalb des Golfes. ($22^{\circ} 11' 3''$ östl. L.) Bei der östlichsten Station jedoch (in der Kronstadter Bucht), erreichte die Zunahme $3,41\text{‰}$ von 0 bis 31 m während bei $24^{\circ} 48'$ östl. L. von 0 bis 67 m der Salzgehalt nur um $1,98\text{‰}$ zunahm.

November 1902 (5—15/XI).

Oberfläche. Die Oberflächensalinität war überall beträchtlicher als im August und zeigte eine regelmäßige Abnahme von W nach O; das Maximum $6,55\text{‰}$ wurde bei $22^{\circ} 58'$ östl. L. und das Minimum $1,58\text{‰}$ bei $29^{\circ} 00' 5''$ östl. L. (Kronstadter Bucht) gefunden.

Salzgehalt in der Tiefe. An drei Stationen ($23^{\circ} 26' 5''$, $23^{\circ} 57' 3''$ und $28^{\circ} 34'$ östl. L.) wurde der kleinste Salzgehalt nicht an der Oberfläche sondern in 10 bis 30 m Tiefe gefunden (der Unterschied schwankte zwischen $0,01$ und $0,02\text{‰}$). Sonst fand eine ziemlich

regelmäßige Zunahme des Salzgehalts mit der Tiefe statt und zwar wurde überall diese Zunahme schwächer als im August gefunden. Das Maximum der Zunahme, 2,92‰ von 0 bis 105 m wurde bei 22° 58' und das Minimum 0,43‰ von 0 bis 38 m bei 28° 34' östl. L. beobachtet. Bei 29° 00'5 jedoch erreichte die Zunahme der Salinität den starken Betrag von 2,44‰ von 0 bis 35 m, während andererseits bei 23° 57'3 östl. L. von 0 bis 64 m die sehr schwache Zunahme von nur 0,71‰ sich vorfand.

Dezember 1902 (21/XII). Nur drei Stationen, zwischen 24° 46' und 24° 58'2 östl. L.

Oberfläche. Regelmäßige Zunahme von W nach O; 5,46‰ im W, 5,70‰ im O. An der westlichen Station war weniger Salz als im August; an der mittleren Station mehr Salz als im August, aber weniger als im November, und an der östlichen Station mehr Salz als im August.

Salzgehalt in der Tiefe. Minimale Zunahme um 0,13‰ von 0 bis 46 m an der westlichen (flachsten) Station. Maximale Zunahme 3,50‰ von 0 bis 94 m an der östlichen (tiefsten) Station.

Salzgehalt bei Kronstadt. In 15 Seiten seines großen Werkes (Le Vitiaz etc.) veröffentlicht Makaroff Beobachtungen vom 5. Juli 1889 bis zum 21. Juni 1890 über das spezifische Gewicht und die Temperatur des Wassers bei Kronstadt. Die Bearbeitung dieses Materials erlaubt mir folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Gewöhnlich ist das Wasser süß oder leicht salzig, und der Salzgehalt nimmt mit der Tiefe zu. Zwei extreme Beispiele mögen diese Anordnung illustrieren: Am 5/VII 1889 war der Salzgehalt an der Oberfläche 0 bis 0,41‰ und in 5 bis 10 m Tiefe 4,01 bis 5,57‰¹⁾ d. h. beträchtlicher als die Salinität des Oberflächenwassers im westlichen Teile des Finnischen Meerbusens (zwischen 24 und 25° östl. L.) vier Tage vorher und im Mai zehn

¹⁾ Makaroff erkannte zuerst die Gegenwart eines so salzreichen Wassers am Grunde der Häfen und Rheden von Kronstadt.

Jahre später.¹⁾ Am 29/VIII 1889, von der Oberfläche bis 5,5 m Tiefe, kein Salz; am Grunde (6,60 m), 0,01‰ Salz.

2. Man beobachtet ziemlich häufig eine unregelmäßige vertikale Anordnung der Salinitäten. Man fand z. B. am 7./IX. 1889:

Tiefe:	Salz Promille:
0 m	0,07
2,5 „	0,00
3,5 „	0,00
4,5 „	0,02 (Mittel von 2 Beob.)
5,5 „	0,03
6,5 „	0,16

3. Das Wasser ist salzig an der Oberfläche und der Salzgehalt nimmt mit der Tiefe ab bis zum Grunde, wo das Wasser bisweilen süß ist. Beispiele:

27/VIII 1889.	Oberfläche	Grund (6,6 m)
	0,20‰	0,16‰
30/VIII 1889.	Oberfläche	Grund (4,5 bis 6,6 m)
	0,28‰	0,01‰
1/X 1889.	0—4,5 m	5,5 m Grund (6,6 m)
	0,28‰	0,14‰ 0,00‰

4. Die ganze Wassersäule von der Oberfläche bis zum Grunde, hat denselben Salzgehalt:

23/VIII 1889	0,09‰	12/X 1889	0,50‰	} Tiefe = 6,5 m
25 „ „	0,09‰	18 „ „	0,43‰	
31 „ „	0,01‰	19 „ „	0,28‰	
5/IX	0,07‰	20 „ „	0,25‰	
25 „ „	0,13‰	21 „ „	0,09‰	

5. Die ganze Wassersäule, von der Oberfläche bis zum Grunde, ist süß. Diese Tatsache wurde beobachtet: Am 21/VIII 1889 und am 6., 19. und 20/IX desselben Jahres.

Die Anordnungen 1 und 2 stellen den normalen Zustand dar; die Anordnungen 3, 4 und 5 sind Ausnahmen

¹⁾ Man vergl. Tabelle XII.

und alle die bekannten Fälle während der Beobachtungsperiode wurden von mir oben angeführt.

Infolge der Unregelmäßigkeit und der Lückenhaftigkeit der Beobachtungen (es wurde nicht jeden Tag beobachtet und für November, Dezember und Januar fehlen die Beobachtungen ganz) ist es unmöglich, von einem „Gang der Salinität“ zu sprechen. Die höchsten Salinitäten wurden beobachtet:

5/VII 1889:	5,57 ‰
14/V 1890:	4,55 ‰
21/VI 1890:	4,22 ‰

also am Anfang und am Ende der Beobachtungsperiode.

Im 6,7 m tiefen Seekanal, zwischen Kronstadt und St. Petersburg, fand man: am 15/VII 1889, Peterhof gegenüber, 0,39 ‰ Salz in 6 m Tiefe; am selben Tage in derselben Tiefe, aber mehr nach O, 0,26 ‰ Salz; endlich, am 26/II 1890, in einer Entfernung von der Newa von nur 626 m, konnte man nachweisen:

Tiefe:	0 m	5 m	6 m	7 m
Salzgehalt:	0,35 ‰	0,47 ‰	0,14 ‰	0,18 ‰

Alle diese Angaben sind dem Werke Makaroffs entnommen worden. Merkwürdigerweise sagt dieser Autor, daß im Seekanal kein Salz gefunden wurde, hält aber für möglich, daß das salzige Wasser auf diesem Wege bis nach St. Petersburg gelange.

Schlussbemerkungen. Das vorhandene Material ist ungenügend, um ein vollständiges Bild der geographischen Verbreitung des Salzgehalts im Finnischen Meerbusen zu entwerfen (z. B. längs der Finnischen Küste und in den meisten Buchten) aber auch angesichts der Variationen der Oberflächen- und Tiefen-Salinitäten in den verschiedenen Jahreszeiten, sind die vorliegenden Angaben unzureichend. Ein wichtiges Ergebnis, das sich aus den Makaroffschen Beobachtungen herleiten läßt, ist die Umkehrung der geographischen Anordnungen der Salinitäten, östlich von Hochland (27° O) und die Tatsache, daß wenigstens in

den tiefen Schichten und in gleichen Tiefen der Salzgehalt in der Nähe von Kronstadt größer sein kann als bei Hochland, $2\frac{1}{2}$ Längengrade westlicher gelegen!

2. Temperatur des Meeres.

Die Angaben über die Wasser-Temperaturen des Finnischen Meerbusens sind ebenfalls sehr lückenhaft und beziehen sich alle auf die südliche Hälfte des Golfes. Für die Finnische Küste und für die meisten Buchten fehlen die Beobachtungen ganz und gar.

Oberflächentemperaturen. Tabelle XIV enthält die Beobachtungen von Makaroff im Oktober 1886, Juni und Juli 1889 und Mai 1899¹⁾ und versucht zugleich die geographische Anordnung (von W nach O) der betreffenden Temperaturen zu veranschaulichen.

Im Oktober 1886 war die niedrigste Wassertemperatur im mittleren Teile des Golfes zu finden; Ende Juni 1889 nahm die Temperatur von W nach O ab und im Mai 1899 war wieder der mittlere Teil des Golfes kälter als seine Enden. Der Unterschied zwischen Wasser und Lufttemperatur betrug gewöhnlich $0,3^{\circ}$ bis $1,6^{\circ}$ und überstieg letztere Grenze dreimal (Juni und Juli 1889); im extremsten Falle (1/VI 1889, östlich von Hochland) erreichte dieser Unterschied $5,3^{\circ}$.

Folgende Zusammenstellung (Oberflächentemperaturen in Kronstadt) zeigt unmittelbar die Zahl der unter Makaroff ausgeführten Beobachtungen, die Grenzen, innerhalb welcher die Wassertemperaturen schwankten und die daraus berechneten absoluten Amplituden.

¹⁾ Die Beob. vom J. 1899 in dessem Werke „Jermak im Eise“. St. Petersburg 1901 (russisch).

Tabelle XIV.
Oberflächentemperaturen im Finnischen Meerbusen (nach Makaroff).

	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90
1886			(Luft=15,60°) 16,20° (13/X) bei Koks kär	(Luft=15,80°) 15,50° (13/X) Südl. v. Hochland		(Luft=16,20°) 16,50° (12/X)	
1889				(Luft=16,00°) 10,70° (1/VII)			
1889	(Luft=17,00°) 18,00° (1/VII)		(Luft 16,00°) 17,10° (1/VII) bei Koks kär	(Luft=16,00°) 15,40° (1/VII)		(Luft=16,00°) 15,30° (1/VII)	(Luft=16,00°) 14,60° (30/VI)
1889			Wulfö b. Reval	Südl. v. Hochland		Seskär-Nerwa	
							(L=17,00°) (L=18,00° 14,10° 18,70° Bucht v. Kronstadt Südl. Uf. (8/VII)
1899	(Luft=5,40°) 5,00° (21/V)	(Luft=5,60°) 4,30° (21/V)		(Luft=5,8) 4,20° (21/V)	(Luft=4,20°) 3,60° (21/V)	(Luft=4,30°) 3,80° (21/V)	(Luft=6,40°) 5,90° 21/V

Oberflächentemperaturen in Kronstadt, 1889—90
(nach Makaroff).

	Zahl der Beob.	Maximum	Minimum	Amplitude
Juli 1889 . . .	11 (5/VII)	18,9° (L. = 18,0°)	(13/VII) 15,1° —	3,8°
August . . .	16 (23/VIII)	15,4° (L. = 15,6°)	(26/VIII) 14,5° (L. = 12,7°)	0,9°
September . . .	19 (2/IX)	14,6° (L. = 13,1°)	(23/24/IX) 9,0° (L. = 8,7°)	5,6°
Oktober . . .	16 (11/X)	10,8° (L. = 13,9°)	(25/X) 2,8° (L. = -3,7°)	8,0°
Februar 1890	1 (26/II)	0,0° —	— — —	—
März . . .	1 (17/III)	0,1° —	— — —	—
April . . .	4 (30/IV)	5,8° —	(10/IV) 1,0° —	—
Mai . . .	3 (7/V)	12,3° —	(14/V) 9,6° —	—
Juni . . .	1 —	— —	(21/VI) 16,2° (L. = 17,0°)	—

Dieses (bei Makaroff auf 15 Seiten zerstreute) Material ist zu lückenhaft, um irgend eine Generalisation zu gestatten.

Dagegen gewährt uns die folgende Zusammenstellung (Mittlere Oberflächentemperaturen in Reval, 1890—94, 1895—98) einen klaren Einblick in die Temperaturverhältnisse des Meeres an dieser Station. Aus den primären Berechnungen¹⁾ habe ich die mittlere Oberflächentemperatur (an einer 2,10 m tiefen Stelle, wo man dreimal täglich, um 7^h a, 1^h p und 9^h p beobachtet) für die Monate April-Dezember ermittelt (vom Januar bis März wird nicht beobachtet) und dieser die mittlere Lufttemperatur der einzelnen Monate²⁾ gegenübergestellt.

Mittl. Oberflächentemperaturen in Reval, 1890-94, 1895-98.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Meer (1890-94, 1895-98) ³⁾ . . .	—	—	—	3,9°	8,1°	12,6°	16,3°	15,1°	12,9°	8,7°	4,2°	2,0°
Luft (1806-13, 1828-90) . . .	-6,0°	-6,1°	-3,6°	1,8°	8,1°	14,0°	17,0°	15,8°	11,6°	5,9°	0,3°	-3,3°

¹⁾ Enthalten in der Beilage II der Sapiski po Gidrografy, 1900.

²⁾ Dem meteorologischen Teil vorliegender Arbeit entlehnt.

³⁾ Es fehlen die Angaben für: IV 92, 93, 94, 98; V, VI, VII 98; VIII, IX 94, 98; X 94, 97; XI 93, 94, 97; XII 93, 94, 97.

Man ersieht, daß die Wasser- und Lufttemperaturen im Mai gleich sind; daß die Wassertemperatur im Juni, Juli und August niedriger, im September, Oktober, November, Dezember und März dagegen höher ist als die Temperatur der Luft. Die mittlere Amplitude der Wassertemperatur an der Oberfläche beträgt $14,3^{\circ}$ (diejenige der Luft in Reval, für dieselben Monate April-Dezember = $13,7^{\circ}$ sonst für das ganze Jahr $23,1^{\circ}$). Der Unterschied zwischen Wasser- und Lufttemperatur nimmt stufenweise zu von $0,7^{\circ}$ im Juli und August bis $5,3^{\circ}$ im Dezember.

Endlich zeigt Tabelle XV¹⁾ die mittlere Oberflächentemperatur des Meeres für das Jahr 1898 an 5, auf der ganzen Länge des Finnischen Meerbusens zerstreuten

Tabelle XV.

Mittlere Oberflächentemperaturen, 1898.

	Odensholm	Reval	Stenskär	Seskär	Kronstadt
I	—	—	—	—	—
II	—	—	—	—	—
III	—	—	—	—	—
IV	1,5	—	0,8	0,1	—
V	5,4	—	5,6	6,5	12,2
VI	10,6	—	11,7	12,9	16,0
VII	15,0	—	15,5	14,7	16,1
VIII	15,7	—	16,6	14,9	18,1
IX	13,1	—	13,4	9,0	—
X	8,2	7,7	8,0	4,8	6,3
XI	6,1	5,7	6,3	3,4	—
XII	3,8	2,9	3,6	1,2	—

Stationen. Infolge der Unvollständigkeit der Beobachtungen in Reval, sah ich mich genötigt, die Beobachtungen der unmittelbar am Eingange des Finnischen Golfes (außerhalb der Linie Hangö-Spithamn), gelegenen Insel Odensholm in Betracht zu ziehen. Im April nimmt die Tem-

1) Nach Sapisski po gidrografij, loc. cit.

peratur regelmäßig ab von W nach O (wenigstens bis Seskär; das Mittel für Kronstadt fehlt); dagegen beobachtet man im Mai und Juni eine regelmäßige Temperaturzunahme von W nach O; letztere Anordnung herrscht noch im Juli und August vor, obgleich mit Unregelmäßigkeiten. Vom September bis Dezember sieht man wieder eine Abnahme der Oberflächentemperatur des Meeres von W nach O, dieses Mal mit zahlreichen Unregelmäßigkeiten verbunden. An allen Stationen fällt das Maximum auf August. Die mittlere Amplitude beträgt $14,2^{\circ}$ in Odensholm, $16,8^{\circ}$ in Stenskär und $15,8^{\circ}$ in Seskär.

Tiefentemperaturen. Für diese Frage sind wir nur auf die Beobachtungen von Makaroff angewiesen. Tabelle XVI enthält das ganze vorhandene Material für das offene Meer.

Tabelle XVI.

Tiefentemperaturen im Finnischen Meerbusen

(nach Makaroff)

1886.

Tiefe in m	0	10	20	30	40	50	60
Kokskär (13/IX) .	16,2	16,0	16,0	*11,5	*4,8	*2,6	*1,9
Hochland (13/IX) .	15,5	15,5	14,5	7,2	4,9	3,9	
Seskär (12/IX) . .	16,5	16,6	16,3	9,3			

*) Mittel aus mehreren Messungen.

1889. (Zusammenhängende Beobachtungen.)

Tiefe in m	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80
Reval (Wulfö) 1/VII.	18,0	10,6	1,5	1,4	0,5	0,2	0,2	0,3	1,1	2,2	3,3
Kokskär 1/VII	17,1	14,9	11,2	2,1	0,4	0,2	0,9	1,9	2,6	3,2	3,3
Hochland 1/VII	15,4	15,3	15,1	6,5	0,5	0,5	0,2	0,8	1,8		
Seskär-Nerwa 1/VII	15,3	14,2	6,2	0,5	0,4	0,7	0,8				
Krassnaïa-Gorka 30/VI.	14,6	4,8	0,9	0,9	0,9						

1889. (Isolierte Beobachtungen.)

Tiefe in m	0	5	10	15	25	50	60
Östl. v. Hochland 1/VI .	10,7	—	7,3	—	0,6	1,1	1,0
Krassnaïa-Gorka 3/VII . .	14,1	11,5	1,1	0,9			
S-Östl. v. Tolbukin 3/VII (Leuchtturm)	13,7	13,4	2,0				

Im September 1886 war der Finnische Meerbusen anotherm bei Kokskär und Hochland und mesotherm bei Seskär. Der Temperaturunterschied zwischen der wärmsten Schicht und dem Grunde betrug $14,3^{\circ}$ bei Kokskär, $11,6^{\circ}$ bei Hochland und $7,3^{\circ}$ bei Seskär. Von 0 bis 30 m Tiefe war die Temperatur des Meeres niedriger bei Hochland als bei Kokskär und bei Seskär, aber von 40 m Tiefe an war das Meer wärmer bei Hochland als bei Kokskär.

Im Juni und Juli 1889 war der Finnische Meerbusen dichotherm bei Wulfö, Kokskär, Hochland, Seskär und anotherm bei Krassnaïa Gorka in der Kronstadter Bucht. Der Temperaturunterschied zwischen der Oberfläche und der kältesten Schicht betrug $18,8^{\circ}$ bei Wulfö (0—40 m), $17,9^{\circ}$ bei Kokskär (0—30 m), $16,2^{\circ}$ bei Hochland (0—40 m), $15,9^{\circ}$ bei Seskär (0—20 m) und $14,7^{\circ}$ bei Krassnaïa Gorka (0—20 m). Die maximale Temperatur des Meeres war bei Hochland zu beobachten, in einer Tiefe von 5 bis 15 m, besonders in der unteren Hälfte dieser Schicht.

Am 1/VI 1889, östlich von Hochland, wurde die Dichothermie und am 3/VII 1889 unweit vom südlichen Ufer der Kronstadter Bucht die Anothermie gefunden. Größter Temperaturunterschied in der Wassersäule: $11,1^{\circ}$ bei Hochland (0—25 m), $14,2^{\circ}$ bei Krassnaïa Gorka (0—15 m), $11,7^{\circ}$ bei Tolbukin (0—10 m).

Die Beobachtungen vom Jahre 1889 in den tiefen Teilen des Finnischen Meerbusens (nach welchen der Golf u. a. bei Kokskär und bei Hochland dichotherm gefunden wurde) sprechen für die Annahme einer „Deckschicht“, in welcher sich die meteorologischen Erschei-

nungen abspielen sollten, während die darunter liegende Grundschrift das ganze Jahr hindurch dieselbe fast unveränderliche Temperatur besitzen sollte. Aber die Tatsache, daß der Golf im Jahre 1886 bei Kokskär und bei Hochland anotherm gefunden wurde, widerspricht dieser Theorie, indem die Temperatur von der Oberfläche bis zum Grunde stufenweise abnahm. Von einer „Deckschicht“ war damals nicht die Spur.

Man spricht für die Ostsee von einer „homohalinen Deckschicht“, d. h. von einer Deckschicht, welche außer der schon erwähnten meteorologischen Funktion, überall dieselbe Salinität darbietet. Ein Blick auf die Tabellen XIII (Beob. v. Makaroff) und XVI zeigt, daß die sogenannte Deckschicht — wenn überhaupt vorhanden — weit entfernt war, in ihrer ganzen Dicke denselben Salzgehalt zu besitzen. Man sieht z. B., daß am 1/VII 1889 die Deckschicht eine Mächtigkeit von 30 bis 40 m erreichte und daß der Unterschied der Salinität von der Oberfläche bis zur Grundfläche genannter Deckschicht zwischen 3,02 ‰ und 3,27 ‰ schwankte, während von dieser Grundfläche der Deckschicht an bis zum Meeresgrunde, die Zunahme der Salinität nur 1,71 ‰ bis 2,36 ‰ betrug. Am 1/VII 1889, zwischen Seskär und Nerwa, konnte man eine ganz ähnliche und sogar ausgeprägtere Anordnung beobachten: bei einer Zunahme der Salinität von 3,28 ‰ innerhalb der 20 m dicken Deckschicht war zwischen letzterer und dem Meeresgrunde ein Salinitätsunterschied von nur 1,34 ‰ zu verzeichnen!

Nachtrag.

Nach dem oben S. 74 erwähnten „Bulletin“ der internationalen Meeresuntersuchung verhielt sich die Temperatur des Finnischen Meerbusens im August, November und Dezember 1902 wie folgt. (Eigene Bearbeitung.)

August 1902 (5,6/VIII).

Oberfläche. Die Oberflächentemperatur betrug 13,30 bei 22° 11' 3 östl. L. und nahm unregelmäßig gegen O zu; die östlichste Station (Kronstadter Bucht, 29° 00' 5 östl.

L.) zeigte $15,9^{\circ}$. Die niedrigste Temperatur, $11,4^{\circ}$ wurde bei $24^{\circ} 44'$ östl. L. beobachtet.

Tiefentemperaturen. An den flachen Stellen (bis ca. 45 m Tiefe) war das Meer anotherm, unabhängig von der geographischen Lage und der Temperaturunterschied zwischen Oberfläche und Grund schwankte zwischen $7,4^{\circ}$ (bei $24^{\circ} 44'$ östl. L. in 22 m Tiefe) und $14,0^{\circ}$ (Kronstadter Bucht bei $29^{\circ} 00' 5$ östl. L. in 31 m Tiefe). Sonst war das Meer überall dichotherm. Die Deckschicht erreichte ihre größte Mächtigkeit (70 m) außerhalb des Golfes bei $22^{\circ} 11' 3$ östl. L., nahm unregelmäßig nach O ab, zeigte bei $27^{\circ} 39'$ östl. L. die geringe Dicke von 30 m, während weiter nach O die Anothermie herrschte. Der größte Temperaturunterschied zwischen der Oberfläche und der unteren Fläche der Deckschicht, $13,2^{\circ}$ war bei $24^{\circ} 58' 2$ östl. L. und der kleinste, $11,4^{\circ}$, bei $24^{\circ} 48'$ östl. L. zu finden; die westlichere Station zeigte eine Deckschicht von 45 m, die östlichere eine solche von 37 m Mächtigkeit. Die Temperatur des Grundes war gewöhnlich um so höher, je tiefer dieser sich senkte und schwankte zwischen $1,8^{\circ}$ in 69 m Tiefe bei $27^{\circ} 39'$ und $4,0^{\circ}$ in 133 m Tiefe bei $22^{\circ} 11' 3$ östl. L.

November 1902 (5—15/XI).

Oberfläche. Die Oberflächentemperatur nahm unregelmäßig von W nach O ab und betrug $6,9^{\circ}$ am Eingange des Golfes bei $23^{\circ} 26' 5$ östl. L. und $2,6^{\circ}$ in der Kronstadter Bucht bei $29^{\circ} 00' 5$ östl. L. An den dazwischenliegenden Stationen hielt sich die Temperatur zwischen $5,6^{\circ}$ und $5,1^{\circ}$.

Tiefentemperaturen. An den flachen Stellen und unabhängig von der geographischen Lage war das Meer katotherm z. B.:

	<u>$25^{\circ} 03' 6$</u> <u>E</u>
5/XI	$60^{\circ} 01'$ N
0 m	$4,5^{\circ}$
20—28 m	$5,0^{\circ}$

Am Eingange war der Golf anotherm, z. B.:

	$23^{\circ} 26' 5$	E
6/XI	$59^{\circ} 30' 5$	N
0 m	$6,9^{\circ}$	
88 m	$4,3^{\circ}$	

Bis zum 27. Meridian östl. v. Gr. war der Golf mesotherm, z. B.:

	$25^{\circ} 35'$	E
15/XI	$59^{\circ} 52' 3$	N
0 m	$5,2^{\circ}$	
20—30 m	$5,7^{\circ}$	
66 m	$4,2^{\circ}$	

Ostlich vom 27. Meridian war der Golf katotherm, z. B.:

	$29^{\circ} 00' 5$	E
13/XI	$60^{\circ} 04' 8$	N
0 m	$2,6^{\circ}$	
35 m	$5,9^{\circ}$	

Dezember 1902 (21/XII).

Oberfläche. Die Oberflächentemperatur betrug $-0,1^{\circ}$ an der westlichsten Station (bei $24^{\circ} 44'$ östl. L.), $0,2^{\circ}$ an der mittleren ($24^{\circ} 52' 7$ östl. L.) und $-0,2^{\circ}$ an der östlichsten Station ($24^{\circ} 58' 2$ östl. L.).

Tiefentemperaturen. An der westlichsten Station war das Meer poikilotherm, an den beiden anderen mesotherm.

Westliche Station.	Mittlere Station.	Östliche Station.
0 m $-0,1^{\circ}$	0 m $0,2^{\circ}$	0 m $-0,2^{\circ}$
20 m $0,4^{\circ}$	50 m $4,4^{\circ}$	60 m $4,6^{\circ}$
30 m $0,1^{\circ}$	72 m $4,2^{\circ}$	94 m $3,9^{\circ}$
46 m $0,4^{\circ}$		

Beobachtungen in Kronstadt, 1889—90.

(Vom 5/VII 89 bis zum 21/VI 90, mit zahlreichen Lücken. Siehe die Zahl der Beobachtungen in jedem Monate wo überhaupt beobachtet, in der Zusammenstellung auf S. 53).

Die Bearbeitung der Makaroffschen Beobachtungen ergab folgende Resultate: Es wurde 72 mal beobachtet. Das Meer war:

13	mal	homotherm
28	„	anotherm
13	„	kathotherm
6	„	mesotherm
7	„	dichotherm
5	„	poikilotherm.

Wegen der viel zu kleinen Zahl der Beobachtungen ist es mir unmöglich, Schlüsse zu ziehen über die Frequenz obiger Temperaturanordnungen in den verschiedenen Monaten und in den Jahreszeiten. Ich muß mich darauf beschränken die extremsten Fälle der Homo-, Ano- und Kathothermie zu erwähnen und einige Beispiele der Meso-, Dicho- und Poikilothermie anzuführen.

I. Homothermie (13 Fälle).

Höchste Temperatur d. Wassersäule = $15,4^{\circ}$ (23/VIII 1889)
 Niedrigste „ „ „ = $0,0^{\circ}$ (26/II 1890)

II. Anothermie (28 Fälle) stark ausgeprägt nur am Anfang der Beobachtungsperiode. Extremster Fall (5/VIII 1889):

Temperatur an der Oberfläche = $18,1^{\circ}$
 Temperatur am Grunde (10 m) = $2,3^{\circ}$
Unterschied = $15,8^{\circ}$

III. Kathothermie (13 Fälle) sehr wenig charakteristisch; nur zwei Fälle mit 1° und mehr Temperaturunterschied zwischen Oberfläche und Grund. Extremster Fall (5/X 1889):

Temperatur an der Oberfläche = $9,7^{\circ}$
 Temperatur am Grunde (6,5 m) = $11,14^{\circ}$
Unterschied = $2,7^{\circ}$

IV. Mesothermie (6 Fälle) immer sehr schwach. Beispiel (4/IX 1889):

Tiefe:	0 m	4,5 m	6,5 m
Temperatur:	$14,0^{\circ}$	$14,1^{\circ}$	$14,0^{\circ}$

V. Dichothermie (7 Fälle) stets sehr schwach. Beispiel (11/X 1889):

Tiefe: 0 m 4,5 m 6,5 m

Temperatur: 10,8° 10,5° 10,6°

VI. Poikilothermie (5 Fälle) stets sehr wenig charakteristisch. Beispiel (25/II 1890):

Tiefe: 0—4 m 5—6 m 7 m 8 m

Temperatur: 0,1° 0,3° 0,2° 0,3°

3. Eisverhältnisse.

Untersuchungen von Rykatschew. (1887). Als Ausgangspunkt unserer Betrachtungen und als Vergleichungsmaterial wollen wir die große Arbeit von Rykatschew ¹⁾ nehmen und daraus die Angaben über den Finnischen Meerbusen entlehnen und dieselben übersichtlich in folgende 4 Darstellungen (Tabelle XVII) anordnen. Wir haben nur diejenigen Beobachtungsorte gewählt, welche am Meeresniveau liegen, vorausgesetzt, daß die Beobachtungen auf eine genügend lange Periode sich erstreckten. Tab. XVII.

Eisverhältnisse des Finnischen Meerbusens

(nach Rykatschew).

1. Mittlere Auf- und Zugangsepochen.

Beobachtungsorte u. Gewässer. (sämtlich am Meeresniveau gelegenen und von W nach O angeordnet)	Mittlere Data		Mittlere Anzahl der eisfreien Tage	Beobachtungsjahre
	Aufgänge	Zugänge		
1a. Hangö, innere Rhede . . .	19/IV	7/I	263	} 16 (1865 - 81)
1b. Hangö, äussere Rhede . . .	13/IV	10/I	272	
1c. Hangö, Meer beim Leuchtt.	31/III	13/I	309	
2. Baltischport, Meer	16/III	11/II	332	20 (1859—79)
3. Helsingfors, Hafen	2/V	5/XII	217	35 (1830—80)
4. Borgå-Fluss bei Borgå . . .	24/IV	—	—	(1771—1845)
5. Hochland, Meer	24/III	16/I	298	10 (1872—82)
6. Wiborg, Meer	15/V	—	—	12 (1861—72)
7a. Kronstadt, Meer	22/IV	28/XI	220	(1866—79)
7b. Kronstadt, Gr. Rhede . . .	6/V	22/XI	200	
7c. Kronstadt, Kl. Rhede . . .	28/IV	23/XI	209	} 21 (1862—82)
7d. Kronstadt, Ost-Rhede . . .	3/V	19/XI	200	
8. Newa bei St. Petersburg . .	21/IV	25/XI	218	177 (1706—1882)

¹⁾ Repert. für Met. 1887.

2. Auf- und Zugangs-Extreme.

	Aufgangs-Extreme		Zugangs-Extreme	
	Früheste	Späteste	Früheste	Späteste
Borgå bei Borgå	20/III 1822	24/V 1837	—	—
Newa b. St. Petersburg	18/III 1822	12/V 1810	28/X 1805	8/I 1711
Kronstadt	3/IV 1822	24/V } ¹⁸²⁹ 1852	31/X 1880	8/I 1858
Helsingfors (Hafen) . . .	15/IV 1832	16/V 1852	—	—

3. Extreme der Anzahl der eisfreien Tage.

	Maximum	Minimum
Newa bei St. Petersburg . . .	279 (1822)	172 (1852)
Meer bei Kronstadt	322 (1823)	181 (1867)

4. Angaben über die Eröffnung und den Schluss der Navigation bei Kronstadt, von 1814 bis 1883.

Mitteldatum der Eröffnung:	8/V
Mitteldatum des Schlusses:	2/XII
Mittlere Dauer der Navigation:	208 Tage.

Weitere Angaben über die Eisverhältnisse der Flüsse. Um die Frage nach der Auf- und Zugangszeit der Flüsse zu erledigen, wollen wir noch einige Angaben dem Atlas climatologique de l'Empire de Russie (Karten 80—82) entlehnen. Das Gefrieren der Flüsse längs des nördlichen Ufers des Finnischen Meerbusens erfolgt durchschnittlich am 22. November, längs des südlichen Ufers in der Zeit zwischen dem 22. November (im Osten) und dem 2. Dezember (im Westen).

Der Aufgang der Flüsse in der unmittelbaren Nähe des Golfes geschieht durchschnittlich am 21. März. (Südlich vom Peïpuß-See am 11. März, nördlich vom Ladoga-See am 1. Mai.)

Die mittlere Dauer der Eisdecke ist 150 Tage für die Flüsse des nördlichen Ufers und für diejenigen des südlichen, von St. Petersburg bis zur Luga-Bucht. Von da an bis zum Eingang des Golfes haben die Flüsse des südlichen Ufers eine durchschnittlich 130—140 Tage dauernde Eisdecke.

Beobachtungen an den Leuchttürmen. (Seit 1889¹⁾).

Die ganze Beobachtungsperiode erstreckt sich vom Jahre 1889 bis zur Gegenwart. Ich hatte zu meiner Verfügung die Beobachtungen von 1889—1893 und 1897—98; leider waren diejenigen von 1893—1897 nicht zu verschaffen (weder durch den Buchhandel, noch aus der Bibliothek der Seewarte). Die erste Gruppe (1889—1893) wurde schon von Spindler in den Annalen der Hydrographie 22. 1894 besprochen und durch eine sehr schöne graphische Darstellung illustriert. Indessen trug die Spindlersche Arbeit mehr den Charakter einer vorläufigen Mitteilung und war mit den früheren Untersuchungen von Rykatschew nicht unmittelbar vergleichbar. Ich sah mich deswegen genötigt, die originalen Beobachtungen einer rechnerischen Behandlung zu unterziehen. Die Resultate dieser Bearbeitung sind in den untenstehenden vier Tabellen (XVIII bis XXI) zusammengestellt, in welchen die Stationen geographisch (von W nach O) angeordnet sind. Da es keine Station unmittelbar am Eingange, innerhalb der Linie Hangö-Spithamn gab, habe ich die Beobachtungen der unmittelbar außerhalb dieser Linie gelegenen Insel Odensholm mit aufgenommen. Ich bemerke im Voraus, daß (außer der bedauerlichen allgemeinen Lücke 1893 bis 1897) neuere Beobachtungen an der Finnländischen Küste nicht vorhanden, und daß wir für diese Region ganz auf die älteren Angaben von Rykatschew angewiesen sind.

Tabelle XVIII enthält für jede Station, nebst der Zahl der Beobachtungsjahre: 1. die extremen Daten des Erscheinens des Eises, einerlei ob in situ gebildet oder durch Wind und Strömung angetrieben; 2. die extremen Daten des definitiven Aufgangs; 3. die (von mir berechneten) Extreme der Dauer der Periode mit Eis, in Tagen ausgedrückt, seit dem Tage des ersten Erscheinens des Eises inclusive bis zum Tage des definitiven Aufgangs exclusive.

¹⁾ Erscheinen in den Sapiski po gidrografij.

(Die Rechnung wurde von mir für alle vorhandenen Fälle ausgeführt.)

Da die von mir ermittelte Periode mit Eis sich bisweilen kürzer als die durch die Beobachter notierte Zahl der Tage mit Eis (siehe Tabelle XIX) vorfand, ein Widerspruch, den ich nicht zu erklären vermag, wurde an den mit dem Zeichen * versehenen Stationen letztere Zahl acceptiert. Die originalen Beobachtungen enthalten bisweilen nicht das Datum des ersten Erscheinens des Eises oder das des definitiven Aufgangs; in anderen Fällen wird nicht das erste Erscheinen des Eises, sondern das erste Gefrieren¹⁾ verzeichnet. Glücklicherweise fallen alle diese Lücken nicht auf extreme, sondern auf mittlere Jahre, welche gerade in Tabelle XVIII keine Rolle spielen.

Tabelle XVIII zeigt uns, daß für die in Betracht kommenden Stationen und Jahre, das früheste Erscheinen des Eises am 2/XI 1888 in Kronstadt und das späteste am 5/III 1898 in Odensholm erfolgte. Der früheste definitive Aufgang wurde am 4/III 1890 in Odensholm und der späteste am 30/V 1893 in Packerort und bei Kokskär beobachtet. Die kürzeste Periode mit Eis dauerte 4 Tage in Odensholm im Jahre 1890 und die längste 188 Tage in Kronstadt im Winter 1888—89.

Man ersieht andererseits, daß an fast allen berücksichtigten Stationen der früheste Aufgang im Jahre 1890 und der späteste im Jahre 1893, stattfand, und daß die kürzeste Periode mit Eis fast allgemein auf das Jahr 1890 (bzw. 1889—90) und die längste auf das Jahr 1893 (bzw. 1892—93) fiel.

Im westlichen Teile des Golfes bis Kokskär fällt die Periode mit Eis auf die Zeit von Januar bis Mai eines

¹⁾ Ich hatte zuerst die Absicht, meine Periode mit Eis mit dem ersten Gefrieren anfangen zu lassen; da aber das betreffende Datum sehr oft fehlt und da dasjenige des ersten Erscheinens des Eises in den meisten Fällen angegeben ist, wurde ich genötigt, nolens volens, wie oben angeführt zu verfahren. Nach erfolgter Tat bedauere ich keineswegs die adoptierte Berechnungsart, welche mir, im Grunde genommen, die natürlichste scheint.

Tabelle XVIII.

Stationen	1) Beobach- tungs- jahre	Erscheinen des Eises		Definitiver Aufgang		Periode mit Eis (Tage)	
		frühestes	spätestes	frühester	spätester	Minimum	Maximum
1. Odensholm	6	7/I 92	5/III 98	4/III 90	18/IV 93	4 (1890)	98 (1893)
2. Packerort	3	9/I 93	27/II 90	18/II 92	25/V 93	5 "	132 "
3. Nargö	7	12/I 93	28/II 98	7/III 90	30/V 93	17 "	138 "
4. Koksår	7	13/I 93	28/II 98	12/III 90	30/V 93	22 "	137 "
		{ 91					
5. Ekholm	7	7/I { 93 97	26/II 90	11/III 90	25/IV 93	13 "	140 "
6. Stensår	6	7/I 91	7/II 98	5/IV 90	27/V 93	64 "	136 "
7. Rodskår	7	6/I 91, 98	30/I 90	31/III 89	17/V 89	66 "	126 (1889)
8. Hochland	4	28/XII 88	5/II 98	2/V 98	27/V 93	86 (1898)	148 (92-93)
9. Sommers	5	1/XII 91	21/I 90	3/V 91	22/IV 89	89 (1890)	159 (91-92)
10. Nerwa	2	22/XII 88	21/I 90	19/IV 90	22/V 89	88 "	151 (88-89)
11. Narwa	5	20/XII 98	30/I 90	31/III 90	1/V 93	*63 "	115 (1893)
12. Seskår	3	18/XII 90	22/XII 88, 92	11/IV 91	24/V 93	114 (90-91)	153 (92-93)
13. Styrs Udd	6	24/XI 90, 91	30/XII 89	17/IV 90	26/V 93	*121 (89-90)	169 (90-91)
14. Tolbukin	6	4/XI 88	6/XII 89	2/IV 90	25/V 93	*131 "	185 (92-93)
15. Kronstadt	6	2/XI 88	4/XII 89	11/IV 90	21/V 93	*143 "	188 (88-89)
1) 1. 1889, 90, 92, 93, 97, 98.		6. 89, 90, 91, 92, 93, 98.		11. 90, 92, 93, 97, 97-98.			
2. 90, 92, 93.		7. " " " " " " 97, 98.		12. 88-89, 90-91, 92-93.			
3. 89, 90, 91, 92, 93, 97, 98		8. 88-89, 92-93, 97, 98.		13. } 88-89, 89-90, 90-91, 91-92,			
4. " " " " " " " "		9. 88-89, 90, 90-91, 91-92, 92-93.		14. } 92-93, 97-98.			
5. " " " " " " " "		10. 88-89, 90.		15. }			

und desselben Jahres; im östlichen Teile dagegen, von Hochland bis Kronstadt (und weiter nach St. Petersburg) fällt diese Periode auf die Zeit von November eines Jahres bis Mai des folgenden Jahres. Ganz besonders auffallend ist die Zunahme (obgleich unregelmäßig erfolgend) der Periode mit Eis von W nach O. An fast allen Stationen wird das Meer im Mai eisfrei.¹⁾ v. Baer²⁾ erzählt jedoch, daß ein englisches Schiff, welches bei Aspö überwintert hatte, dort bis Juni eingesperrt blieb, während sonst der ganze Finnische Meerbusen, einschließlich der Kronstadter Rhede, seit einem Monate eisfrei war. Die Ursache davon war, daß mächtige Torossen von 12,8 m Höhe am Eingange der Bucht gestrandet waren und den Ausgang versperrten.

Vergleichen wir jetzt die Angaben unserer Tabelle XVIII mit denjenigen der Tabelle XVII nach Rykatschew, was nur für 3 Stationen möglich ist, nämlich für Packerort (ganz nahe von Baltischport gelegen und mit diesem vergleichbar), Hochland und Kronstadt, letztere auf beiden Tabellen vertreten. Wenn man, auf Grund unserer Tabelle XVIII, das mittlere Datum³⁾ des Erscheinens des Eises und dasjenige des Aufgangs für Packerort, Hochland und Kronstadt berechnet, so erhält man folgende Daten:

Mittlerer

	Aufgang.		Zugang.	
	Piccard	Rykatschew	Piccard	Rykatschew
Packerort . .	5—6/IV	16/III ⁴⁾	2/II	11/II ⁴⁾
Hochland . .	14/V	24/III	16/I	16/I
Kronstadt . .	1/V	3/V	17—18/XI	19/XI

Daraus wird ersichtlich, daß in den von uns untersuchten Jahren das mittlere Datum des Erscheinens des

¹⁾ Im Originale heisst es, dass bei Nerwa der Aufgang von 1890 am 19/VI stattfand, was sicher ein Druckfehler (anstatt 19/IV) ist, da die angeführte Zahl der Tage mit Eis und die von mir durch Rechnung ermittelte Dauer der Periode mit Eis identisch sind.

²⁾ Bull. Acad. Imp. St. P. 6. 1863.

³⁾ Also das zwischen dem frühesten und dem spätesten in der Mitte stehende.

⁴⁾ Für Baltischport.

Eises besonders in Hochland und Kronstadt ganz merkwürdig mit der von Rykatschew festgesetzten Zeit übereinstimmt. Für das mittlere Datum des Aufganges ist die Uebereinstimmung wieder eine erstaunliche für Kronstadt; für Packerort sehen wir schon einen Unterschied von 3 Wochen gegenüber dem von Rykatschew für das nahe gelegene Baltischport festgesetzten Datum und für Hochland endlich beträgt der Unterschied 7 Wochen.

Tabelle XIX zeigt das Minimum und das Maximum der Tage mit Eis nach den Vermerken der Beobachter. Diese wichtige Angabe fehlt für das Jahr 1893 (bezw. 1892—93).

Tabelle XIX.

	Notierte Zahl der Tage mit Eis		Beobachtungsjahre
	Minimum	Maximum	
1. Odensholm	24 (1898)	89 (1889)	4 (89, 92, 97, 98)
2. Packerort	5 (1892)	—	1 (92)
3. Nargö	17 (1890)	101 (1889)	6 (89, 90, 91, 92, 97, 98)
4. Kokskär	22 "	115 "	5 (89, 90, 91, 97, 98)
5. Ekholm	13 "	83 (1897)	5 (90, 91, 92, 97, 98)
6. Stenskär	39 "	122 (1889)	4 (89, 90, 92, 98)
7. Rodskär	63 "	125 "	6 (89, 90, 91, 92, 97, 98)
8. Hochland	87 (1898)	128 (1888—89)	3 (88—89, 97, 98)
9. Sommers	88 (1890)	142 "	4 (88—89, 90, 90—91, 91—92)
10. Nerwa	88 "	144 "	2 (88—89, 90)
11. Narwa	63 "	104 (1892)	4 (90, 92, 97, 97—98)
12. Seskär	101 (1890—91)	138 (1891—92)	5 (88—89, 89—90, 90—91, 91—92, 96—97)
13. Styrs Udd	119 (1897—98)	150 (1890—91)	} 6 (88—89, 89—90, 90—91, 91—92, 96—97, 97—98)
14. Tolbukin	131 (1889—90)	172 (1897—98)	
15. Kronstadt	143 "	181 (1890—91)	

Das Minimum, 5 Tage mit Eis, wurde in Packerort im Jahre 1882 notiert und das Maximum, 181 Tage mit Eis, in Kronstadt im Winter 1890—91 beobachtet. Nach dieser Tabelle wie nach der vorigen, ersieht man, daß das Jahr 1890 (bezw. 1889—90) durch ein Minimum der Tage mit Eis begünstigt wurde. Dagegen hatte, von den hier berücksichtigten Jahren, das Jahr 1889 (bezw. 1888—89)

das Maximum der Tage mit Eis. Die Zunahme von W nach O der Zahl der Tage mit Eis tritt besonders deutlich hervor für die Minima.

In der Tabelle XX ist versucht, die Grenzen zu zeigen, innerhalb deren die größte Dicke des Eises (in cm ausgedrückt) geschwankt hat.

Tabelle XX.

	Grösste Dicke der Eisdecke in cm		Beobachtungsjahre
	Minimum	Maximum	
1. Odensholm	18 (1890)	102 (1893)	4 (89, 90, 92, 93)
2. Packerort	18	—	1 (90)
3. Nargö	31 („ , 1898)	89 (1893)	4 (89, 90, 93, 98)
4. Kokskär	9	62	5 (89, 90, 93, 97, 98)
5. Ekholm	9 (1891)	76	6 (89, 90, 91, 92, 93, 97)
6. Stenskär	31 (1890, 91)	67 (1889)	4 (89, 90, 91, 92)
7. Rodskär	16 (1897)	76 (1893)	6 (89, 90, 91, 93, 97, 98)
8. Hochland	31 (1890)	142 (1889)	4 (89, 90, 93, 98)
9. Sommers	62 (1889, 90, 91)	93 (1892)	5 (89, 90, 91, 92, 93)
10. Nerwa	36 (1890)	76 (1889)	2 (89, 90)
11. Narwa	9	40 (1891)	4 (90, 91, 92, 93)
12. Seskär	27	76 (1889)	6 (89, 90, 92, 93, 97, 98)
13. Styr's Udd	31	80 (1893)	7 (89, 90, 91, 92, 93, 97, 98)
14. Tolbukin	18 (1891)	89 (1883)	3 (89, 90, 91)
15. Kronstadt	13 (1890)	80 (1897)	7 (89, 90, 91, 92, 93, 97, 98)

Das Minimum, d. h. eine maximale Dicke von 9 cm, wurde in Kokskär und Narwa im Jahre 1890 und in Ekholm im Jahre 1891 beobachtet; das Maximum, d. h. eine maximale Dicke von 142 cm, wurde in Hochland, im Jahre 1889 gemessen (1898 fand man da 138 cm). Im westlichen Teile des Golfes wurde das Eis besonders dick im Jahre 1893, im Centrum im Jahre 1899, im östlichen Teile teils im Jahre 1893, teils im Jahre 1889 oder in anderen Jahren. Überhaupt wurden diese Beobachtungen viel zu unregelmäßig ausgeführt.

Die Tabelle XIX hatte bewiesen, daß die Zahl der Tage mit Eis von W nach O zunimmt. Umgekehrt wird jetzt Tabelle XXI (S. 96) zeigen, daß die Zahl der eisfreien Tage von W nach O abnimmt. Das Maximum der

(von den Beobachtern notierten) eisfreien Tage, 363 Tage, fast ein ganzes Jahr, wurde in Ekholm, im Jahre 1890 und das Minimum, 199 Tage, in Styr's Udd, im Jahre 1891 beobachtet. Ein Vergleich dieser Tabelle mit Tabelle XVII der von Rykatschew entnommenen Angaben ist sehr lehrreich, obgleich nur für drei Stationen möglich: Packerort (unweit von Baltischport), Rodskär (unweit von Hochland, und Kronstadt. Unser Maximum der eisfreien Tage in Packerort ist noch um 2 Tage kleiner als die mittlere Zahl der eisfreien Tage in Baltischport für eine Periode von 20 Jahren; das bei uns für Rodskär verzeichnete Maximum ist um 5 Tage kleiner als das 10jährige Mittel der doch mehr nach Osten gelegenen Insel Hochland; endlich ist das von uns für Kronstadt angegebene Minimum um 20 Tage länger als das dort im Jahre 1867 beobachtete absolute Minimum, während unser Maximum um 63 Tage kleiner ist, als das dort im Jahre 1823 beobachtete absolute Maximum und um 7 Tage kleiner, als die mittlere Dauer der Navigation in Kronstadt für die lange Periode 1814 bis 1883.

Tabelle XXI.

	Zahl der Tage seit dem definitiven Aufgange bis zum ersten Gefrieren		Beobachtungsjahre
	Minimum	Maximum	
1. Odensholm	—	—	—
2. Packerort	—	330 (1892)	1 (92)
3. Nargö	275 (1892)	313 (1891)	3 (89, 91, 92)
4. Kokskär	277 (1889)	309 (1891)	2 (89, 91)
5. Ekholm	259 (1892)	363 (1890)	2 (90, 92)
6. Stenskär	260 (1892)	267 (1889)	2 (89, 92)
7. Rodskär	262 (1892)	293 (1890)	4 (89, 90, 91, 92)
8. Hochland	—	—	—
9. Sommers	250 (1892)	264 (1891)	4 (89, 90, 91, 92)
10. Nerwa	265 (1889)	—	1 (89)
11. Narwa	251 (1892)	272 (1890)	2 (90, 92)
12. Seskär	235 (1892)	274 (1891)	4 (89, 90, 91, 92)
13. Styr's Udd	199 (1891)	236 (1892)	5 (89, 90, 91, 92, 97)
14. Tollbukin	217 (1892)	259 (1889)	} 6 (89, 90, 91, 92, 97, 98)
15. Kronstadt	201 (1891)	252 (1889)	

In allen angeführten Jahren war von einem totalen Gefrieren des Finnischen Meerbusens nicht die Rede. Nach von Baer¹⁾ fand, während des strengen Winters 1860 bis 61 zwischen Helsingfors und Reval eine Kommunikation auf dem Eise statt, welche bis Februar andauerte. Nach Helmersen²⁾ blieb im Winter 1837—38 der Finnische Meerbusen während 2 Monate in seiner ganzen Länge gefroren.

Beobachtungen von Makaroff³⁾ 1898—1900. Ende März 1898 begab sich Makaroff nach Reval um die Eisverhältnisse zwischen dieser Stadt und Hochland mittelst des Eisbrechers „Stadt Reval“ und des Dampfers „Mogutschi“ zu erforschen. Es wehte ein leichter Nordwind und die ganze Eisdecke westlich von Hochland bewegte sich langsam nach Süden. So entstand längs des nördlichen Ufers ein Kanal, durch welchen Makaroff sehr leicht bis Hochland gelangte. Das ebene Eis hatte eine Dicke von 46 bis 56 cm, an einer Stelle sogar 89 cm. Es bietet allgemein eine Schichtung dar, wie Makaroff denkt, „infolge des Salzgehaltsunterschiedes der Wasser des Finnischen Meerbusens.“ Im Finnischen Meerbusen sind die ebenen Eisfelder eine Seltenheit; fast die ganze Eisdecke besteht aus einer Anhäufung von zusammengefrorenen Schollen. Felder, aus solchen Eisschollen bestehend, messen gewöhnlich 0,90 m bis 1,20 m Dicke, aber auch bis 3,60 m. An mehreren Stellen erblickt man „Flecken“ von tieferen angehäuftten Schollen. Einer von diesen Flecken hatte 3 m Höhe und 9 m Tiefe (im ganzen 12 m Mächtigkeit); Makaroff vermutet, daß diese Flecke sich an den Ufern bilden; sie sind gewöhnlich nicht groß und die unteren Schollen haften an den darüberliegenden mehr infolge ihrer Schwimmfähigkeit als durch eine übrigens schwache und nur partielle Regelation. Man versuchte mit dem

1) Bull. Acad. Imp. St. P. 4. 1862.

2) Mém. Acad. Imp. St. P. 14. 1869.

3) aus dessen schönem Werke „Jermak“. Alles, was den Finnischen Meerbusen betrifft, wurde von mir im Folgenden aufgenommen.

Dampfer das Eis zu durchbrechen, aber vergebens. Auf den Untiefen sah man starke Eisanhäufungen. Im Norden trägt diese Erscheinung den speziellen Namen „Stamucha“. Solche Bildungen waren besonders am nördlichen Ufer zahlreich und befanden sich, wie die Peilungen zeigten, auf den Untiefen von 2 bis 3 m. Sie fehlten auf den tieferen Bänken, aber die flachen Bänke traten scharf hervor und dieser Umstand sollte, meint Makaroff, zur Verbesserung der Seekarten benutzt werden.¹⁾ Östlich von Hochland ging das Eis von Ufer zu Ufer und Makaroff konnte nicht weiter vordringen. Doch waren im Osten von der Insel eisfreie Stellen vorhanden. Wahrscheinlich ist die Eisanhäufung schwächer im Osten von Hochland als westlich davon; aber infolge der Abnahme des Salzgehalts nimmt die Dicke des Eises nach Osten zu und beim Tolbukin-Leuchtturm ist das Meereis ebenso stark wie gewöhnliches Süßwassereis. Am 31. März kehrte Makaroff nach Reval zurück.

Am 1. März 1899 verließ Makaroff Reval an Bord des mächtigen, nach seinen Plänen für die russische Regierung konstruierten Eisbrechers „Jermak“. Das Eis fing in Reval selbst an; er gelangte am Abend bis Hochland, nachdem er ein zuerst schwaches, dann enormes Eis durchbrochen hatte. Wir citieren im Folgenden wörtlich: „2./14. März. Am Morgen gingen die ersten 30 Meilen (55,6 km) sehr leicht; dann drangen wir durch ein sehr dickes Eisfeld vor, welches sicher von einem Ufer bis zum andern sich erstreckte. Zahlreiche Fischer trieben ihr Geschäft. Auf dem ganzen Wege bis Kronstadt sah man auf dem Eise Fischer, deren Häuschen, Pferde, Schlitten und überhaupt ein volles Leben; es waren wohl 2000 bis 3000 Mann auf dem Eise. Die meisten kamen

¹⁾ Die Figur 30 des Originals bringt vortrefflich zur Darstellung die Insel Rodskär, umgeben von einem Gürtel, der auf der Untiefe gestrandeten Eismassen. Die Insel ist klein; die Eisanhäufung erstreckt sich ziemlich weit, die Nebengebäude des Leuchtturms fast maskierend.

vom südlichen Ufer, besonders aus der Ortschaft Koporje, aber es waren auch viele Finnländer da und außerdem Fischer aus Seskär. Es war die Zeit des großen Fastens, wenn die Nachfrage auf Fisch groß ist. Wahrhaftig, ich wußte nicht, daß die vereiste Fläche des Finnischen Meerbusens an dieser Stelle so dicht bevölkert war und wahrscheinlich war ich nicht der Einzige, dem dies unbekannt war: für uns alle war es eine Überraschung. Ich erinnere mich, daß man, ein Jahr früher, in einer Sitzung der geographischen Gesellschaft, die Frage der Erforschung der Eisverhältnisse im Finnischen Meerbusen und die Mittel, auf dieses Eis zu gelangen, besprach. Und doch wußte niemand, daß eine ganze Bevölkerung aus dem südlichen Ufer, während des großen Fastens den Fischfang auf dem Eise betreibt.“ Bei Kronstadt hatte das Eis eine Dicke von 83 cm.

„11./23. März (bei Hochland). Am Morgen versuchten wir, da wir unseren Schiffsort nicht genau kannten, uns nach der Tiefe zu orientieren; leider aber ist die Vermessung des Finnischen Meerbusens so schlecht, daß man die Lage nach der Tiefe gar nicht bestimmen kann. Lotungen sind wohl überall angegeben, aber die Grenze der Untiefen ist nicht verzeichnet, sodaß aus der gemessenen Tiefe sich nichts über die Lage des Schiffes schließen läßt. — Das Eis bei Reval, an der Stelle, wo die Dampfer eingesperrt waren, wurde nicht nur durch den Druck des Windes, sondern auch durch die Wellen angehäuft. Das unter solchen Umständen angehäuften Eis ist sehr kompakt, weil die Wellenbewegung die Eisschollen sehr innig zusammenpreßt. Ein solches Eis hat keinen drohenden Anblick, ist aber für den Eisbrecher sehr hart. Ein anderer Umstand wirkt bei der Bildung der Torossfelder mit: die Temperatur der Luft während der Eisbildung. Bei niedriger Lufttemperatur befinden sich Schnee und Eis in einem Zustande starker Erkaltung; wenn die Eisschollen untertauchen und sich untereinander innig be-

rühren, dann schmelzen sie zusammen. Dies bewirkt, daß die bei Frostwetter gebildeten Torossen viel stärker sind als diejenigen, welche bei Tauwetter sich bildeten. Das vor Reval angehäuften Eis bildet sich bei N- und NW-Winden, vor Hangö aber bei S- und SW-Winden; und da diese letzteren wärmer sind als die ersteren, so resultiert, daß das bei Reval angehäuften Eis mächtiger ist als dasjenige bei Hangö.“ — „13./25. März. Während wir im Revaler Hafen spazierten, bemerkten wir zu unserem Erstaunen eine mächtige Eisanhäufung gegen die Mole; ihre Höhe erreichte 9,6 m über das Meeresniveau und es lag da ein vom Meeresgrunde gehobener Stein, dessen Gewicht wohl bis zu 60 Puds (= 980 kg) geschätzt werden konnte. Diese Anhäufung von Eis gegen die Revaler Mole zeigt, was günstige Umstände erzeugen können. Es handelt sich hier um das Eis der Ostsee, dessen Dicke 60 bis 75 cm nicht übersteigt, während das durch den Wind gepreßte Eisfeld nicht über 30 Meilen (= 56 km) Breite besaß.“

29.III/10.IV, bei Hochland. Am Morgen begaben wir uns auf das Eis, um eine Bohrung auszuführen. Diese Arbeit dauerte drei Stunden. Man fand, daß der Toross aus wechsellagernden Eis- und Wasserschichten bestand, deren Anordnung und Mächtigkeit in folgender Darstellung ersichtlich sind:

Eis:	83 cm	Wasser:	93 cm
”	65 ”	”	90 ”
”	60 ”	”	80 ”
”	60 ”	”	60 ”
”	100 ”	”	15 ”
”	15 ”	”	60 ”
”	30 ”	”	— ”

Im Ganzen: Eis: 413 cm Wasser: 398 cm

Also eine Gesamtmächtigkeit von 8,14 m. Da der Toross die Oberfläche des Eises um 1,50 m bis 2,10 m hoch überragte, so folgt als totale Torosshöhe, der Wert 9,90 m. Im Bohrloche hielt sich das Wasser 25 cm unter-

halb der Oberfläche des Eises, so daß man daraus schließen muß, daß die Höhe oberhalb des Wassers 1,05 m und unterhalb dessen 7,85 m betrug, also ein Verhältnis von 1 zu 3,8. Ich glaube, daß der gemessene Toross einer der mächtigsten im Finnischen Meerbusen war unter den im tiefen Wasser gebildeten.“¹⁾

30.III/11.IV, unweit Krassnaïa Gorka (Kronstadter Bucht). Aus 36 Messungen ergibt sich eine mittlere Dicke des Eises von 62,2 cm.

16/28.IV. Der Golf³⁾ ist eisfrei 13 km westlich von Hochland.

Der Herbst 1899 und der darauf folgende Winter. Bis zum 8/20.XI war das Wetter warm; auf der Kronstadter Rhede hatte das Wasser eine Temperatur von $+3^{\circ}$ und nichts konnte vermuten lassen, daß der Schluss der Navigation so nahe war. Am 9/21.XI setzt der Frost ein; am 10/22 zeigt das Thermometer $-2,9^{\circ}$; am 11/23 $-6,3^{\circ}$ und das Eis erscheint; am 13/24 war die durchschnittliche Temperatur $-6,9^{\circ}$, und das Eis bedeckte die ganze westlich von Kronstadt sichtbare Meeresfläche. Am selben Tage fand auf der Newa ein starker Eisgang vom Ladoga-See her statt. Ende Januar war der ganze Finnische Meerbusen bis Dagerort eisbedeckt, was an letzterer Station ebenso unerwartet geschah wie in Kronstadt. Die Dicke des Eises in Kronstadt war im Januar, im mittleren Hafen, 76 cm; auf der großen Rhede 75 cm und im Kriegshafen 90 cm. Am 23.IV/6.V geht der „Jermak“ den Handelsschiffen nach Nerwa entgegen. Ein beschädigter Dampfer („Sleipner“) sinkt in seiner Gegenwart. Die folgenden Tage, macht er seine letzten Fahrten im Finnischen Meerbusen und dann begab er sich nach England, wo er am 5/18.V anlangte.“

¹⁾ M. scheint die Arbeiten von v. Baer und Kropotkin nicht gekannt zu haben, in welchen Torosse von 12,60 m in Aspö, 15 m in Lavensari und 12 m in Gross-Tjuters erwähnt werden. Von den zwei letzten Vorkommen wird noch weiter die Rede sein.

Soweit Makaroff über die Eisverhältnisse des Finnischen Meerbusens.

Mechanische Wirkungen des Meereises. Nach dem über die Großartigkeit der Eisverhältnisse im Finnischen Meerbusen Gesagten wird es nicht auffallen, daß dort die Umlagerung und der Transport erratischer Blöcke durch das Eis eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist, welche nur bei außergewöhnlichen Leistungen die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich zu lenken vermag. Im Folgenden wollen wir drei Fragen näher erörtern: 1. Wo findet ein großer Transport durch das Eis statt? 2. Welches sind die größten vom Eise transportierten Blöcke? 3. Welche morphologische Modifikationen lassen sich in historischer Zeit auf die Umlagerung von Material durch das Eis zurückführen?

1. Eine große Umlagerung des losen Materials durch das Eis wird besonders in Aspö, Hochland, Lawensari, Groß-Tjuters sowie am Eingange des Finnischen Meerbusens (in Odensholm), von den Beobachtern angeführt.

In Lawensari sah v. Baer¹⁾ einen Balken unter einem erratischen Block liegend; in Aspö wurde, nach demselben Autor, ein noch frischer Stock unter einem enormen Block gefunden. Jedes Jahr soll bei letzterer Insel eine Unmasse 80—160 kg wiegender Blöcke durch das Eis umgelagert werden.

Bei Hochland sieht man sehr viele Blöcke, welche auf den doch sehr genauen und ausführlichen älteren Karten nicht verzeichnet sind.

Die Insel Lawensari besteht aus losen Materialien. Sie ist umgeben, besonders im Westen, von in tiefem Wasser liegenden, z. T. enormen erratischen Blöcken, welche den Wasserspiegel mehrere Fuß (à 30 cm) hoch überragen. Die Torosse erreichen dort eine Höhe von 15 m, dieselbe Höhe wie ein Baum, welcher v. Baer

¹⁾ Bull. Acad. Imp. St. P. 6. 1863.

gezeigt wurde. Der Anblick dieser Torossen ist schrecklich, sagten die Finnischen Bewohner der Insel. Es sind besonders die kleinen, dem Meeresniveau nahe liegenden Blöcke, welche fortwährend umgelagert werden und nach einem Jahrhundert zeigen die Conturen der flachen Insel bedeutende Veränderungen. Nach v. Baer sind die Inseln Seskär und Penisari so gut wie frei von erratischen Blöcken an ihrer östlichen Seite; Groß- und Klein-Tjuters haben viel Blöcke im W und viel weniger im O; in Hochland sieht man schon eine große Menge erratischer Blöcke an der Ostseite und an den anderen Inseln verschwindet der Kontrast zwischen W und O. v. Baer schließt daraus, daß die erratischen Blöcke an der Inselfeite angehäuft werden, wo die Eisfelder stranden.

2. Nagajew, ein ausgezeichnete russischer Hydrograph des XVIII. Jahrhunderts, erwähnt¹⁾ das wiederholte Verschwinden und Wiedererscheinen eines Felsblocks von der Größe einer Isba (d. h. eines russischen Bauernhauses) auf der Bank Porkala Udd. Dieser Block wurde wahrscheinlich, meint Helmersen, durch das Eis dislociert. — Zwischen Kap Spithamn und Odensholm gab es einen Block, der den Meeresspiegel 60 cm hoch überragte und der von Nagajew und später von Sarytschew gesehen wurde. Es ist wahrscheinlich derselbe, von Eichwald erwähnte Kalksteinblock, der zwischen 1821 und 1824 aus dem Meere herausragte und seitdem durch eine 90 cm dicke Wasserschicht bedeckt wurde. Später verschwand dieser Block vollständig. Er mußte beträchtliche Dimensionen erreichen, da das Meer an dieser Stelle 8,40 m tief ist. Helmersen meint, daß er auch durch das Eis dislociert wurde.

Im Frühling 1838, nach dem Eisgange, bemerkten die Bewohner der Insel Hochland in einer unbewohnten Bucht der östlichen Küste (unweit des Dorfes Pöchjakulla) einen großen Granitblock von 4,20 m Länge

¹⁾ laut Helmersen, Bull. Acad. Imp. St. P. 14. 1856.

und 2,10 m Höhe (dessen Gewicht nach Schätzung 82 metrische Tonnen betragen konnte), „von dem sie einstimmig behaupteten, er sei ein neuer und das Eis habe ihn aus Finnland herübergetragen“ (Helmersen). Der Block war scharfkantig. Er hatte den Strand nicht erreicht, da das Feld, welches ihn mitgetragen hatte, wahrscheinlich durch zwei Vorgebirge zurückgehalten wurde. „Den Hochländern war nicht sowohl die Ankunft als die Größe des Fremdlings merkwürdig und sie teilten Herrn v. Baer mit, daß kleinere Blöcke am Ufer jährlich kommen und geben.“ (Helmersen.)

Ein schrecklicher Sturm, der vom 2. bis zum 3. Februar (alten Styls) 1869 wütete, brachte¹⁾ an die Insel Groß Tjuters einen Toross von 12 m Höhe; nach dem Eisgange wurden drei neue Blöcke, in zwei Gruppen verteilt, entdeckt. Ein Block wurde an die NW-Küste gebracht; er bestand aus Granit und maß 3 m Höhe und Breite und 10 bis 12 m Umfang. Bei ihm lag ein zu gleicher Zeit dorthin transportierter, abgerundeter Quarzitblock von 1 m Durchmesser. Beide lagen jetzt trocken, während sie früher im Wasser lagen, aus welchem sie kaum herausragten. Der dritte Block wurde durch denselben Sturm an die Nordspitze der Insel gebracht; er bestand aus Granit, hatte eine viereckige Gestalt und folgende Dimensionen: Höhe = 4,10 m, Dicke und Länge = 4,00 m, Volumen = 35 cbm, Gewicht (nach Schätzung) = 100 metrische Tonnen. Früher wurde dieser Block im Wasser nicht gesehen und die Fischer machten die Bemerkung, daß er nicht nahe am Ufer gelegen haben konnte, sonst wäre er ihnen bekannt gewesen.

Derselbe Sturm vom 2.—3. Februar 1869 (alten Styls) erzeugte in der Revaler Rhede 3 Eiswälle, drei dem Ufer ungefähr parallele Torossilinien²⁾. Der erste Eiswall ging

¹⁾ Kropotkin, *Iswesstija*. 5, 1869.

²⁾ Kropotkin, *Iswesstija loc. cit.* und Helmersen, *Mém. Acad. Imp. St. P.* 14. 1869.

längs des Ufers, der zweite $\frac{1}{2}$ km weit von dem ersten entfernt (vom Hafeneingang bis Brigitten) und der dritte mehrere km von dem ersten, von weitem durch seine Form an eine entfernte Gebirgskette erinnernd. Der erste Eiswall erreichte 5,40 m Höhe. An einer Stelle wurden 2 Granitblöcke von ungefähr 1,40 m Durchmesser 2,70 m über das Meeresniveau durch das Eis gehoben. Der zweite Eiswall hatte 4,60 m bis 9 m und stellenweise bis 12 m Höhe. Er war am höchsten dort, wo das Wasser am flachsten war. Er trug größere Blöcke als der erste Eiswall, aber nicht so hoch gehoben; der eine dieser Blöcke hatte ungefähr 2 m im Durchmesser. Der dritte Eiswall konnte nicht näher untersucht werden. Nach den Spuren zu urteilen, die die Steine, gegen welche das Eis sich brach, auf demselben hinterließen, kann man schließen, daß die horizontale Bewegung des Eisfeldes $\frac{1}{4}$ km übertraf. Die so gepreßten Eisschollen hatten eine Dicke von nur 15 bis 30 cm und wären unfähig gewesen, so gewaltige Blöcke wie die oben beschriebenen zu transportieren. Uebrigens war einer von diesen Blöcken ganz mit Schlick und Sand bedeckt, ein Beweis, daß das Eis ihn vom Meeresgrunde gehoben hatte.

3. Nach N. A. Iwaschintow ¹⁾ soll die Insel Rodskär (welche nach von Baer aus Porphyry besteht) in der Neuzeit, durch die Arbeit des Eises, entstanden sein, Um das Jahr 1800 soll sich dort nur eine Untiefe befunden haben. Allmählich hätte das Eis Blöcke (fast ohne Beimischung von Schlick und Sand) angehäuft und so wäre eine Insel von 200—300 m Länge und 100 m Breite entstanden, deren Ufer ziemlich steil sind und rasch ins tiefe Wasser abfallen. „Ob diese Insel fortdauernd sich vergrößert“, sagt Iwaschintow, „weiß man nicht, aber es ist merkwürdig, daß das Eis diese von ihm selbst gebildete Insel, ihrer geringen Breite wegen, nicht zerstört.“ (Ich bedaure, zu der Frage nicht Stellung nehmen zu können).

¹⁾ Iswesstija, 5. 1869.

v. Baer¹⁾ bemerkte zuerst die großen Unterschiede zwischen den zu verschiedenen Epochen veröffentlichten Karten der Insel Lawensari. Heutzutage endigt der Hauptkörper der Insel gegen Norden mit 3 Halbinseln, welche von NW nach N folgende Namen führen: Eis-tor, Lan-kor und Keer-kor (1839 von Reinecke aufgenommen). Auf der 1822 von Spafariew konstruirten Karte (auf Grund der am Anfang des XIX. Jahrhunderts ausgeführten Vermessungen) sieht man, daß Keer-kor früher eine Insel war, daß Lan-kor nicht existierte, und daß Eis-tor viel schmaler war an seiner Extremität. v. Baer begab sich nach Lawensari und erfuhr von den Eingeborenen, daß in der Tat Keer-kor früher eine Insel war und Augenzeugen erzählten, daß man früher zwischen dieser kleinen Insel und der Hauptinsel segeln konnte.

4. Die Bewegungen des Meeres.

A. Niveauschwankungen.

Beobachtungen für kleinere Perioden. Die von mir bearbeiteten Beobachtungen²⁾ beziehen sich auf Reval (1896 u. 1897), Hochland (südl. Leuchtt. 1890 bis 1898) und Kronstadt (1897), Stationen, wo man um 7^h a, 1^h p und 9^h p beobachtet. Vollständige Angaben, d. h. das mittlere Meeresniveau für die 12 Monate des Jahres und außerdem für jeden Monat das absolute Maximum und das absolute Minimum des Wasserstandes³⁾ sind nur für Hochland 1894 und Kronstadt 1897 vorhanden; Mittel für alle Monate des Jahres, aber unvollständige Angaben über die Extreme, existieren für Hochland 1890, 91, 94, 96 und 98.

¹⁾ Loc. cit.

²⁾ Enthalten in Sapiski po gidrografij, 1900 (Beilage).

³⁾ Leider ist das Datum der Maxima und Minima nicht angegeben, was einen simultanen Vergleich dieser wichtigen Angaben an mehreren Stationen verhindert.

Wir wollen zunächst jede Station für sich betrachten und dann gleichzeitige Beobachtungen an mehreren Stationen besprechen.

Reval, 1896 und 1897. Keine Beobachtungen für I. 1896 und VI, VIII, X—XII 1897.

	mm	
	1896	1897
Höchste monatliche Mittel	+ 205 (VI)	+ 217 (IX)
Niedrigste " "	— 80 (XII)	— 82 (I)
Amplitude	285	299

Im Jahre 1896 sind alle monatlichen Mittel positiv, außer im Dezember; im Jahre 1897 sind 5 negativ und 2 positiv (VIII u. IX).

Absolutes Maximum (II. 1896)	+	875 mm
Absolutes Minimum (XI. 1896)	—	350 "
Absolute Amplitude		1225 mm

Hochland, 1890—98 (9 Jahre). Die monatlichen Mittel fehlen für III u. IV 1892; I—VI 1893; II—IV 1895; I—III, XI—XII 1897. Die Extreme fehlen für IX—X 1890; VII 1891; III—V 1892; I—VI, IX 1893; II—IV 1895; X 1896; I—III, XI—XII 1897; III—IV 1898.

Betrachten wir zuerst das Jahr 1894, das einzige, für welches die Angaben vollständig sind.

Hochland, 1894.		
Höchstes monatliches Mittel (II)	+	370 mm
Niedrigstes " "	—	285 "
Mittlere Amplitude		655 mm

Die Mittel waren positiv für I—III, VII—IX, XI—XII, dagegen negativ für IV—VI und X.

Absolutes Maximum (II) . . .	+	970 mm
" Minimum (V) . . .	—	605 "
Absolute Amplitude		1575 mm

Monatliche Mittel. Nehmen wir zunächst die fünf Jahre, für welche dieses Element vollständig bekannt ist, nämlich 1890, 91, 94, 96 und 98.

Hochland. Mittleres monatliches und jährliches Niveau des Meeres in mm.

	1890	1891	1894	1896	1898	Mittel
Höchste Mittel	+235 (X)	+157 (IX)	+370 (II)	+ 12 (VII)	+387 (XII)	+232
Niedrigste „	-217 (V)	-235 (IV)	-285 (IV)	-205 (XII)	-185 (V)	-230
Mittl. Amplitude	482	392	655	217	572	462
Mittleres jährl. Niveau. . .	+ 25,0	- 62,5	+ 50,0	- 80,0	+ 75,0	+ 7,5

Das niedrigste monatliche Mittel entfällt gewöhnlich auf den Frühling (IV u. V) [auch für 1895: - 302 mm im Mai]. Es weicht nur wenig von - 230 mm ab, scheint somit ziemlich konstant, während das höchste monatliche Mittel innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt und trifft sich in allen Jahreszeiten außer im Frühlinge auch, wenn man die unvollständigen Beobachtungen der anderen Jahre berücksichtigt.

Die größte Amplitude der monatlichen Mittel im Laufe eines und desselben Jahres trifft sich im Jahre 1894, auch bei Berücksichtigung der fragmentarischen Beobachtungen von 1892, 93, 95 und 97. Für letztere entfallen alle mittleren Minima auf den Herbst und den Monat September.

Wenn man alle vorhandenen Beobachtungen in Betracht zieht, erhält man folgendes Bild für die ganze Periode 1890-98:

Höchstes monatliches Mittel (XII/98) + 387 mm

Niedrigstes „ „ (V/95) - 302 „

Amplitude der monatlichen Mittel 689 mm

Extreme und absolute Amplitude. Die stärkste absolute Amplitude im Laufe eines und desselben Jahres findet sich im Jahre 1898:

Absolutes Maximum (I) + 1120 mm

„ Minimum (X) - 580 „

Absolute Amplitude 1700 mm

Mit Hinzunahme aller vorhandenen Beobachtungen erhält man für die ganze Periode 1890—98 folgende Extreme und folgende absolute Amplitude:

Absolutes Maximum (I/98) + 1120 mm
 „ Minimum (XII/96) — 680 „

Absolute Amplitude 1800 mm

Kronstadt, 1897 (vollständiges Jahr)

Höchstes monatliches Mittel (IX) + 260 mm

Niedrigstes „ „ (I) — 425 „

Mittlere Amplitude 685 mm

Die Mittel sind negativ von I bis VI sowie in VIII dagegen positiv in VII und von IX bis XII.

Absolutes Maximum (XI)¹⁾ + 1847 mm

„ Minimum (I) — 877 „

Absolute Amplitude 2724 mm

Gleichzeitige Beobachtungen an mehreren Stationen.

Folgende Tabelle enthält alles zur Verfügung Stehende:

Mittlere Wasserstände in mm.

	1896		1897		
	Reval	Hochland	Reval	Hochland	Kronstadt
Januar . . .		— 30	— 82		— 425
Februar . . .	+ 95	— 85	— 10		— 92
März	+ 22	— 160	— 52		— 292
April	+ 35	— 172	— 15	— 127	— 267
Mai	+ 72	— 92	— 10	— 105	— 167
Juni	+ 205	— 102	+ 95	— 30	— 37
Juli	+ 140	+ 12		+ 52	+ 67
August	+ 90	— 42	+ 217	— 20	— 27
September . .	+ 132	— 57		+ 197	+ 260
Oktober . . .	+ 97	— 10		+ 87	+ 155
November . . .	+ 40	0			+ 230
Dezember . . .	— 80	— 205			+ 77

Reval-Hochland, 1896. Während eines Monates (XI) ist das mittlere Meeresniveau an beiden Stationen beinahe gleich, in den 10 anderen Monaten (die Beobachtungen

¹⁾ Grosse Sturmflut von 1897.

von Januar fehlen für Reval) höher in Reval um einen Betrag von 107 mm (X) bis 307 mm (VI) also durchschnittlich um 172 mm.

Reval-Hochland-Kronstadt, 1897. In Hochland und Kronstadt waren die Variationen immer gleichen Zeichens und stets stärker in Kronstadt als in Hochland; der Unterschied schwankte zwischen 7 mm (VI u. VIII) und 140 mm (IV).

Zusatz: Variationen des Meeresniveau in Hungerburg (Narowa-Mündung) im Jahre 1856.¹⁾ Im Jahre 1856 betragen die höchsten Wasserstände auf der Barre 2,10 bis 3,30 m bei N bis WSW-Winden. Dagegen schwankten die niedrigsten Wasserstände zwischen 1,20 m und 1,80 m bei SW bis SSO-Winden. Größter Niveauunterschied 2,10 m.

Langjährige Beobachtungen in Kronstadt, 1841 bis 1895.²⁾ Setzen wir zuerst die Grenzen fest, innerhalb deren die Erscheinungen sich abspielt haben:

Höchstes mittleres jähr-	}	über und unter Null des Kron- stadter Limni- meters.
liches Niveau . . .		
+105 mm (1874)		
Niedrigstes mittleres jähr-	}	über und unter Null des Kron- stadter Limni- meters.
liches Niveau . . .		
— 98 „ (1845)		

Amplitude 203 mm

Die Faktoren, welche das Meeresniveau stark beeinflussen, sind, im besonderen Falle, der Luftdruck sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit. Diese Elemente aber sind nicht für die ganze Periode bekannt, für welche Beobachtungen über das Meeresniveau vorhanden sind. Fuss bemühte sich, einen barometrischen Koeffizienten β zu berechnen, d. h. die Niveauveränderung, welche einer Änderung des Luftdrucks um 1 mm entspricht und fand $\beta = 19,3$ mm, was besagt, daß, wenn die Barometersäule um 1 mm steigt, das Meeresniveau sich um 19,3 mm senkt. Obiger Koeffizient wurde auf Grund der monatlichen

¹⁾ Nach Helmersen, Bull. Acad. Imp. St. P. 3. 1861.

²⁾ Nach Fuss, Sapiski po gidrografij 1896.

Mittel gefunden. Auf Grund der jährlichen Mittel ist $\beta = 38$ mm. Die Berechnung des mittleren monatlichen Meeresniveaus für die ganze Periode 1841–95 ergab — zum mittleren Luftdruck mittels des Koeffizienten $\beta = 38$ mm reduziert — für jeden Monat folgende mittlere Abweichung in mm ausgedrückt:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
+ 55	— 15	—133	—125	— 88	— 43	— 3	+ 60	+ 85	+ 78	+ 65	+ 60

(Auf die von Fuß entwickelte Formel und auf seine ganze Berechnung kann ich hier nicht eingehen).

Es ist ersichtlich, daß während 6 Monaten, von August bis Januar, das Niveau ungefähr bei 76 mm über Null fast konstant bleibt. Während der drei Frühlingsmonate März, April und Mai, steht das Meeresniveau um 101 bis 127 mm über Null. In den 3 anderen Monaten sind die Abweichungen unbedeutend. Der Beweis dafür, daß eine vom Winde unabhängige Periodizität vorhanden ist, liefert die Tatsache, daß die Periodizität auch bei ausschließlicher Betrachtung der bei Kalmen angestellten Beobachtungen, oder, wenn man die Beobachtungen zum mittleren Luftdruck nicht reduziert, oder endlich bei Reduktion der Beobachtungen zum mittleren Luftdruck mittels des Koeffizienten $\beta = 19,3$ mm, herauskommt.

Wären die Winde die Ursache dieser Periodizität, dann sollte man von August bis Januar süd-westliche, das Wasser in den Finnischen Meerbusen treibende Winde und im Frühjahr nord-östliche, das Wasser aus dem Finnischen Golf treibende Winde erwarten. In Wirklichkeit (siehe Tabelle I vorliegender Arbeit) sind vom August an die SW— Winde häufig, erreichen ihre maximale Frequenz im Oktober und November und dominieren bis einschließlich März, wenn das Wasser schon niedrig steht. Die Winde von NO fangen erst an im April zu herrschen, was bis August dauert, wenn das Wasser schon über dem

mittleren Niveau steht. Die westlichen und östlichen Winde vermögen noch weniger die Erscheinung zu erklären.

Fuß vergleicht die Beobachtungen von Kronstadt (die monatlichen Mittel) mit denjenigen von Reval, Ust-Dwinsk (Dünamünde), Windau, Libau, Swinemünde und Travemünde und schließt daraus, dass in den russischen Gewässern (von Kronstadt bis Libau) die Niveauschwankungen des Meeres gleichzeitig erfolgen und fast an allen Stationen denselben Betrag erreichen. Daß dies nicht immer der Fall ist zeigt unsere Tabelle über simultane Wasserstandsbeobachtungen an mehreren Stationen (S. 109). — An den deutschen Stationen sind die Schwankungen des Meeresniveaus schwächer, obgleich von ähnlichem Charakter wie in der östlichen Ostsee.

So erleidet das ganze Niveau der Ostsee im Laufe des Jahres regelmässige Niveauveränderungen, welche — wie Fuß meint — durch meteorologische (und astronomische) Ursachen nicht erklärt werden können und vielleicht von Niveauschwankungen des Ozeans abhängen.

Ein Blick auf unsere Tabelle VIII, Seite 63, (Niederschlagshöhen), läßt doch einen Zusammenhang zwischen Wasserstand und Niederschlagshöhe sofort erkennen: der Wasserstand ist am niedrigsten nach der Periode der spärlichsten und am höchsten nach der Periode der reichlichsten Niederschläge. Im Sommer wird der Finnische Meerbusen vom Landwasser aufgefüllt; im Winter fehlt dieser Zufluß, daher sinkt das Niveau. Vergleichen wir die Niederschlagshöhen in St. Petersburg (wegen der zahlreichen Beobachtungsjahre) mit den Wasserständen in Kronstadt, so ersehen wir ohne weiteres, daß die extremen Wasserstände einen Monat später als die extremen Niederschlagshöhen eintreten. Eine graphische Darstellung ergibt, daß die Regenkurve angenähert mit der Wasserstandskurve zusammenfällt, wenn man einen Monat Verspätung für die Wirkung der Niederschläge nimmt.

B. Sturmfluten.

Aus der engen und länglichen Gestalt des Finnischen Meerbusens, aus den Tatsachen, daß er im Westen mit der Ostsee in freier Verbindung steht und im Osten in der schmalen Newa-Bucht trichterförmig endigt, kann man a priori schließen, daß der östliche Teil unseres Gebietes ganz besonders den Sturmfluten ausgesetzt ist. Da andererseits die stürmischen Winde, welche die Hochwasser erzeugen, aus SW und W, also in der Richtung der großen Achse des Golfes wehen, und da weiter die meisten Küstenstädte ungefähr 16 m hoch über dem Meeresspiegel liegen, St. Petersburg aber auf dem niedrigen Newa-Delta erbaut ist, darf es uns nicht wundern, daß diese Stadt, sowohl durch ihre geographische Lage als durch ihre geringe Meereshöhe, vorzüglich von den Hochfluten heimgesucht wird und daß diese Erscheinung, welche durch die mächtige Wasserzufuhr der Newa noch verstärkt wird, dort am eingehendsten untersucht wurde.

In der sehr schönen Arbeit von Rykatschew¹⁾ finden wir ein Verzeichnis aller von 1691 (13 Jahre vor der Gründung der Stadt) bis Anfang 1898 notierten Sturmfluten, sowie Angaben (soweit bekannt) über die maximale Höhe des Wassers, die Richtung und Geschwindigkeit des Windes usw. Als Überschwemmung gilt jede Wasserstandserhöhung der Newa von 1,50 m aufwärts über Null des dortigen Limnimeters. Während der berücksichtigten Periode von 208 Jahren (mit einigen Lücken) wurden 189 Überschwemmungen registriert. Für manche Jahre sind keine Hochwasser angegeben, ohne daß man behaupten kann, die Erscheinung sei in den betreffenden Jahren nicht vorgekommen. Seit 1878 funktioniert im physikalischen Central-Observatorium ein Registrierlimnigraph (mit einer einzigen Unterbrechung von 1892 bis August 1893). In der Zeit von 1878 bis 1898 (mit Ausschaltung der eben

¹⁾ Sapiski po gidrografij, 19. 1898.

genannten Lücke) sind drei Jahre ohne jegliche Überschwemmung verfloßen: 1878, 1891 und 1894. Die Sturmfluten ereignen sich also nicht notwendigerweise jedes Jahr. In den meisten Fällen giebt es nur eine Überschwemmung im Jahre. Die Jahre, wo die Erscheinung 5 mal und darüber vorgekommen ist, sind folgende:

Jahre:	1752	1863	1866	1867	1874	1879	1890
Zahl der Hochwasser:	5	10	7	5	13	6 ¹⁾	5

also seit 1863 mit Intervallen von 1 bis 11 Jahren.

In den meisten Fällen übersteigt der Wasserstand nicht 1,80 m. Die Ueberschwemmungen von 2,10 m sind selten, und diejenigen von 2,40 m und darüber stellen eine Ausnahme dar, welche in der ganzen berücksichtigten Periode 13 mal vorkam:

1691		> 3 m
1706	20. September	> 2,40 m
1724	4. Dezember	> 2,40 m
1726	12. November	> 2,45 m
1752	2. November	= 2,53 m
1777	21. September	= 3,18 m
1822	18. Januar	= 2,53 m
1824	19. November	= 4,08 m
1873	1. November	= 2,45 m
1874	{	11. November = 2,55 m
		8. Dezember = 2,40 m
1890	27. August	= 2,55 m
1897	16. November	= 2,43 m

Dieses Verzeichnis muß unvollständig sein; man weiß z. B., daß im Jahre 1736, den 8. Dezember, die ganze Stadt überschwemmt wurde, aber der Wasserstand, welcher 2,40 m übersteigen mußte, wurde nicht notiert. Aus allen Jahren für welche genügende Angaben vorhanden sind, ragen ganz besonders hervor 1777 und 1824 wegen der

¹⁾ Nach Schoenrock, der das Material von 1878—90 bearbeitet hat; Rykatschew giebt für 1879 nur 5 Fälle an.

außerordentlichen Höhe des Wassers und 1874 wegen der merkwürdigen Frequenz der Ueberschwemmungen, 13 an Zahl, von welchen zwei 2,40 m überstiegen. Zwischenräume von einem halben Jahrhundert trennen diese großen Paroxysmen. Infolge der Ueberschwemmung von 1777 wurden die Wasserstandsignale eingeführt, welche sich bis auf unsere Tage ohne namhafte Veränderung erhalten haben.¹⁾

Die Überschwemmung von 1824 war bei weitem die schlimmste: 324 Häuser wurden zerstört, 3257 Bauwerke erlitten Beschädigungen, 208 Personen fanden den Tod. In Kronstadt erreichte das Wasser 3,45 m über Null. Die meisten hölzernen Bastionen mit ihren Kanonen und Ankern wurden fortgerissen. Die steinernen Befestigungen hielten stand, obgleich hie und da Mauerwerke und Kanonen umgeworfen waren. Von den 94 anwesenden Schiffen wurden nur 12 gerettet. 76 Personen ertranken.²⁾

¹⁾ Signale bei Hochwasser in St. Petersburg (in allen Notizbüchern und Kalendern für St. Petersburg enthalten). „Wenn das Wasser 3 Fuss (90 cm) über seinen gewöhnlichen Stand steigt, so wird im Galeerenhafen ein Signal von 3 Kanonenschüssen gegeben und auf dem Turme der Haupt-Admiralität werden nach allen vier Seiten am Tage rote Flaggen und in der Nacht eine entsprechende Anzahl Laternen ausgehängt. Steigt das Wasser über 4 Fuss (1,20 m), so werden, außer den vier roten, noch an den Pfeilern vier weisse Flaggen, in der Nacht aber vier rote Laternen ausgehängt. Sobald das Wasser die Höhe von 5 Fuss (1,50 m) überschreitet, wird von der Festung alle halbe Stunde geschossen, wobei die angeführten Flaggen und Laternen auf dem Turme der Haupt-Admiralität ausgehängt bleiben. Beim Steigen des Wassers über 6 Fuss (= 1,80 m) wird jede Viertelstunde geschossen und übersteigt das Wasser 7 Fuss (= 2,10 m), so werden alle Viertelstunde zwei Schüsse abgegeben.“

„Verhaltungsmassregeln bei Hochwasser in St. Petersburg. Wann das Wasser 6 Fuss über Normal gestiegen ist und von der Festung jede Viertelstunde geschossen wird, so haben diejenigen Einwohner, die in den Kellergeschossen der niederen Stadtteile leben, ihre Wohnungen zu verlassen. In allen Teilen der Stadt befinden sich Polizeiboote, welche bei hohem Wasser auf Verlangen (!) zur Verfügung der hilfsbedürftigen Einwohner stehen.“

²⁾ Soweit Rykatschew, der das Gesagte in der russischen Ausgabe von Brockhaus Konversations-Lexikon geschöpft hat. Merkwürdigerweise veröffentlichte die Akademie der Wissenschaften darüber gar nichts. Ich habe vor Augen die „Observations mété-

Im Jahre 1897 (den 16/XI) wurde fast das ganze Newadelta überschwemmt und von der Insel Kotlin ragten nur die Stadt Kronstadt und ein ganz schmaler Streifen im Centrum der Insel aus den Fluten hervor.¹⁾ Für diese Sturmflut²⁾ wurde zum ersten Mal (von Rykatschew) der Gang der Erscheinung von dem Eingang des Finnischen Meerbusens (Hangö) bis nach St. Petersburg festgestellt. Der höchste Wasserstand wurde in Hangö um 3 Uhr morgens beobachtet, in Hochland gegen 7 Uhr morgens, in Kronstadt³⁾ um 11 Uhr morgens und in St. Petersburg tags um 12 Uhr. Die Welle legte die Strecke Hangö-Kronstadt in $8\frac{1}{2}$ Stunden zurück (also eine Geschwindigkeit von 44,4 km in der Stunde). Die Strecke Kronstadt-

orologiques faites à l'Académie Impériale des sciences de St. Petersbourg de 1822 à 1835" (Mém. Acad. Imp. St. P. 2. 1841), wo Nichts über die Überschwemmung steht. — Der grosse russische Dichter Puschkin, der damals auf allerhöchste Vertüfung in die Nähe Moskaus verbannt war, schrieb auf Grund der Zeitungsberichte über dieses Thema eines seiner bekanntesten Gedichte: „Mjednij wssadnik“ (Der broncene Reiter, Anspielung auf das Reiterstandbild Peters des Grossen). Aus dem Aufsätze eines Augenzeugen, Baschutzky, (enthalten in: Bogdanow, Russische Chrestomatie. St. Petersburg, 1884) entnehme ich Folgendes: Ein Tag vor der Überschwemmung war schon das Wasser sehr hoch, was aber als nicht gerade seltene Erscheinung niemand beunruhigte. Am 19. November, gegen 11 Uhr Vormittags, fing das Wasser an mit grosser Geschwindigkeit zu steigen. Die überraschten Menschen erkletterten die Laternenpfosten, Bäume, Fenster, Balkons, Imperiale der Wagen usw. Die angespannten Pferde ertranken. Alle Brücken (allerdings Pontonsbrücken) wurden fortgerissen. Enorme Barken gelangten mitten in die Strassen und 2 Transportfahrzeuge strandeten an dem Balkon eines Hauses. Mächtige Granitmassen wurden umgeworfen. Im Centrum der Stadt sah man eine Menge von Kreuzen, welche aus den sehr entfernten Friedhöfen durch das Wasser gebracht wurden. Das Wasser erreichte bis 4,80 m Höhe in den niedrigsten Strassen. 480 Personen ertranken. Nach 2 Uhr Nachmittags fing das Wasser an zu sinken und bei eintretender Nacht lagen die Strassen trocken. — Gleich darauf wurde die arme Bevölkerung durch eine schwere Epidemie stark decimiert.

1) Hübsche Kartenbeilage bei Rykatschew.

2) die Verfasser miterlebt hat.

3) „Der Kamm der hohen Welle, 6 Fuss 10 Zoll (= 2,05 m) höher als Null, erreichte den vierten (Fuss ? also 1,20 m) um 11 Uhr morgens. Um 11 Uhr 5 Minuten war schon das Wasser bis 6 Fuss 7 Zoll (= 1,98 m) gesunken.“ Rykatschew.

St. Petersburg wurde in einer Stunde durchmessen (also 25,9 km in der Stunde).

Wenn man, für die 75 letzten Jahre (bis 1898), die Frequenzcurve der Überschwemmungen für Pentaden in ein Koordinatensystem einträgt und darunter (im selben System) die Curve der maximalen Wasserstände, welche in jeder Pentade erreicht wurden, einzeichnet, so sieht man, daß beide Curven ungefähr parallel verlaufen, d. h. daß allgemein in den Perioden, wo die meisten Überschwemmungen stattfanden, das Wasser am höchsten stieg. Für die Jahre 1752, 1874 und 1890 ist diese Tatsache ohne weiteres aus unseren Tabellen ersichtlich.

Die 187 Überschwemmungen der Periode 1703 bis 1898, deren Datum bekannt ist, verteilen sich wie folgt nach den einzelnen Monaten:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dcz.
10	2	1	1	5	5	2	15	25	44	46	31

Die gefährlichste Zeit ist also der Herbst, oder genauer die Monate August bis Januar; in den anderen Monaten sind die Hochwasser äußerst selten.

Nach diesem allgemeinen Überblick, wollen wir jetzt an der Hand der interessantesten Arbeit von Schönrock ¹⁾ den näheren Verlauf der Sturmfluten verfolgen und die Rolle der meteorologischen Faktoren darstellen. — Aus den 33 Fällen der Periode 1878—1890 berechnete Schönrock die mittlere Höhe (in cm) des Wassers über Null, die mittlere Windrichtung in Zahlen ausgedrückt (wobei 4 = NO, 8 = O, 12 = SO, 16 = S, 20 = SW, 24 = W, 28 = NW, 32 = N), die mittlere Windgeschwindigkeit (in km pro Stunde) und den mittleren Luftdruck für die ersten zwölf Stunden der Überschwemmung bis zur Zeit des höchsten Wasserstandes und für die drei folgenden

¹⁾ Repert. für Met. XIV. 1891.

Stunden. Wir stellen alle diese Daten in einer Tabelle zusammen:

Normales Hochwasser (1878-90).

Wasserstand (cm)	17	28	36	47	58	68	78	91	111	134	157	170	158	136	117
Windrichtg.	17	17	18	18	18	19	20	20	21	22	22	23	23	23	23
Windgeschw. (km. pro St.)	30	30	32	33	33	34	35	37	39	41	41	40	38	36	35
Luftdruck. 700 mm +	43,3	42,5	41,4	41,0	40,2	39,6	39,2	39,0	38,9	39,1	39,5	40,0	40,5	41,0	41,5

„In den letzten 7 Stunden“, sagt Schönrock, „steigt das Wasser ziemlich regelmäßig ca. 10–11 cm pro Stunde, mit einer geringen Verzögerung in der zweiten Stunde. Von der achten Stunde an aber wird das Steigen rascher, doppelt so groß, ¹⁾ wie in der vorhergehenden Zeit und das ist gerade der gefährliche Verlauf der Erscheinung, infolgedessen die üblichen Warnungen oft zu spät für die Bevölkerung kommen. So lange also das Hochwasser noch ungefährlich ist — und als solches gilt es bis 3 Fuss oder gerade 91 cm, denn dann erst erfolgen die ersten Schüsse im Hafen — ist auch das Steigen des Wassers verhältnismäßig langsam. In dem Momente aber, in dem die Bevölkerung eben gewarnt worden ist, bricht auch die Katastrophe mit aller Macht herein und überrascht die Menschen trotz der Warnung. Die Windgeschwindigkeit wächst ganz allmählich von 30 km an und erreicht im Durchschnitt 41 km pro Stunde. Auffallenderweise tritt das Maximum schon in den letzten 2 Stunden vor dem höchsten Stande ein, so daß während desselben die Windstärke schon wieder abgenommen hat und weiter regelmäßig sinkt. Wenn trotz dieser Abnahme das Wasser doch noch weiter steigt, so geschieht das offenbar infolge der Drehung des Windes. Im Anfang weht der Wind fast rein aus S, geht aber allmählich nach W, und zwar so, daß gerade

¹⁾ bisweilen erreicht es auffallende Werte.

während des höchsten Wasserstandes die Richtung WSW zu W ist. Diese ist offenbar die günstigste Windrichtung, welche es ermöglicht, daß die Wasserhöhe, trotz der Abnahme der Windstärke, noch zunimmt. In den nachfolgenden Stunden weht der Wind noch immer aus demselben Strich, aber die Windstärke hat schon so weit abgenommen, daß das Wasser zu fallen beginnt. Übrigens mag hier z. T. auch die Trägheit der vor dem Winde hergetriebenen Wasserwelle mit von Einfluß sein.“ Der Luftdruck nimmt stufenweise ab, erreicht sein Minimum drei Stunden vor dem höchsten Wasserstand und steigt dann in gleichem Maße. — Wenn man nur die Fälle berücksichtigt, in welchen der Luftdruck schon angefangen hatte zu steigen, bevor das Wasser sein höchstes Niveau erreicht hatte (der häufigste Fall und bei den größten Überschwemmungen immer vorhanden), so findet man zwischen der Zeit des niedrigsten Luftdrucks und derjenigen des höchsten Wasserstands einen Zwischenraum von durchschnittlich 5 Stunden 20 Minuten. Schönrock constatierte, daß gewöhnlich während der höchsten Überschwemmungen, die Luftdruckänderungen am langsamsten erfolgten, daß dagegen die raschen Variationen der Barometersäule nur von verhältnismäßig ungefährlichen Überschwemmungen begleitet waren. Unser Autor bemerkt sehr richtig, daß nicht der Luftdruck die direkte Ursache der Überschwemmungen ist, sondern daß von der Verteilung des Luftdruckes die Windrichtung abhängt, welche letztere die unmittelbare Ursache der Erscheinung darstellt.

Die stürmischen Winde, welche Überschwemmungen erzeugen können, sind diejenigen von SW—WNW, wenn sie lange genug ihre Richtung behalten. Diese Winde begleiten gewöhnlich Cyklonen, welche von W und SW kommend sich nach O oder ONO bewegen und die Stadt St. Petersburg im N passieren. Während der Überschwemmung befindet sich das Minimum im NW, N oder NO von St. Petersburg, aber ein Abhängigkeitsverhältnis

zwischen Minimumlage und Wasserstand konnte nicht deutlich nachgewiesen werden. Es scheint nur, daß die Cyklonen, welche näher an St. Petersburg vorübergehen, keine wichtigen Sturmfluten verursachen. Im Moment, wo ein Minimum den Meridian von St. Petersburg passiert und sich weiter nach O entfernt, steigt das Wasser am höchsten; wann aber das Minimum sich westlich vom betreffenden Meridian befindet, steigt das Wasser nur wenig oder gar nicht.

Die St. Petersburger Sturmfluten zerfallen in zwei Gruppen:

1. Lokale Sturmfluten, durch Winde, welche nur in St. Petersburg und in der Newa-Bucht herrschen, verursacht; sie sind ungefährlich und treiben nach St. Petersburg nur das Wasser der Newa-Bucht und der Umgebung von Kronstadt; der maximale Wasserstand bei der höchsten dieser Art beobachteten betrug 1,71 m (11. VI 1885).

2. Allgemeine Sturmfluten, durch die im westlichen Teile des Finnischen Meerbusens und auf der Ostsee herrschenden Winde verursacht und um so gefährlicher, wenn ähnliche Windverhältnisse auch in St. Petersburg herrschen. „Eine mächtige Wasserwelle von der Breite, mindestens des Meerbusens, gewöhnlich aber bei SW- und WSW-Winden, von noch größerer Breite, da sie dann diagonal verläuft, wird zur Newa getrieben. Hier verengt sich der Meerbusen ganz bedeutend zu der Bucht der Newa, und diese enorme Wassermenge muß hier unwillkürlich an Höhendimensionen stark zunehmen.“ (Schönrock.)

Zwei Beispiele sollen das oben angeführte illustrieren.

Beispiel I. Überschwemmung von lokalem Charakter:
31. August 1890. (Siehe die Tabelle auf S. 121.)

Man ersieht, daß im großen ganzen die Variationen des Wasserstandes denjenigen der Windgeschwindigkeit entsprechen. Das Wasser stieg in Kronstadt in demselben Maße wie in St. Petersburg; aber westlich von Kronstadt

Sturmflut vom 31. August 1890.

Zeit	10h a	11	12	1h p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12h p	1h a	2	3	4	5	6	7	8	9	
Wasserstand (cm)	-3	1	20	49	76	71	63	65	91	127	156	161	142	123	114	124	94	106	88	64	50	48	38	27	27
Windrichtung	16	18	21	20	19	19	20	19	20	21	21	22	22	22	24	24	25	25	25	24	24	24	24	24	24
Windgeschw. (km pro St.)	27	31	35	37	42	41	43	41	39	39	42	44	43	40	38	41	42	40	32	24	24	25	24	22	22

Sturmflut vom 28.—29. August 1890.

Zeit	1h p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12h p	1h a	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Wasserstand (cm)	-10	-18	-27	-36	-40	-22	5	50	106	161	204	252	252	203	148	104	77	75	71	56	49	40	25	11	11
Windrichtung	16	16	16	16	16	17	17	22	20	20	20	20	20	20	16	16	16	16	16	16	16	16	17	18	18
Windgeschw. (km pro St.)	30	33	45	43	37	40	37	47	40	42	38	34	28	30	22	24	23	24	29	25	24	25	25	25	25

blieb der Wasserstand unverändert oder senkte sich sogar. — Das Minimum, welches diese Überschwemmung verursachte, passierte St. Petersburg im W und NW; seine Lage zur Zeit des Hochwassers war $28,4^{\circ}$ östl. L. und $62,3^{\circ}$ nördl. Br.

Beispiel II. Überschwemmung von allgemeinem Charakter: 28. bis 29. August 1890. (Siehe die Tabelle auf S. 121.)

Zwischen 12^{h} p und 1^{h} a erreichte das Wasser die beträchtliche Höhe von 2,59 m über Null. Die Windgeschwindigkeit in St. Petersburg selbst war nicht sehr groß, aber ein rasender Sturm tobte auf dem Finnischen Meerbusen. Während der 5 letzten Stunden vor dem höchsten Wasserstande, stieg das Wasser durchschnittlich um 49 cm in der Stunde, so daß in weniger als 6 Stunden die Höhe von 2,59 m über Null erreicht wurde. — Fast gleichzeitig fanden Ueberschwemmungen in Oranienbaum, Kronstadt, Hangö, Hapsal und sogar Libau statt.

C. Strömungen. ¹⁾

Von der Newamündung geht nach W, in der Mitte der Newabucht eine schwache Strömung deren Geschwindigkeit bei schwachen N-, O- oder S-Winden 0,5 km pro St. beträgt und bei starken O-Winden 2,8 km erreicht. Bei starken W-Winden hört die Strömung fast ganz auf; sie ist längs der Ufer nicht wahrnehmbar. —

Auf den Rheden von Kronstadt besitzt dieselbe Strömung eine Geschwindigkeit von 0,9 bis 2,8 km je nach der Stärke des Ostwinds. Bei starken W-Winden, geht die Strömung nach O, und wenn eine große Wassermasse sich im Endtrichter des Golfes angesammelt hat, kehrt sie in die normale Richtung zurück und erreicht bisweilen auf der kleinen Kronstadter Rhede eine Geschwindigkeit von 5,6 km in der Stunde.

¹⁾ Zusammengestellt nach „Lotzia“ St. Petersburg 1898. Die Beschreibung im Segelhandbuch für die Ostsee, S. 282 u. 308 (Auf. 1892) ist weniger ausführlich.

Zwischen Kronstadt und Seskär hängt die Strömung von den herrschenden Winden ab und erreicht keine bemerkenswerte Geschwindigkeit; bei schwachem Winde ist die Strömung eine westliche und dabei sehr schwach. Sie kommt dann von der Kronstadter-Rhede her, durch die Kronstadter Bucht; am Meridiane von Styrs Udd, wo der Golf sich erweitert, erleidet sie eine Bifurkation: ein Zweig verläuft nach NW in den Björkö-Sund und der andere nach SW in die Koporje-Bucht.

Zwischen Seskär und Hochland ist bei ganz schwachen Winden, eine sehr schwache westliche Strömung bemerkbar. Sonst können dort, bei mehr oder weniger heftigen Winden, Strömungen von 0,9 km bis 2,8 km in der Stunde entstehen.

Die Narwa-Bucht hat keine permanenten Strömungen; aber nach starken Winden können, von der dem Winde entgegengesetzten Richtung kommend, Strömungen mit 2,8 km Geschwindigkeit in der Stunde entstehen.

Von Hochland bis Surop sind auch keine permanenten Strömungen zu verzeichnen, und alles hängt vom Winde ab. Wenn starke SW-Winde eine Zeit lang geweht haben und dann aussetzen, strömt das hinter den Scheeren angestaute Wasser aus diesen wieder heraus und erzeugt so eine SW-Strömung welche 1,9 km in der Stunde erreicht.

Von Surop ab trifft man längs des südlichen Ufers eine permanente, sehr schwache westliche Strömung welche 1,3 km in der Stunde erreicht. Bei starken W-Winden kehrt die Strömung um, kommt von W und erreicht bisweilen 1,9 km Geschwindigkeit. Sie ist besonders in der Meerenge zwischen Kap Spithamn und Odensholm wahrnehmbar. Von da ab geht sie nach WSW, S und SO und dringt in den Moon-Sund ein. —

Nach Ackermann,¹⁾ welcher auf finnländischem Material fußt, wäre im ganzen Finnischen Meerbusen, in der Richtung

¹⁾ Beiträge, zweiter Abdruck, 1891, S. 135.

seiner großen Achse, aber etwas näher an der Finnischen Küste, eine westliche Strömung vorhanden; bei ihrem Ausgang aus dem Golfe würde sie sich Odensholm nähern und dann sich nach Dagerort zu richten, wo eine Bifurkation stattfinden würde: ein Zweig würde sich nach Gothland und der andere längs der Kurländischen Küste nach Rügen wenden. Daß die westliche Strömung eine einheitliche Erscheinung im ganzen Meerbusen darstellt, ist wahrscheinlich. Für die Einzelheiten müssen wir uns jedoch den russischen offiziellen Angaben anschließen.


D. Gezeiten.

Amelung¹⁾ fand in St. Petersburg auf Grund der Aufzeichnungen des Linnigraphen des physikalischen Central-Observatoriums, eine mittlere Sonnenflut von 2 cm, eine mittlere Mondflut von 3 cm, dementsprechend eine Springflut von 5 cm, eine Nipflut von 1 cm und für alle eine Hafenzzeit von etwa 3^h 30^m. Die Declination des Mondes spielt eine so große Rolle, daß zur Zeit der Aequinoctial-Quadraturen zeitweilig Eintagstiden statt der sonst üblichen halbtägigen Tiden auftreten.

¹⁾ Repert. für Met. VIII. 1883. Das Segelhandbuch für die Ostsee, erste Abt., Aufl. 1891, erwähnt noch keine Gezeiten für St. Petersburg.



Thesen.

- I. Der sogen. „Arktische Ozean“ ist als ein Mittelmeer zu betrachten.
 - II. Sämtliche von Parrot angeführte Hypothesen zur Erklärung der Entstehung der Imatrasteine sind zu verwerfen.
 - III. Die herkömmliche Behandlung der alten kosmologischen Systeme ist ungenügend.
- 

Vita.

Ich, Eug. Ferd. Piccard, Schweizer Bürger, bin als Sohn des praktischen Arztes † Dr. Eug. Piccard und seiner Gattin, † Caroline geb. Alléoud, am 10. Mai 1868 in Lausanne geboren. Ich besuchte das dortige „Collège cantonal“, das ich 1884 mit dem Abiturienten-Zeugnis verließ. Ich bezog die Universität Genf und wandte mich dem Studium der Naturwissenschaften zu. In Genf verfaßte ich eine botanische Preisschrift und fungierte als etatsmäßiger Assistent am physiologischen Institut. Im Herbst 1890 begab ich mich nach Rußland und wurde bald Gymnasiallehrer in St. Petersburg. Im Sommersemester 1898 und vom Wintersemester 1900 bis zum Sommersemester 1903 incl. widmete ich mich an der Universität Kiel dem Studium der Geographie, Geologie und Philosophie und genoß den Unterricht folgender Herren Professoren: Biltz, Haas, Krümmel, Lehmann, Lenard, Martius, Weber. Allen meinen hochverehrten Lehrern, insbesondere Herrn Professor Dr. O. Krümmel, spreche ich für die Anregung und Anleitung zu der vorliegenden Arbeit meinen tiefgefühlten Dank aus.
