

## Werk

**Titel:** Aufsätze

**Ort:** Berlin

**Jahr:** 1893

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657\\_1893\\_0028|LOG\\_0009](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1893_0028|LOG_0009)

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

## Seenschwankungen und Strandverschiebungen in Skandinavien.

Von Dr. Robert Sieger in Wien.

### Einleitung.

Die Wasserstands-Veränderungen der Flüsse und Seen, auf welche die Anwohner und Schiffer wegen ihrer praktischen Bedeutung stets ein wachsames Auge hatten, haben es bis in die letzte Zeit doch nur unter besonderen Umständen vermocht, ein allgemeineres wissenschaftliches Interesse zu erregen — und zumeist nicht auf längere Zeit. So zuletzt in den siebziger Jahren dieses Jahrhunderts, als die von Gustav Wex scharfsinnig verfochtene Theorie einer allgemeinen Wasserabnahme in den Kulturländern die Gemüter ängstigte, so in der unmittelbaren Gegenwart im Gefolge der bedeutungsvollen Arbeiten Eduard Brückners und seiner Theorie der „Klimaschwankungen“. In den Zwischenzeiten aber äußerte sich oft genug die Gleichgültigkeit gegenüber hydrogeographischen Erscheinungen, sogar in einer zunehmenden Geringschätzung und Vernachlässigung der Beobachtungen selbst. Es ist daher ein Wort zur rechten Stunde gewesen, als Woeikoff in Petermanns Mitteilungen 1890, 228, den Mahnruf ergehen liefs, es möge die gegenwärtige Strömung zu einer möglichst vollständigen und kritischen Sammlung des hierhergehörigen Materials benutzt werden; — ich möchte hinzufügen: „ehe das frisch erregte Interesse erlahmt und vielleicht manche heute noch leicht zu erlangende Aufzeichnungen in Verlust geraten“. Und zwar erscheint es wünschenswert, die verschiedenen örtlichen und sachlichen Gruppen einer möglichst gesonderten monographischen Betrachtung zu unterziehen, wie es in jüngster Zeit auf verwandtem Gebiet der Gletscherforschung geschah. Stichproben zu Gunsten der Brücknerschen Theorie sind in reicher Menge aus allen Teilen der Erde beigebracht worden; nun handelt es sich darum, von der Übersicht des Beweismaterials zum Studium charakteristischer Einzelfälle oder besser Erscheinungs-

gruppen überzugehen. Gletscher, Flüsse, Flusseen und abfluslose Wasserbecken müssen in verschiedener Weise, mit verschiedener Deutlichkeit die Veränderungen des Klimas widerspiegeln; das einzelne Individuum innerhalb jeder dieser Gruppen zeigt jedoch ebenfalls seine Besonderheiten, seine Abweichungen. Und so ist der Wunsch berechtigt, das Verhalten einheitlicher geographischer Gebiete nicht nach dem einen oder anderen zufälligen Vertreter zu beurteilen, sondern das allgemeine oder, wenn man so will, mittlere Verhalten solcher Bezirke mit demjenigen anderer gleich einheitlicher Gebiete vergleichen zu können.

Diese Erwägung mag es rechtfertigen, daß die vorliegende Arbeit gleich früheren Untersuchungen des Verfassers sich ausschliesslich mit einer örtlichen Gruppe von Binnenseen beschäftigt und selbst die benachbarten Flüsse — als hydrologische Faktoren einer anderen Ordnung, welche gleichsam Maßstäbe mit einer anderen Skala darstellen — aus dem Kreis systematischer Betrachtung ausschließt. Daß hierzu gerade die skandinavischen Seen gewählt wurden, ist in der Bedeutung und Ausdehnung dieser Gewässer allein schon hinreichend begründet. Indes kamen hierbei noch zwei besondere Gründe, ein sachlicher und ein äußerer, in Betracht.

Vor allem tritt hier die Frage entgegen, ob sich nicht Beziehungen zwischen den Wasserstandsverhältnissen jener Seen und der von ihnen gespeisten Meeresräume, vor allem der Ostsee, nachweisen lassen. In der That ist dies versucht worden. Während man die Schwankungen des Wasserstandes innerhalb eines Jahres, welche an diesem fast gezeitenlosen Binnenmeer auftreten, zumeist aus Wind- und Luftdruckverhältnissen herleitet, ist in neuerer Zeit von Forssman die Ansicht ausgesprochen worden, daß vielmehr die Speisung jenes Meeres durch seine Zuflüsse die Jahresperiode seiner Wasserstände in erster Reihe beeinflusse. Brückner hat dann auf dieselbe Weise — also aus klimatischen Schwankungen her — jene Wasserstands-Veränderungen der Ostsee von Jahr zu Jahr erklärt, welche sich der Beobachtung immer schärfer darstellten. Und endlich hat Suefs, auf Ansichten des achtzehnten Jahrhunderts zurückgreifend, auch jene große andauernde Verschiebung der Strandlinie aus gleichen Gesichtspunkten erklärt, die wir gewohnt sind, als „Hebung Schwedens“ zu bezeichnen. Verschiedene Forscher sehen also die Vorgänge an den Gewässern des Festlands teils als bestimmende Ursache, teils wenigstens als Maßstab für alle Arten von Wasserstands-Veränderungen an, die an der Ostsee wahrgenommen werden. Wir werden sehen, daß dieser heute so lebhaft geäußerte Gedanke während der beiden letzten Jahrhunderte mehrfach bereits in bestimmter oder

weniger bestimmter Form zu Tage getreten ist — und zwar sowohl bei solchen Forschern, welche das Land, wie bei solchen, welche das Meer als das Veränderliche und Bewegte ansahen. Ein systematischer und kritischer Vergleich zwischen den Pegelbeobachtungen der Ostsee und jenen der skandinavischen Seen ist aber kaum jemals in erheblichem Umfang versucht worden.

Dennoch — und dies ist der äußere Grund, der zu jenem inneren hinzutretend, mir diese Untersuchung besonders empfahl —, dennoch ist eine solche Vergleichung in ganz ausgedehntem Mafß möglich. Dank ihrer früh erlangten Bedeutung für Handel und Verkehr haben diese Seen das Auge des technischen wie des naturwissenschaftlichen Beobachters bald auf sich gezogen; die Beobachtungsreihen gehen weit zurück und sind im Gegensatz zu manchen gleichzeitigen Aufzeichnungen anderer Länder zumeist von Anfang an mit großer Sorgfalt und Genauigkeit durchgeführt worden. Die bewundernswerte Ausbildung, welche die Technik insbesondere des Wasserbaus in Schweden schon zu Anfang vorigen Jahrhunderts erreicht hatte, traf zusammen mit einem glänzenden Aufschwung der nordischen Naturwissenschaft — und Männer, welche beiden Wissenszweigen nahe standen, haben bereits zu jener Zeit Thatsachen, wie die mehrjährigen Schwankungen der Seen, festgestellt und Versuche ihrer Erklärung unternommen.

Der erste Abschnitt dieser Arbeit stellt sich die Aufgabe, die Entwicklung der immer wieder sich berührenden Probleme „Klimaschwankungen — Seespiegel-Veränderungen — Wasserabnahme auf Festland und Meer“ im skandinavischen Norden von jenen Zeiten her bis auf die Gegenwart zu verfolgen. Er ist das Ergebnis einer eingehenden Beschäftigung mit einem der reizvollsten Kapitel aus der Geschichte der physikalischen Geographie — und möchte, so sehr er auch aus Raumrücksichten zusammengedrängt werden mußte, doch nicht gern als eine bloße kritische Betrachtung der vorhandenen Literatur angesehen sein. Im Gegenteil habe ich versucht, eine historische Aufgabe zu verfolgen und die Entstehung und Entwicklung wissenschaftlicher Gedankenkreise ihren Ursachen und Wirkungen nach darzustellen, ohne das Urteil der Gegenwart über die behaupteten Thatsachen und Gesetze ungehörig in den Vordergrund zu stellen. Wenn eine solche Auffassung der Rechtfertigung bedarf, so mag sie dieselbe in dem Umstand finden, daß in jener ruhigen und abgeschlossenen Entwicklung der nordischen Wissenschaft, die hier geschildert werden soll, wiederholt die ersten Äußerungen von Gedanken allgemeiner Art hervortreten, die zunächst nur in engem Kreis Wurzel zu fassen vermochten, später aber eine hervorragende Rolle in der Geschichte der

Wissenschaft gespielt haben — und dafs für jeden, der sich mit den Problemen dieser Untersuchung beschäftigt, diese Vorgeschichte moderner Anschauungen weit mehr Anregung zu gewähren vermag, als ein nochmaliges Eingehen auf einzelne, seit Jahrzehnten und länger widerlegte und veraltete Argumente.

Der zweite Abschnitt soll das Quellenmaterial in trockener Übersicht vorführen und seinem Wert nach beurteilen: dabei soll insbesondere auch auf solche Behelfe hingewiesen werden, die mir nicht zu Gebote standen, die jedoch einer Weiterführung der Untersuchung von anderer, womöglich skandinavischer Seite dienstbar gemacht werden könnten.

Die Fragen, welche in den drei Hauptabschnitten der Abhandlung auf Grund dieses Quellenmaterials untersucht werden sollen, gliedern sich naturgemäß in die drei Gruppen: Vorgänge innerhalb des einzelnen Jahres (3. Abschnitt), Vorgänge innerhalb mehrjähriger Perioden (4. Abschnitt) und Veränderungen von langer, sogenannter „säkularer“ Dauer, die wir daher als „fortgehende“ gegenüber jenen kürzeren bezeichnen dürfen (5. Abschnitt). Die Fragestellung wird ungefähr folgendermaßen lauten:

1) Zeigen die skandinavischen Binnenseen eine gesetzmäßige Jahresschwankung des Wasserstands — und welches sind die Ursachen derselben?

2) Welche Beziehungen weist die Jahresschwankung der Seen und ihre Ursachen zu dem Wechsel der Wasserstände innerhalb des Jahres an der Ostsee und zu deren Ursachen auf?

3) Zeigt die Jahreskurve der Wasserstände an Seen und Meeresküsten innerhalb der Beobachtungszeit eine unveränderte Gestalt — oder hat sich der Verlauf der Jahresschwankung stetig oder mit einer gewissen Periodizität verändert?

4) Finden sich übereinstimmende Veränderungen des Wasserstandes von Jahr zu Jahr an den Seen und weisen dieselben einen Zusammenhang mit den Schwankungen des Klimas und den von Brückner angenommenen Epochen auf?

5) Zeigen sich ähnliche Schwankungen des Wasserstands an der Ostsee und verlaufen dieselben an den verschiedenen Gestaden derselben übereinstimmend oder entgegengesetzt?

6) Kann man von einer fortdauernden Erniedrigung des Wasserspiegels an den skandinavischen Seen in ähnlicher Weise sprechen wie an der Ostsee — und, wenn dies der Fall, wie groß ist der Betrag dieser Strandverschiebung im Verhältnis zu jenem, der an der Ostsee zu beobachten ist?

7) Gestattet eine nochmalige Erwägung der beobachteten Ver-

schiebungen der Strandlinie an den Küsten Skandinaviens in Zusammenhang mit den aus der Untersuchung der Binnenseen hervorgegangenen Erkenntnissen Rückschlüsse auf die mutmaßlichen Ursachen dieser Strandverschiebung?

Bei aller Zurückhaltung gegenüber so verwickelten Streitfragen nötigt daher der Gang dieser Untersuchung in letzter Linie zu einer Stellungnahme in der Frage, ob Kontinentalbewegung oder Eigenbewegung des Meeres eher als die Ursache der beobachteten Vorgänge in Schweden, Norwegen und Finland anzunehmen ist. Insbesondere wird es sich um die Erörterung der Möglichkeit handeln, daß eine lokale klimatische Veränderung das Sinken der Ostsee herbeiführe.

Soviel über Vorwurf und Anlage dieser Untersuchungen, über welche ich mich zu einem kleinen Teil bereits 1891 ausgesprochen habe<sup>1)</sup>. Es mag hier erwähnt sein, daß den ersten Anstoß zu dieser Arbeit ein zufälliger Vorfall auf einem Ausflug nach dem südlichen Norwegen im Spätsommer 1889 gegeben hat, der mir die Überzeugung verschaffte, daß Pegelbeobachtungen an den skandinavischen Seen in ausreichendem Maße vorhanden sein dürften. Persönliche Nachfrage in den meteorologischen Instituten von Upsala, Stockholm und Kristiania bestätigte diese Vermutung, verschaffte mir jedoch zunächst nur ganz wenig positive Angaben. Es blieb die Aufgabe des folgenden Winters, in den Bibliotheken von Berlin und Wien der einschlägigen Litteratur nachzuforschen, sowie durch eine rege briefliche Verbindung mit skandinavischen Fachmännern mir gedruckte und ungedruckte Materialien zugänglich zu machen. Dank dem großen Entgegenkommen, das mir von allen Seiten bewiesen wurde, konnte ich bereits Anfang Sommers 1890 über eine Anzahl längerer Beobachtungsreihen verfügen, beschloß jedoch eine, im Herbst desselben Jahres ausgeführte Reise nach dem „mittleren“ Schweden, teils um das Beobachtungsmaterial nach bestimmten Richtungen hin zu ergänzen und die erforderliche eigene Anschauung der obwaltenden Verhältnisse zu gewinnen, teils um in der Königlichen Bibliothek zu Stockholm Einsicht in die ältere landeskundliche Litteratur zu nehmen. Die notgedrungenen Schranken, welche mir in Bezug auf Zeit- und Geldaufwand bei dieser Reise gesetzt waren<sup>2)</sup>, erlaubten mir nicht, beiden Aufgaben in

1) Verhandl. d. IX. Dtsch. Geographentag in Wien S. 224—236.

2) Mein Reiseweg war, von kleineren Abstechern abgesehen, der folgende: Kopenhagen — Malmö — Lund — Jönköping — Motala — Stockholm — Dalbyö (zum Besuch Nordenskiölds) — Stockholm — S. Telge — Stockholm — Westerås — Kolbäck (Skandsen) — Örebro — Göteborg — Strömstad (zum Besuch de Geers) — Præste-

vollem Maße gerecht zu werden, und ich mußte mir noch manche Ergänzung auf schriftlichem Wege verschaffen, ohne eine absolute Vollständigkeit der Literaturkenntnis erreichen zu können. Im ganzen Verlauf dieser ziemlich mühseligen Arbeit, wie namentlich auch bei der Reise selbst, ist mir fast ohne jede Ausnahme von Allen, an die ich mich zu wenden hatte, Gelehrten, Technikern, Beamten aller Grade, die bereitwilligste Förderung und Unterstützung erwiesen worden, so daß es mir unmöglich wird, hier aller der Herren namentlich zu gedenken, deren echtnordische Liebenswürdigkeit ich im Verfolg dieser Arbeit in vielen, schätzbaren Winken und direkten Mitteilungen, im persönlichen und schriftlichen Verkehr, in der Besorgung literarischer Hilfsmittel u. s. w., sowie in der Bethätigung herzlicher Gastfreundschaft kennen und schätzen lernte. Besonders hervorzuheben habe ich die Namen der Herren Professoren H. Mohn in Kristiania, H. H. Hildebrandsson in Upsala, Frhr. A. E. Nordenskiöld, Otto Torell, P. K. Rosén, A. G. Nathorst und Ångström, sowie Direktor R. Rubenson in Stockholm, ferner der Herren Oberst Lindgren, Bureauchef im K. Weg- und Wasserbauamt, Bureauchef Major Knös und Kapitän V. E. Lilienberg im Städtischen Baukontor, Kapitän Malmberg, Vorstand des Nautisch-meteorologischen Bureaus, Frhr. Skogman, Direktor der Trollhättakanal-Gesellschaft, Staatsgeologe Frhr. G. de Geer, Lotsenleutnant Strömberg, sämtlich in Stockholm, Kapitän P. Laurell in Örebro, Trafikchef P. Blix und des seither verstorbenen Oberst-Leutnant Zander von der Götakanal-Gesellschaft in Motala, Schulvorsteher Dr. Leonhard Holmström in Åkarp bei Lund, Lektor Dr. Arvid Kempe in Westerås, Kämmerer Allin in Upperud, Ingenieur D. H. Lilliehöök in Säffle, Ingenieur Stafsing in Skandsen, Inspektor Edström in Wenersborg, Ingenieurleutnant H. Nysom und Chefgeologe Dr. H. Reusch in Kristiania, Dr. A. M. Hansen in Næs, Hedemarken, Oberdirektor A. Thesleff und Dozent Dr. R. Hult in Helsingfors.

Der erste Abschnitt verdankt ganz wesentliche Förderung den reichen Schätzen der Kgl. Bibliothek in Berlin. Überdies wurde mir durch gütige Vermittlung der Herrn Prof. Nathorst und Bibliothekar Ahlstrand ermöglicht, noch in Wien Bücher aus dem Besitz der K. Vetenskaps-Akademie (Akademie d. Naturwiss.) in Stockholm zu benutzen. Die Verzögerung im Abschlufs dieser schon 1891 von mir als dem Erscheinen nahe angekündigten Arbeit rührt teils von mannig-

---

bakke — Mellerud — Sunnanå — Köpmannabro — Säffle — Karlstad — Kristinehamn — Mariestad — Skara — Lidköping — Wenersborg — Göteborg — Helsingör — Kopenhagen (Abfahrt von Stettin 18. August, Ankunft in Lübeck 4. Oktober 1890).

fachen Störungen privater Natur, teils auch von dem großen Zuwachs der alten und neuen Literatur her. So machte namentlich das Werk von V. E. Lilienberg „Om strömmarna i Stockholm“ umfassende neue Studien nötig, obwohl mir bereits in Stockholm durch die besondere Liebenswürdigkeit des Herrn Verfassers ein, allerdings flüchtiger, Einblick in das druckfertige Manuskript und die Abschrift mehrerer Tabellen gestattet worden war.

Was die Wiedergabe nordischer Eigennamen betrifft, so wird dieselbe durch die häufige Anwendung des angehängten Artikels (e)n und (e)t erschwert. „Der Mälaren, der Wenern, der Sukkertoppen, das Almarestäket“ ist ein Pleonasmus, den ich zu vermeiden strebte, um die reine Form des Eigennamens festzuhalten. Ich schreibe daher durchweg: der Wener, des Mälär oder Wenern, Mälarens, nie aber der oder des Mälaren. Dagegen „der Mälarsee, der Wettersee“ und „der See Wetter“ „der Fluß Glommen“ (doch: die Indalsel, die Torneå).

Dieser Grundsatz, streng durchgeführt, müßte jedoch dazu führen, auch solche Ortsnamen von dem Artikel zu trennen, in welchen derselbe auch für das Ohr des Einheimischen ein nicht mehr ablösbarer Bestandteil geworden ist. Für die uns als Drammen, Glommen, Øieren, Spirillen bekannten Seen und Flüsse müßte man z. B. sagen: der Dramfluß oder Dramelf, Glommufluß oder Glommelf, Øiersee, Spirillsee — allein im nordischen Sprachgebrauch selbst findet sich nur ausnahmsweise die entsprechende Form Glomelfven, Dramelfven, meines Wissens aber nie ein Øiersjön, Spirillsjön. — Um also nicht unverständlich zu werden, mußte ich solche Namen wie Glommen, Øieren, Spirillen, Krøderen durchaus festhalten, dagegen die Form „der Glomm“ u. s. w. vermeiden<sup>1)</sup>. Ebenso selbstverständlich ist die Vermeidung des Pleonasmus „Torneå Elf, Luleå Elf“ statt Torneå, Luleå oder Torneåelf, Luleelf u. s. w.

Was die angewendeten Abkürzungen bei häufigen Ortsnamen betrifft, so bedeutet S. Söder, Södra u. s. w. (Süd) N. Norr, Norra, Nordre u. s. w. (Nord), W. oder V. Wester, Vester (West), Ö. Öster, Östra u. s. w. (Ost) — ferner St. Stor, Store, Stora u. s. w. (groß) nicht aber „Sanct“, das ausgeschrieben wurde, L. Lille, Lilla u. s. w. (klein). Die in Schweden übliche administrative Einteilung bezeichnen die Worte und Kürzungen län (Provinz, norwegisch Amt, deren mehrere ein Stift bilden), dann

<sup>1)</sup> Dafs Gebrauch oder Nichtgebrauch des Artikels bei Eigennamen von Wichtigkeit sind, zeigt u. a. auch der Unterschied der Namen „Stockholm“ und „Stockholmen“, letzteres eine Schäre (59° 46' n. Br.) — wie bei uns „Reichenau“ (Ort) „die Reichenau“ (Flur oder Insel).

härad oder h:d (Bezirk, auch norwegisch herred, zumeist doch fogderi), endlich socken oder s:n (Plural socknar s:nar — Pfarre = norweg. sogn, doch wird dafür in Norwegen das Wort prestegjæld oder præstegjæld vorgezogen). Von Ortsnamen sind ferner namentlich im Literaturverzeichnis die folgenden zumeist abgekürzt geschrieben: Sthm = Stockholm, Kria = Kristiania, H:fors = Helsingfors (ebenso H:borg), Göteb. = Göteborg, Kjøbnh. oder Kop. = Kjøbenhavn, Kopenhagen, Ups. = Upsala. Was endlich Längen- und Flächenmaße betrifft, so wird der schwedische Fufs (*fot* = 0,2969 m) entweder in 12 Zoll (*tum*) à 12 Linien (*linier*) oder in 10 Zoll à 10 Linien geteilt. Im letzteren Fall heißt er „Decimalfufs“ und seine Unterabteilungen Decimal- oder geometrische Zoll (g. t.); die duodecimalen Zoll hingegen werden als „verktum“ (vt.) bezeichnet. 1 Quartér =  $\frac{1}{2}$  fot. 1 Elle (*aln*) = 2 f. 1 Faden oder Klafter (*famn*) = 6 f. Der norwegische Fufs (*fod* = 0,3138 m) wird nur duodecimal in 12 *tømmer* à 12 *linier* geteilt; seine Vielfachen sind Elle (*alen*) und Faden (*favn*). Die Meile (*mil*) ist in Schweden 10 688 km, in Norwegen 11 295 km. Die schwedische Quadratmeile hat 114 243, die norwegische 127 588 qkm. Soviel zur Kontrolle der Umrechnungen und einzelner Bemerkungen.

### Erster Abschnitt.

Entwicklung der Anschauungen über Strandverschiebungen und Klimaänderungen im skandinavischen Norden.<sup>1)</sup>

Dafs die Grenzen des Festen und Flüssigen auf der Erdoberfläche keine unveränderlichen sind, ist seit dem klassischen Altertum Gelehrten

<sup>1)</sup> Das dieser Arbeit folgende Literaturverzeichnis enthält die vollen Titel aller hier nur in gekürzter Form angeführten Werke und Zeitschriften. Die Geschichte des Streites um die „Wasserabnahme“ haben von sehr verschiedenen Gesichtspunkten aus die folgenden Werke behandelt, deren Literaturangaben die meinigen ergänzen: Georgi, C. Fr. *Historiola controversiae recens motae de antiquitate regni Sueo-Goth.* Ups. 1751 (von mir nicht selbst eingesehen); Ferner, *Praesidiäl* 1765, Schlözer, *Neueste Gesch.* (S. 33 ff., 138 ff., 828 insbes. aber 164 ff.); Catteau-Calleville, I 158—188; v. Hoff, I 401 ff., III 316 ff. (Lit. Verz. I 486 ff.); A. Erdmann, *Handl. N. F.* I 1856 (Beobachtungen); Lyell, *Philos. Transact.* 1835; Suefs, *Antl. d. Erde* II 5 ff., II 508 ff.; Nordenskiöld, *Föredrag etc.* (1888); Holmström, *Abschnitt I und Lit. Verz.*, und für Norwegen Keilhau. Als Fundgrube von Literaturangaben ist überdies E. Ekholm 1766 zu nennen, dessen Zusammenstellung allerdings wegen des vorwaltenden Parteistandpunktes mit einiger Vorsicht benutzt werden muß. Das letzere gilt auch von Browallius' Übersicht der Streitfrage (1756). So weit möglich griff ich auf die Originalquellen zurück.

und Ungelehrten stets bewußt geblieben. Abgesehen von örtlichen Verschiebungen der Küsten durch Anschwemmung und Fortspülung, die man vor allem gewährte, fehlte es auch nicht an Beobachtungen, welche auf gröfsere und länger dauernde Verschiebungen in der Grenzlinie beider Elemente, der sogenannten Strandlinie hinwiesen. Diese Wahrnehmungen gliedern sich für die rückschauende Betrachtung in drei scharf gesonderte Gruppen. Man erkannte auf dem festen Lande Bildungen, die sich nur unter der Annahme verstehen liefsen, dafs sie vor längeren Zeiträumen vom und im Meer abgelagert wurden. Man stellte Veränderungen der Küstenlinie seit dem Beginn geschichtlichen Lebens fest. Man beobachtete endlich solche in der unmittelbaren Gegenwart, innerhalb der kurzen Spanne eines oder weniger Menschenalter. Aber hier, wie auf andern verwandten Gebieten, sonderte erst spät eine umfassendere Kenntnis jene drei Gruppen von Beweismitteln streng von einander ab, die sich nach der modernen Ausdrucksweise als geologische Argumente, als historische (und prähistorische) Rückschlüsse und als unmittelbare (meteorologisch-hydrologische) Beobachtungen der allerjüngsten Vergangenheit darstellen. Es bedurfte hierzu einer gründlichen Kenntnis vom Alter der Erde und den Wechselfällen ihrer Geschichte, des Bewußtseins vor allem, dafs die historische Zeitrechnung innerhalb der geologischen nur eine „neueste Zeit“ bedeutet, die im Verhältnis nicht länger ist, als das was der Historiker so nennt, im Vergleich zu der Gesamtgeschichte des Menschen. Früher, als man der Erde ein Alter von wenig Jahrtausenden zuwies, als beide Zeitrechnungen sozusagen noch parallel liefen, konnte man Vorgänge aus alt und junger Zeit als gleichwertig nebeneinander stellen. Seither aber hat sich das eine Problem in eine Dreiheit gespalten, die zulässigen Argumente haben eine Sonderung erfahren, und ihr Kreis für jedes dieser neuen Probleme hat sich verengert. Die meteorologisch-geographische Forschung wirft nicht mehr die Frage auf, ob sich eine fortgehende Veränderung der Strandlinie oder Schwankungen derselben seit Anbeginn der Welt verfolgen lassen, sondern sie hat blofs zu entscheiden, ob derartige Vorgänge innerhalb der letzten Jahrhunderte vorwalteten. Höchstens noch, dafs sie es versucht, die unmittelbar vorhergehende historische Zeit heranzuziehen; schon die mannigfaltigen Veränderungen, welche man Grund hat während der postglacialen Zeit als Ganzem anzunehmen, fallen in das Arbeitsgebiet des Geologen, selbst wo sie uns auf die Spuren des prähistorischen Menschen führen. Indem wir diese allmähliche Begrenzung und Umgestaltung des Problems verfolgen, werden wir es nicht vermeiden können, Gesichtspunkte mit zu berücksichtigen, die mit den früheren Fassungen desselben eng verbunden waren, während sich in

der Gegenwart ihr Zusammenhang mit der vorschwebenden Frage gelockert hat.

λBeobachtungen jener dreifachen Art sind uns schon aus dem klassischen Altertum bekannt. Aristoteles hatte darüber ein Gesamturteil abgegeben, mit dem man bis tief in die Neuzeit hinein die Sache kurzweg zu erledigen pflegte. „Nicht immer sind dieselben Gegenden wasserreich oder dürre. . . . Meer ist, wo früher Land war, und Land, wo Meer war — und dies scheint sich nach einer gewissen Ordnung und bestimmten Zeitabschnitten zu vollziehen.“ Indem man diese und ähnliche Stellen anderer Autoren<sup>1)</sup> immer wieder anführte, meinte man damit zu erhärten, daß das Meer und das Land in einem nach Ort und Zeit unentschieden hin und her schwankenden Kampf begriffen sei. Diese allgemein verbreitete Anschauung<sup>2)</sup> wurde indes immer mehr durch Beobachtungen erschüttert, die darauf hindeuteten, daß der Verlierende in diesem Kampf allzeit das Meer sei.

Es waren vor allem zwei Erkenntnisse, welche unumgänglich zu der Annahme einer einstigen ausgedehnten Meeresbedeckung zu führen schienen, die sich nach und nach immer mehr verringert habe. Von Fracastoro 1517 zuerst bestimmter ausgesprochen, gelangte die Ansicht von der organischen Natur der Versteinerungen nach hartem Streit zum Sieg. Allerdings spuken die älteren Schlagworte „*lusus naturae*“, „*vis formativa*“, „Steinsaft“, „Experimente der Natur“ noch lange genug in der Literatur, und noch die Ansichten Linnés über geschlechtliche Substanzen im Mineralreich oder die „Panspermie“ Robinets sind Ausläufer jener verlassenen Gedankenkreise. Im allgemeinen aber ist um 1700 die Ansicht, daß die Fossilien

<sup>1)</sup> Meteorolog. I 14, II c. 3 und Ovid, Metam. XV 262 ff. („*Vidi ego, quod fuerat quondam solidissima tellus*“, zumeist bis zu dem Vers: „*Quaeque sitim tolerant, stagnata paludibus hument*“ angeführt.) Die ursächliche Begründung, die bei Aristoteles weiter folgt und wonach Erwärmung und Abkühlung einzelner Teile der Erde mit einander abwechseln, fand wenig Beachtung. Über Strabo vgl. Suefs II 5. Später brachte man auch Stellen klassischer Autoren zu Gunsten einer einseitigen Strandverschiebung vor; am bekanntesten ist das Wort aus Senecas „*Medea*“, das Linné seiner berühmten Rede voranstellt („*Venient annis saecula seris Quibus oceanus vincula rerum Laxet et ingens pateat tellus Tethysque novos detegat orbes Nec sit terris ultima Thule*“). Unbefangene Deutung wird darin freilich eher eine Ahnung künftiger überseeischer Entdeckungen als die Ansicht des schwedischen Gelehrten von der allgemeinen Wasserabnahme suchen.

<sup>2)</sup> Vgl. die Ausführungen über Meeresablagerungen und Meereseingriffe bei Varenius (Geogr. gen., Amst. 1664, S. 304—320), wobei die Frage nach andauernden Verschiebungen des Meeresspiegels nur in einer kurzen Erörterung extremer theoretischer Möglichkeiten berührt wird (319 f.).

Reste wirklicher Lebewesen darstellen, längst durchgedrungen, und die marinen Organismen mußten also notwendig zu Beweisstücken einer früheren Meeresausdehnung werden. Dazu kam die Erkenntnis, daß die geschichteten Ablagerungen als Niederschlag im Wasser entstanden sind — ein Fortschritt, der mit dem Namen des großen Dänen Nic. Steno (1669) verbunden ist.

Es war von großer Bedeutung, daß man in ausgedehnten Landstrichen Europas zunächst fast nur ganz oder beinahe ungestörte horizontale Schichtenfolgen ins Auge faßte und erst spät und widerstrebend die großen Schichtbiegungen und Knickungen zur Kenntnis nahm, die insbesondere in den Faltengebirgen vorwalten. Wie dieser Umstand nach dem Urteil Fr. Hoffmanns für die Ansichten Werners entscheidend war, so war er es bereits vorher für die älteren Neptunisten, wie Maillet und Swedenborg, während die Kenntnis von größeren Faltungs- und Vulkangebieten andere, namentlich in England und in Frankreich, in kataklysmische Phantastereien verlockte. Wenn die skandinavische Naturforschung des vorigen Jahrhunderts als Pflegerin eines streng wissenschaftlichen Neptunismus sich von solchen Extremen freihielt, und wenn ihr daher in der Entwicklungsgeschichte der Wissenschaft ein Ehrenplatz neben jenem wissenschaftlichen Plutonismus gebührt, dessen Entwicklungsstätte Italien seit Steno war, und den der Name L. Moro so glänzend bezeichnet, so dürfen wir die Gunst des erwähnten Umstands nicht außer Acht lassen. Ein Experiment, wodurch Emanuel Swedenborg geneigte Schichtung zu erklären suchte<sup>1)</sup>, zeigt, daß er solche doch nur in sehr bescheidenem Maßstab gekannt hat. Und selbst Erscheinungen, wie die vielgenannte Kinnekulle und ihre Nachbarberge, wo eruptive Gesteine zu Tage treten, konnten für ihn und für spätere einen Beleg der ausgesprochen horizontalen Lagerung der Sedimente abgeben. Lag darin eine Beschränkung des Gesichtskreises, so hatte

---

<sup>1)</sup> Misc. observ. I 22. Er liefs in einem Gefäß mit Wasser, in dem ein Stein lag, so lange Thon sich langsam niederschlagen, bis der Stein verdeckt war. Nachdem die Oberfläche der Sedimente horizontal lag, liefs er das Wasser langsam verdunsten, der Thon zog sich zusammen; aber infolge der geringeren Mächtigkeit der Schichten über dem Stein war dort die Volumverminderung geringer, die Oberfläche des Thones zeigte ein Gefäll von dort nach dem Rande. Man vgl. damit die unbeholfenen Versuche Maillets zur Erklärung der Schichtneigungen, oder etwa die Dissertation eines Schülers von Wallerius, P. Harlin 1761 (De diluvio universali Ups.), der noch alle Störungen der Lagerung auf das gewaltsame Umwühlen durch die Sintflut zurückführt und sich darin mit älteren nordischen (Tilas, Pontoppidan, Wallerius), englischen und deutschen Autoren berührt. An Nachzügeln der „Sintflut“-Theorie fehlt es bis in die Gegenwart herein durchaus nicht.

× sie die wichtige Folge, daß gerade hier in Nordeuropa die Vorstellung von der Allmählichkeit aller natürlichen Entwicklung sich während der Glanzzeit der Kataklysmiker des Westens ungestört erhalten und zum maßgebenden Grundsatz entwickeln konnte.

Es war dieser Grundsatz bald von Einfluß auf die Erklärung der marinen Sedimente und Fossilien selbst, die man zunächst einfach auf Rechnung der biblischen Sintflut, also eines einmaligen, gewaltvollen und vorübergehenden Ereignisses hatte setzen wollen. Zumeist unter Beibehaltung dieses geheiligten Namens, ging man doch bald dazu über, sie vielmehr im Sinn des Fracastoro einer langdauernden und allmählich abnehmenden Meeresbedeckung zuzuschreiben. Dabei ergaben sich allerdings Schwierigkeiten gegenüber dem Wortlaut der Schrift und ihren gewöhnlichen Erklärungen. Sobald man übernatürliche Eingriffe ausschloß, tauchte insbesondere die Frage auf, wohin denn die vorausgesetzten Wassermengen gekommen seien. Nach den Theologen traten in erster Reihe die Astronomen dieser Frage in speculativ theoretischer Weise nahe. Die Vorstellung von der Ewigkeit der Materie klingt trotz kirchlichen Widerspruchs immer von neuem an — die Anschauung von einem gesetzmäßigen Kreislauf in der Natur hat durch Kepler und Newton ganz andere, wirksamere Grundlagen erhalten, als durch die Spekulationen der Cartesianer — kein Wunder, wenn man sich auch eine Art von Kreislauf des Wassers im Kosmos vorstellte. Newton selbst ging hier voran, indem er eine Verminderung des irdischen Wassers annahm, das durch das Wachstum der Pflanzen und andre Umstände „in Erde verwandelt wird.“ Die Erde würde dadurch allmählich austrocknen, wenn ihr nicht durch die Ausdünstungen der Kometen wieder Feuchtigkeit zugeführt würde. Fast genau nach derselben Richtung wurde diese Andeutung weitergebildet in zwei Werken, die sich gegenseitig kaum beeinflussen konnten, dem „Telliamed“ des B. de Maillet (1748 erschienen) und einer Rede des A. Celsius vom Jahr 1744. Die Stellung beider Autoren in der Geschichte der Beobachtungen einer Strandverschiebung soll später erörtert werden. Die allgemeine Erklärung, die Maillet oder auch nur sein Herausgeber Lemascrier<sup>1)</sup> versuchte, gipfelt in der Annahme, daß jeder Planet von ursprünglich feuchtem Zustand durch fortgesetzte Austrocknung und Erwärmung bis zum brennenden Zustand fortschreite, um dann selbständig oder als Teil eines andern Weltkörpers, mit dem sich die ausgebrannte Schlacke vereinigt, wieder neue Feuchtigkeit anzusammeln. Einen

---

<sup>1)</sup> Ich gedenke, dem „Telliamed“ und seiner Entstehungsgeschichte in einem besonderen Aufsatz näher zu treten.

ähnlichen Kreislauf von der „Desiccation“ zur „Conflagration“ und zurück nahm auch Celsius an. Die Abnahme des Wassers erklärte er teils im Sinn Newtons durch den Verbrauch der Organismen und die „Verwandlung in Erde“,<sup>1)</sup> teils dem Zug später zu erörternder Erwägungen folgend, durch Einsickern in unterirdische Hohlräume, wie dies in Schweden U. Hjärne geltend gemacht hatte.

In neuester Zeit (Föredrag vom 26. III. 1888 S. 27 ff.) hat Nordenskiöld einen ähnlichen Kreislauf der Feuchtigkeit im Weltall vertreten. Kosmische Stoffe gasförmigen und flüssigen Aggregatzustandes werden nach ihm der Erde zugeführt, aber auch diese „verliert auf ihrem Weg durch das Sonnensystem beständig etwas von ihrer Masse“ durch Verdunstung in den Weltraum. Es ist Zufall, wenn sich beide Seiten dieser Bilanz das Gleichgewicht halten, Überschufs und Deficit während langer geologischer Zeiträume müssen sich in einem Steigen oder Sinken des Meeres äußern.

Am nächsten schliessen sich diesen Theorien eines kosmischen Kreislaufs des Wassers diejenigen einer „Umsetzung der Meere“ (*déplacement des mers*) an, welche von der Stellung der Erde als Himmelskörper und den möglichen Veränderungen ihrer Gestalt ausgehen. Es sind hier zwei Gruppen von Theorien zu unterscheiden, solche, die Veränderungen in der Abplattung der Erde, und solche, die Verschiebungen in der Lage der Erdaxe und der Ekliptik annehmen. Die erstere Anschauung ist 1719 in origineller Art von E. Swenborg (s. unten) vertreten worden. Er sah in richtiger Weise eine Abplattung an den Polen als Folge der Erdrotation an, dachte sich dieselbe aber noch fortschreitend, wenigstens was die flüssige Erdhülle

---

<sup>1)</sup> Dieser im 18. Jahrhundert allgemein übliche Ausdruck könnte leicht eine falsche, jener Zeit gegenüber unbillige Vorstellung erwecken. Es handelt sich um den Verbrauch der Organismen, Humusbildung, Krystallisation und chemische Umwandlungen aller Art; hierher gehört streng genommen auch die von Trautschold betonte Hydratbildung. Da Wasser und Erde als Elemente galten, konnte man kaum einen andern Ausdruck gebrauchen. Überdies hatte der Ausspruch des Aristoteles und Boyle, die Materie sei ein und dieselbe und alle vier Elemente müßten sich in einander verwandeln lassen, durch viele Experimente eine scheinbare Bestätigung gefunden. Der erste namhafte Kritiker und Gegner dieser irreführenden Experimente war Boerhave, aber noch Le Roy, Lavoisier, Scheele, der Entdecker des ersten wirklichen Elements, de la Follie u. a. hatten in den 60er und 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts ernste Kämpfe mit den Anhängern jener Verwandlung auszufechten, unter welchen hervorragende Namen erscheinen, wie Marggraff, Monnet 1772, Machy 1774 und in Schweden Wallerius (1748 und 1776) und Torbern Bergman (1779). — Zu erwähnen ist hier auch die Ansicht, das beim Festwerden des Erdballs Wasser gebunden werde, der sich Pontoppidan zuneigte.

betrifft, und überdies durch Änderungen in der Rotationsgeschwindigkeit beeinflusst. Daher finde gegenwärtig eine Anhäufung des Wassers um den Äquator, ein Wegströmen von den Polen statt. Die spätere Ansicht, dafs die Abplattung am Äquator zu suchen sei, und andere Umstände liefen seine Lehre keine Wurzeln fassen. Später ist sie indes mehrfach aufgenommen worden, so von de Pauw, Frisi, Belt, Howorth, in Skandinavien von J. N. Ekdahl, und in neuester Zeit hat Suefs ihr hohe Wahrscheinlichkeit zugesprochen.

Die Ansichten über eine „Umsetzung der Meere“, sei es infolge von Veränderungen des Erdschwerpunktes („Gravitationstheorien“, vergl. dardüber v. Hoff I 483, Suefs II 22—36), sei es durch periodische Verschiebungen der Erdaxe, Änderungen der Excentricität u. s. w., haben in der Gegenwart wieder allgemeine Aufmerksamkeit erregt. Auf die Strandverschiebungen, von denen wir hier besonders zu sprechen haben, sind sie wenigstens in älterer Zeit nicht angewendet worden. Es sei daher hier nur im Vorbeigehen auf haltbare und unhaltbare Theorien dieser Art, wie jene von de Brosse, Adhémar, Croll, Wallace, sowie von Schmick und Wex verwiesen.

Neben diesen astronomischen und geophysikalischen Erklärungsversuchen einer Wasserabnahme, wie sie Schichten und Fossilien notwendig machten, sind auch sogenannte „geologische“ zu nennen, die aus rein tellurischen Vorgängen, deren Sitz Erdkruste und Erdinneres sind, ein plötzliches oder langsames Verschwinden des Wassers herleiten. Es sind dies zum großen Teil von den Beobachtungen vollkommen losgelöste Schöpfungsgeschichten oder Schöpfungsräume jener Art, wie sie Lichtenberg verspottete. Wir haben es leicht, auf den Ritt in das romantische Land der Hypothesen, auf eine Erörterung von Centralsonne und Kometen, Zusammenbrüchen einer dünnen Erdkruste, Hervorbrechen von Wind und Wasser aus unterirdischen Höhlen u. s. w. zu verzichten, da all diese scharfsinnigen und phantastischen Grübeleien im neptunistischen Norden keinen Boden zu finden vermochten. Wir müssen hingegen jener geologischen Hypothesen gedenken, die ein langsames, aber beständiges Fortwirken derselben Kräfte von Anbeginn an vertraten, — z. B. Umgestaltungen jener bald Wasser einsaugenden, bald es von sich gebenden Höhlungen und Blasenräume, fortdauernde Einbrüche im Meeresboden, wie sie Chambers (281, 318 ff.) und Suefs annehmen, Erosion des Meeresbodens (Linné, Eusebius Philalethes) u. s. w. — insbesondere derjenigen, welche ihr Urteil über die wirksamen Naturkräfte auf Beobachtungen zu gründen suchten.

λ Die bisherigen Ausführungen, so wenig neues sie enthalten, geben vielleicht doch ein notwendiges Bild davon, in welchen theoretischen Rahmen die Beobachtungen **gegenwärtiger** Strand-

verschiebungen sich einfügen mußten; sie erklären vor allem, weshalb man durchaus und überall das Meer als das Bewegte ansah, weshalb man von vornherein geneigt war, eine Abnahme desselben vorauszusetzen. Die Beobachtungen selbst aber entstanden in mehreren Ländern unabhängig von der Theorie, angeregt von jener unbestimmten, aber hartnäckigen Überzeugung des Volkes, in der sich so oft ein Körnchen wissenschaftlicher Erkenntnis zuerst bemerkbar gemacht hat. In Holland, Italien, Schweden wurden dadurch die Gelehrten auf solche Strandverschiebungen aufmerksam. Während aber in Holland Vorurteil und Beobachtung eine positive Strandverschiebung wahrscheinlich machten, sprach in Schweden schon früh die allgemeine Stimme zu Gunsten einer negativen Veränderung. Die älteste mir bekannte Nachricht darüber findet sich in einer finländischen Postille des Ericus Erics an der Wende des 16. und 17. Jahrhunderts. Seine Schilderung<sup>1)</sup> lautet bestimmt und klar und findet sich bei späteren Autoren fast wortgetreu wieder. Diese ausgesprochene Überzeugung der Küstenbewohner bewirkte, daß man gerade in Schweden und Finland mit der Anstellung systematischer Beobachtungen im einzelnen begann.

Allerdings finden wir jene Überzeugung gebildeter und ungebildeter Kreise und die „Beobachtungen“, die man zu ihren Gunsten vorbringt, von Anfang an stark durchsetzt mit gelehrten Rückschlüssen und Überlieferungen von zweifelhaftem Wert. So hat der Umstand, daß im Altertum Schonen als Insel „Scandia“ erscheint, mißdeutet zu der Ansicht geführt, daß Skandinavien vor Zeiten einst wirklich eine Insel gewesen sei, und diese wurde durch das Ansehen des Olof Rudbeck, der sie in seinen „Atlantica“ vertrat, fast zu einem Glaubensartikel. Ähnliches geheiligtes Ansehen genoß die Sage, daß der heilige Olaf auf einem Raubzug mit seiner Flotte im Mälär eingeschlossen, sich durch einen kühnen Durchstich, den man mit dem Stockholmer „Söderström“ gleichsetzte, befreit habe, und daß dazumal im 11. Jahrhundert der See 16 Fuß höher stand, als seither. In Menge wurden volkstümliche Überlieferungen und gelehrte Rückschlüsse geltend gemacht, die alte Wasserstraßen an heute völlig verlandeten Örtlichkeiten bezeugen sollten; aber nur in wenigen Fällen konnten sie durch die

---

1) Bei Ignatius I 180: „An vielen Stellen hat sich das Wasser gesenkt, daß Schären und Klippen, die früher bedeckt waren und von denen kein Mensch wußte, nun hervorkommen (*synas uppe*) und hoch über dem Wasser stehen; und wo zuvor Wasser war, da sind jetzt Wiesen und Felder; und wo zuvor Wasserfälle (*forsar*) waren, ist es jetzt trocken, und Wasserfälle findet man dort, wo nie zuvor ein Wasserfall war.“

Berufung auf Karten und Urkunden gestützt und Gegenstand ernster historischer Forschung werden.

Zunächst begegnen uns solche Überlieferungen und ebenso die ersten wirklichen Beobachtungen mehr am Ufer der Binnenseen und Flüsse, als an jenem des Meeres. Ekholm (Krit. o. hist. handl. S. 56—71) hat eine Reihe von Zeugnissen für das Sinken des Mälär zusammengestellt, die mit Olof Verelius 1672 beginnen. Dieser selbst und manche seiner Nachfolger suchen freilich blofs zu erhärten, dafs Upsala vormals am See lag oder doch zu Schiffe besser erreichbar war, und berufen sich im übrigen auf den Durchstich des heiligen Olaf. Bei anderen aber wird die Überzeugung bestimmter ausgesprochen, dafs gerade die Beobachtungen der Gegenwart für die Annahme eines solchen Sinkens günstig seien. So weiß Rudbeck 1677 (*Atlantica* 1679 S. 182 ff. n. Ekholm), dafs man vor 40 oder 50 Jahren in Upsala zu Schiff noch weiter gelangen konnte, als derzeit. Er hat dort 14 Jahre lang beobachtet, dafs der Sumpf an der Fyriså, dem Flufs von Upsala, durch den Schlamm des Hochwassers von Jahr zu Jahr um  $\frac{1}{4}$ , bei starker Flut, wie 1677, sogar um  $\frac{1}{2}$  Fufs erhöht werde. Seine Beobachtungen fafst er dahin zusammen, „dafs alle Flüsse, Seen, Sümpfe und Moore alljährlich kleiner werden und abnehmen infolge der jährlich zufließenden Humus- (*svartmylla*) und Schlamm-Mengen“. Das Sinken der Gegenwart ist ihm also blofse Verlandung, jenes der Vorzeit schreibt auch er dem Durchstich des Söderström zu. Ein rezentes Sinken des Mälär hält auch 1693 Vallerius für augenscheinlich. Und etwa 1700 verwirft Törner (Manuskript bei Ekholm 62) die Olafsage und erklärt, der Mälär sei gesunken und sinke noch von Tag zu Tag, weil „alle Buchten sich setzen, nachdem die Quellen und Flüsse aus mannigfachen Ursachen mehr und mehr das Wasser zurückhalten (*spärra*), sowie auch die Seen abnehmen und die Ufer zunehmen“. Hier liegt bereits die Begründung einer Wasserabnahme der Seen aus einer Abnahme der Speisung vor; da wir Törners Stellung zur Quellentheorie nicht kennen, müssen wir aber dahingestellt sein lassen, ob er sich dabei klimatische Ursachen dachte.

Um dieselbe Zeit (1701) verknüpft eine Bemerkung Rudbecks (Ekholm S. 178 ff.) das geologische mit dem historischen Argument. Er sah am Trälings-Wändelsås Uferspuren, die ihm bezeugen, dafs hier das Wasser noch lange nach der Sintflut gestanden habe. Und seine Frage, ob die davorliegende Wiese einmal ein See gewesen sei, ward von den Bauern bejaht. In den folgenden Jahren häufen sich auch die Argumente für eine Strandverschiebung des Meeres, die sich ebenfalls bei Ekholm zusammengestellt finden.

↳ Eben damals ging Urban Hjärne daran, durch einen grofs ange-

legten Fragebogen das Material zu einer „*Physica specialis*“ von Schweden zu sammeln. Die beiden Bände des als „*beswarade flocker*“ bekannten Buches sind kein abgeschlossenes Werk, als Materialsammlung aber auch für unsere Frage überaus verdienstlich. Hjärne berichtet wiederholt von Verlandungs-Erscheinungen der Seen und des Meeres (I 61 ff., 129, II 285 ff.), wobei er mit Recht das „Verwachsen“ durch Pflanzen besonders betont. Diese Erscheinungen zeigen, daß die Erde immermehr „verlande“, d. h. wo zuvor Wasser war, dies von Erde überdeckt oder verdrängt werde. Von einer Wasserabnahme als solcher weiß er nichts; das Meer gewinnt vielmehr auf der einen Seite wieder, was es auf der andern verliert (II 290); auch die Schichtbildung leitet er wesentlich von einer gewaltsamen Sintflut her (II 331 f.). Allein bestimmte Erscheinungen nötigen ihn zu der Annahme einer vertikalen Strandverschiebung der Ostsee: die Klippen „Svenska högar“ sollen einst unter Wasser gelegen haben<sup>1)</sup>, in Öland, Gothland und den Karls-Inseln hat Swanskiöld Strandlinien bis zu 12 und 15 Faden ü. d. M. gesehen. In diesem Zusammenhang bezeugen ihm auch die vorerwähnten Verlandungen, die alten verlassenen Wasserwege und das Verseichten neuer, Schiffsreste und Ankerfunde im Binnenland einen höheren Stand der Ostsee zu früheren Zeiten. Andere Meere scheinen ihm jedoch eher gestiegen zu sein — und er greift daher mit einer scharfsinnigen Annahme zu einer örtlichen Ursache (I 97 ff., II 285): die Ostsee hat ursprünglich nur einen Abfluß durch den Belt gehabt; indem die anderen entstanden und die Wasser (wohl durch Erosion) immer freieren Abfluß gewannen, senkte sich allmählich der Ostseespiegel. Die ursprüngliche Niveaudifferenz zwischen Ostsee und Weltmeer, welche diese Annahme erfordert, erklärt er ausdrücklich durch die zahlreichen Zuflüsse der Ostsee. Dies ist bei aller Vorsicht bestimmt genug ausgesprochen; fraglich bleibt aber vielleicht, ob er die Abnahme für bereits beendet hält oder nicht. Es kommt hier nicht in Betracht, wenn er (II 287) eine Äußerung von E. Brenner ausführt, wonach Seen und Meere in Österbottn vordem und nun stark verlanden, „woraus einige nicht ohne Ursache auf den

<sup>1)</sup> „Gunnilas öra“ oder „Gunnars öör“ lasse ich bei Seite. Nach einem Bericht bei Hjärne I 98 war dies eine Schäre, die damals nur gelegentlich über dem Meer auftauchte und als böses Omen angesehen ward. Pontoppidan (II 403) hielt sie für den Kraken. Holmström 5 bemerkt, er habe sie auf keiner Karte gefunden. Indes hat schon Hjärne später (II 385 ff.) erfahren, daß es sich hierbei lediglich um eine Refraktionserscheinung handle, und Wetterling (Handl. 1788 S. 3 bis 27 s. auch Catteau-Calleville I 137, Etzel 209) erwies Gunnars öör lediglich als Luftspiegelung der „Svenska högar“.

Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdk. Bd. XXVIII.

Gedanken gekommen sind, daß der ganze nördliche Teil der Welt mehr und mehr verlande und das Wasser sich vermindere“. Denn wir wissen, daß dies nicht die Ansicht Hjärnes war. Vermutlich hielt er das Gleichgewicht zwischen Ostsee und Weltmeer bereits für erreicht<sup>1)</sup>.

Ist die spezielle „Ostseesenkung“ das geistige Eigentum Hjärnes, so haben wir Swedenborg als Verfechter der allgemeinen Wasserabnahme in den Polargegenden schon kennen gelernt. Die Hypothese, welche der spätere Mystiker in seiner wissenschaftlichen und technischen Blütezeit 1719 zuerst aussprach, verhinderte ihn nicht, nebenher auch Hjärnes Ansichten subsidiäre Geltung zuzugestehen<sup>2)</sup>. Die einheitliche Deutung, die er dem Phänomen gab, forderte, daß dasselbe quantitativ sich mit der geographischen Breite steigere. Einen Beweis dafür finden wir indes in seinen Arbeiten nicht. Wohl aber ist er der Erste gewesen, der die Frage der Wasserabnahme einer systematischen Bearbeitung unterwarf und das Beobachtungsmaterial zusammenfafste. Ordnen wir seine Beweismittel in Gruppen, so finden wir die folgenden Erscheinungen herangezogen: 1) Spuren einstiger Meereseinwirkung (geologische Argumente): Sedimentgesteine und Schichtung, Strandlinien am Hälle- und Hunneberg, die Sandberge, die er sich im Sinn Maillets und manches Vertreters einer Sintflut als Produkte der Strömungen denkt, deren vorherrschende Nord-Südrichtung er daher als Beweis vorherrschender Ost- und Westwinde ansieht (Misc. obs. I 8 ff.), die unregelmäßige Bodenform (s. ebendort 18), die zu hohen Ufer der Flüsse (Erosion als Folge der Meeresabnahme), die „*svarilera*“, die Rollsteine — Riesentöpfe, geglättete Felsen, erratische Blöcke — Schneckenbänke, Fisch- und Walreste im Binnenland, endlich die Fischfauna der Hochgebirgseen, in denen er Meeresrelikte annimmt, da ihm als Anhänger der Mariotteschen Quellentheorie offenbar die Erklärung hochgelegener Seen und Sümpfe ohne größere überragende Berge Schwierigkeit bereitete; 2) Veränderungen in historischer Zeit: Schiffsreste im Landinneren;

<sup>1)</sup> Hjärne weiß auch von örtlichen Hebungen des Festen (vgl. II 218 Bengtsons Bericht über das „Wachsen“ einzelner Schären bei ungestörtem Meeresniveau und die 16. Frage des II. B.); dabei ist aber stets nur von örtlichen Ursachen, Wasserwirkungen, vulkanischen Vorgängen, unterirdischen Winden, Höhlen und „Gährungen“, Erdbeben u. s. w. die Rede.

<sup>2)</sup> *Miscellanea obs. I 47* stellt er fest, daß nach dem Gefälle der Flüsse zu schließen, das „Deutsche Meer“ bei Göteborg tiefer liege, als die Ostsee. „*unde subsidentia istius maris (Balthici) Boream versus ortum suum ducere potuit etiam a maris illius excursu in mare vicinum, quod aliis discutiendum relinquere velim*“. Vgl. auch seinen Brief Act. Ups. I 196.

3) rezente Abnahme der Ostsee, insbesondere in horizontaler Richtung: Hervortreten von Wiesengründen, zunehmende Entfernung der Hafencstädte vom Meer. Er schätzt die Abnahme auf 4—5 Ellen in 70 Jahren.

Unmittelbare Beobachtungen einer recen ten Strandverschiebung sind bei Hjärne wie bei Swedenborg selten und fast ausschließlich auf die trügerischen horizontalen Verschiebungen beschränkt. Das geologische Argument, das eindrucksvollste von allen, herrscht noch vor. Allmählich aber richtet sich die Aufmerksamkeit der Forscher immer mehr auf die Gegenwart. Es ist Andreas Celsius hier an erster Stelle zu nennen, der, angeregt von Swedenborg, durch zwei Jahrzehnte alle einschlägigen Phänomene verfolgte. Ehe er aber seine Gedanken darüber niederschrieb, hatten verschiedene Gelehrte<sup>1)</sup> ihre Zustimmung zu Swedenborgs oder Hjärnes Ideen ausgesprochen und einzelne Beweisstücke vorgebracht. Das Problem begann Naturforschern wie Historikern gleich wichtig zu werden, als Celsius mit jener Arbeit hervortrat, welche den Sieg der neuen Anschauungen herbeiführen sollte. Im Bunde mit ihm hatte Linné auf seinen schwedischen Reisen Material gesammelt<sup>2)</sup>, und gemeinsam unternahmen es beide hochangesehene Gelehrte, die Ergebnisse der schwedischen Forschungen durch lateinisch gehaltene Reden auch dem Ausland bekannt zu machen. Man hat daher zumeist Swedenborgs Erklärung der Strandverschiebung durch Sinken des Meeres als „Lehre des Celsius und Linné“ bezeichnet, da sie diesen Männern ihre vorübergehende Herrschaft verdankte.

Bei Celsius und selbst bei Linné tritt das geologische Argument gegen das historische und insbesondere gegen das Bestreben

1) Von jenen, die Ekholm (II 178 ff., III 245—253) für die Ostsee und das Botnische Meer als Zeugen anruft, sei hier erwähnt: Olof Celsius 1720: „*descendentibus sensim aquis terra firmiore facta*“; Rydélius 1720; Austrin 1728 „Abnahme des Wassers hier im Norden“; Scarin 1730: „jährliches Zurückweichen des Meerwassers bei Åland“; Bälter 1739: „Sinken in Hudiksvall  $\frac{1}{2}$  Ellen in 50 Jahren“; Hof 1743: „auch an andern Meeren“ (von Hoff citiert ihn als Gegner der Wasserabnahme 1737); Bring 1745: jährliche Abnahme der Ostsee. Von diesen, wie den übrigen bei Ekholm angeführten Autoren scheint der Eine oder Andre die Ansicht einer Abnahme des Wasserstandes nicht ausdrücklich vorgebracht zu haben. Celsius (Handl. 1743) führt Bromell und Stobaeus 1708 als Vorgänger an, die von Verlandungen oder Spuren ehemaliger Meereswirksamkeit berichteten. Holmström nennt ferner für die Zeit bis 1744 J. G. Wallerius (1740) als Anhänger, Rhyzelius und Estlander als Gegner.

2) Celsius Handl. 1743. Linné, Wästg. Resa 41, 63, 70, 114, 158, 163 f., 185, 200. Skånska Resa 5, 85—88, 125, 147, 216 f. (III, 230, 264 Flugsand) Öl. Resa 2, 125, 169, 256 f. Celsius de *mut. rer. cael.* Linnaei de *incr. tell. hab.* Kalm, Wästg. Resa 82, 90, 120, 156 ff. 161, 206 ff., und Handl. 1743 122 ff.

zurück, aus den unmittelbaren Beobachtungen der Gegenwart ein Maß für die Strandverschiebung zu gewinnen. Der Kreis der geologischen Argumente wird kaum mehr erweitert, wenn auch von Linné vertieft und entwickelt. So legt er mehr Gewicht auf die Art der gefundenen Konchylien, berücksichtigt ihre Lebensweise als Flachseebewohner, beachtet die Bodenformen, Flugsand, Strandwälle u. s. w. genauer. Bei Celsius tritt das historische Moment entschiedener in den Vordergrund, die Veränderungen in der Lage von Hafenorten, die Geschichte alter Robbensteine, die Namen, die auf einstige Küstenlage hinweisen u. s. w. Hauptsache ist aber für ihn die Maßbestimmung. In der richtigen Erkenntnis (S. 35), daß die horizontalen Verschiebungen des Strandes zum großen Teil mit Recht auf Verlandungserscheinungen zurückgeführt werden können, ist ihm das Hervortreten von Klippen, Schären, Felsufern über den Meeresspiegel und das Seichterwerden des Wassers der einzige Beweis von durchschlagendem Wert, und das Vertikalmaß der „Wasserabnahme“ der einzige richtige Maßstab derselben. Linné war es bloß gelungen, horizontale Maßangaben festzulegen, sein Schüler P. Kalm (Boh. Resa 206 ff.) hatte in Bohuslän das Seichterwerden des Fahrwassers auf 3 Fuß in einem Menschenleben schätzen können. Celsius war glücklicher. Wenn ihm auch die Kenntnis der ältesten Wassermarke, die an Felsen gesetzt wurde, jener von Raholmen aus dem Jahr 1700 (Holmström S. 74), fehlte, wie sie für uns heute wieder unauffindbar ist, so gelang es ihm doch, aus einigen Robbensteinen den Betrag der Vertikalabnahme mit leidlicher Übereinstimmung zu 41—50 Dezimaltum, im Mittel also 4,5 Fuß im Jahrhundert zu bestimmen. So war das berühmte „Celsianische Maß“ (*Celsiana måttstab*) gewonnen. Die Abweichungen erklärt er aus Ungenauigkeiten der Zeitangabe, Unsicherheit der Mittelwasserbestimmung und, auffällig genug, einem möglicher Weise ungleichmäßigen Sinken des Meeres. Um genauere Messungen der Zukunft zu ermöglichen, bemühte sich Celsius, Wassermarken an anstehenden Felsen ins Leben zu rufen; zunächst aber blieb die 1731 auf seinen Antrieb von Rudman eingehauene Marke von Löfgrundet die einzige. An ihr glaubte 15 Jahre später Dalin die Richtigkeit des Celsianischen Maßes erweisen zu können.

Mit Andr. Celsius beginnt die Messung der Wasserabnahme. Aber noch ein anderes Ergebnis seiner Untersuchungen ist bedeutungsvoll und mehr sein Verdienst. Es ist im Titel seines Aufsatzes ausgesprochen: „Wasserabnahme sowohl in der Ostsee wie im Westmeer“. Indem die Reisen von Celsius 1732 und Kalm 1742, später auch Linné, dieselben Erscheinungen wie an der Ostsee, so auch an der schwedischen Westküste im Kattegat erwiesen, wurde die

lokale, nur für die Ostsee gültige Erklärung Hjärnes hingefällig, und das Phänomen mußte wieder als ein allgemeines betrachtet werden.

Als Ursache der Wasserabnahme nimmt Celsius neben der Verwandlung in Erde im Sinne Newtons ein Einsickern des Wassers in unterirdische Hohlräume an, wie sie Hjärne aus Kirchers Inventar übernommen hatte, und wie sie insbesondere für die Probleme an Binnenseen noch lange ihre Rolle spielten. Seiner astronomischen Ideen ist gedacht worden. Linnés berühmte Rede ist weniger aufschlußreich für die Begründung der Wasserabnahme als für die Folgerungen, die man mit ihr verband. Zwei Punkte sind ihm wichtig, der Nachweis, daß Wasserwirkungen vorliegen, die einer gewaltsamen Erscheinung wie der Sintflut nicht zugeschrieben werden können<sup>1)</sup>, und der Satz, daß die Verbreitung der Organismen von einem gemeinsamen Ausgangspunkt erfolgt sein muß. Diesen letzteren fruchtbaren Gedanken muß ihm die Wasserabnahme teleologisch begründen: zuerst ragte das Paradies allein aus dem Wasser auf, dann, wie Menschen und Tiere sich vermehrten, wich auch das Wasser immer mehr zurück und gab ihrer Ausbreitung Raum. Daß er sich die „Wasserabnahme“ nicht einfach als eine Volumverminderung dachte, zeigt übrigens die Bemerkung, daß der Meeresboden durch das Auswerfen von Erde, Sand und Steinen an den Küsten vertieft werde: „*unde solum latitudine, salum profunditate accrescit*“, wie er (a. a. O. 442 f.) mit einem Wortspiel sagt.

Linné und Celsius brachten die Lehre von der Wasserabnahme wohl für den Augenblick zum Sieg, wenn auch einzelne, später zu nennende Gegner übrig blieben; allein die Folgerungen, die sie und ihre Anhänger aus ihrer wissenschaftlichen Ansicht zogen, erregten einen Widerstand, der um so heftiger werden sollte, als er seinen Ausgangspunkt nicht auf wissenschaftlichem Gebiet fand. Celsius war sich recht gut bewußt (§ 28), daß die Wasserabnahme keineswegs zu allen Zeiten gleichmäÙig erfolgt sein muß; allein er wendete ohne Bedenken seinen „MaÙstab“ auch auf gröÙere Zeiträume an und berechnete so z. B., daß die Ostsee sich in 3 bis 4000 Jahren ganz entleeren müsse. Indem andere diesem Beispiel folgten, gerieten sie in Gegensatz einmal mit dem schwedischen Nationalstolz, dem das in Urzeiten zurückreichende Alter des Volkes und seiner Wohnsitze

<sup>1)</sup> Man vgl. den Ausbruch seines Zornes gegen die Kataklysmiker in den oft citierten Worten (de incr. 442): *Qui haec omnia diluvio adscribit, quod cito ortum cito transit, is profecto peregrinus est in naturae cognitione et ipse caecus aliorum oculis videt, si quid videt.*

Dogma war, andererseits mit dem Autoritätsbewußtsein der schwedischen Hochkirche. Der berühmte Historiker Olof Dalin war es, der (in „Svea Rikes Historie“ 1747) diese doppelte Gefahr gegen sich heraufbeschwor, indem er bei seinem Versuch, die Menge des Fabelhaften und die mythische Chronologie aus der älteren schwedischen Geschichte zu beseitigen, die „Wasserabnahme“ und das „Celsianische Maß“ (das er übrigens auf 4 Fufs abrundete) zu Hilfe rief. In Zeiten jenes „Uraltertums“ (*urålder*), in das die Nation ihre Anfänge zurückführte, wäre Skandinavien noch kein zusammenhängendes Land, sondern höchstens eine Inselgruppe gewesen. Wurde durch diese Folgerung die Lehre von der Wasserabnahme in gewissem Sinn „unpatriotisch“ und erfuhr sie deshalb Anfeindungen, so widersprachen andere Anwendungen des „Celsianischen Maßstabes“ nun vollends der Bibel. Wollte man aus der Höhe der marinen Organismen oder Sedimente die Zeit bestimmen, da sie zur Ablagerung gekommen waren, so ergab sich schon für einen so niedrigen Berg wie die Kinnekulle ein Alter von 21 000 Jahren. Die Welt aber durfte damals nicht über 6000 Jahre alt sein, wenigstens im Norden Europas, wo man sich nicht entschließen konnte, nach Art der Franzosen, etwa Maillets, die biblischen Schöpfungstage als „Zeiträume“ von unbestimmter Länge zu deuten. Ihre gesunde naturwissenschaftliche Vorstellung von langsam und gleichmäfsig wirkenden Kräften mußte den frommen Gelehrten Schwedens diese Schranke doppelt empfindlich machen, und so hatte Linné, was Nordenskiöld mit Recht rühmend hervorhebt, bereits von „unendlichen Zeiträumen“ der Erdgeschichte gesprochen. Unter solchen Umständen sah sich der Priesterstand veranlaßt, auf dem Reichstag von 1747 das „Dalinsche Fundament der Chronologie“ förmlich als „unbewiesen und unzuverlässig“ zu verwerfen, und der Bürgerstand soll geneigt gewesen sein, sich dieser Erklärung anzuschließen.

Damit begann eine heftige und umfangreiche literarische Fehde zwischen Anhängern und Gegnern zunächst der Dalinschen Ansicht, dann aber der „Wasserabnahme“ überhaupt. Die Brandmarkung der erwähnten Lehre vermochte ihre Vertreter, Linné und Dalin allen voran, in der Verteidigung ihrer wissenschaftlichen Überzeugung nicht zu beirren<sup>1)</sup> — und neue Anhänger traten ihnen zur Seite. Wohl aber wurden in den nächsten Jahren die Schriften gegen die Wasser-

---

<sup>1)</sup> Wenn P. Kalm später an den von ihm selbst vertretenen Ansichten Linnés zweifelhaft wurde (s. Browallius 231, Ferner 32), so hatten ihn eigene Beobachtungen dazu veranlaßt, und wenn Bring und Biörner, die nach Ekholm vorher eine Wasserabnahme an einzelnen Orten vertreten hatten, nunmehr gegen Dalin Stellung nahmen, ist auch dies aus sachlichen Gründen zu verstehen.

abnahme zahlreicher und konnten einer besseren Aufnahme ihrer Argumente sicher sein als bisher. Sie rühren zunächst fast ausschließlich von Historikern her, die namentlich die Besiedelungsgeschichte der centralen Landschaften als guten Grund gegen Dalins übertriebene Vorstellungen ins Feld führten. Die Naturforscher halten sich zunächst auf der Seite Linnés, erst allmählich werden auch naturwissenschaftliche Einwände gegen die „Wasserabnahme“ laut<sup>2)</sup>. Das Schlufswort in dieser ersten und heftigsten Phase des Streits, zugleich seine Zusammenfassung freilich von einseitigem Parteistandpunkt, stellt das Buch von Bischof Browallius 1756 dar. Wir wollen jedoch diese weitschweifige Streitschrift nicht überschätzen, weder im guten noch im schlimmen Sinn — und zunächst hervorheben, was auf Grund eigener Beobachtungen skandinavischer Naturforscher und solcher des Auslands gegen die selbst aus Beobachtungen erwachsene Theorie des Celsius eingewendet werden konnte.

Die Streitfrage spaltete sich in diesem Stadium in die beiden Probleme, ob eine Niveauperänderung örtlich an der Ostsee oder in Schweden vorwalte und ob eine allgemeine Wasserabnahme in größeren Gebieten anzunehmen sei. Der Kampf um die allgemeinen Theorien, die zur Erklärung der Beobachtungen aufgestellt worden waren, führte gerade in dieser Zeit des Streites (von Celsius bis Ferner und Runeberg 1765) zu einer so umfassenden Berücksichtigung der ausländischen Literatur, wie niemals vor- oder nachher. Er veranlaßte aber auch schwedische Forscher, auf Auslandsreisen Beobachtungen einschlägiger Art anzustellen und zu sammeln. Für die späteren Zeiten, in welchen das strittige Problem schärfer gefaßt wurde, haben diese ja nur gelegentlich einen gewissen Wert erlangt: mit ihnen auf das engste verbunden ist aber die erste Anregung zum Studium der „Wasserabnahme“ in Norwegen.

Hier hat zuerst P. Kalm, der später auch in Nordamerika ähnliche Studien verfolgte, die Frage nach entsprechenden Vorgängen, wie in Bohuslän, zu beantworten gesucht. Er kam (Handl. 1748, 154) zu dem Schlufs, dafs in Norwegen das Wasser nur wenig abnehme, weniger als an der Ostsee — und wäre wahrscheinlich ohne seine damalige starke Überzeugung von der Wahrheit der Celsianischen Lehre kaum zu diesem Schlufs gekommen, der aufser auf geologischen

---

<sup>2)</sup> Verteidiger der Celsianischen Lehre: Dalin, Vorrede zum 2. Band, Linné, *Skånska Resa*, Wallerius 1748, Chydenius 1749, Härleman 1749, Gifsler (Handl. 1749), Hasselqvist. Gegner: 1) Historiker: Björner 1748, Bring 1749, Wilde 1749, Richardson 1752—1753, Göransson (1747, 1749, 1750). 2) Naturhistoriker: Gadd (bei Browallius 221 ff.), Gadolin (Handl. 1751). Melander (1749). Vgl. Holmström u. v. Hoff.

Argumenten, einem Ankerfund u. s. w., nur auf ganz wenigen und unsicheren Überlieferungen von einem Wachsen gewisser Klippen oder Abnehmen der Bäche beruht. An den meisten Stellen wufste man nur von Anschwemmungen und jenen Niveauschwankungen durch Wind und Gezeiten, die an dem unruhigen Weltmeer schon nach Kalms Erkenntnis die Beobachtung sehr erschwerten. Bald nachher begannen die norwegischen Landschafts-Beschreibungen die Anzeichen einer Strandverschiebung in historischer oder geologischer Zeit ebenso anzumerken und zu verfolgen wie die schwedischen. Auch hier wiegt das Geologische vor, und Keilhaus treffliche Zusammenstellung dieses älteren Materials bietet für die Strandlinien- und Terrassenliteratur, für Niveauveränderung früherer Zeiten entschieden mehr Stoff als für das Problem im Gang befindlicher Veränderungen. Die meisten jener Autoren, Pontoppidan 1751 (I 72, 92 ff. u. ö.), Jessen 1763 (Norges Beskr. 568—573 bei Keilhau 117 ff.), Schöning 1771 und die Mehrzahl der späteren bestritten aber eine Abnahme des Meeres in Norwegen. Jessens Erklärungen decken sich mit jenen der schwedischen Gegner des Celsius — und er gebraucht eine Wendung, die man als erstes Aufzucken der späteren Idee einer Landhebung ansah, und auf die ich daher in anderem Zusammenhang zurückkomme. Wir werden der Schwierigkeiten, welche einer Messung der Strandverschiebung gerade in Norwegen sich entgegenstellten und der späteren Reisen in diesem Land des öfteren zu gedenken haben. Vorläufig konnte es kein entscheidendes Argument für die schwedische Streitfrage liefern.

Auch von anderen Küsten suchten schwedische Reisende Beweise für und wider die „Wasserabnahme“ heimzubringen. So schreibt noch 1749 Kalm, er hätte in Nordamerika (Handl. 1749, 73) neben geologischen Spuren einstiger Meeresbedeckung „hinreichende Gründe dafür gefunden, daß das Wasser von Jahr zu Jahr abnimmt“; später trat er freilich der Streitfrage gegenüber zurückhaltender auf. So bringen später Hasselqvist aus Smyrna, Ferner namentlich aus Italien, Björklund aus Rußland (Handl. 1773, 207 ff.) Beobachtungen und Argumente mit. In ausgedehnterem Maße aber wurde die fremde Literatur namentlich von den Gegnern der allgemeinen Wasserabnahme herangezogen. Neben gewissen Örtlichkeiten anderer Länder, wie der für die Konstanz des Wasserspiegels immer wieder angerufenen St. Mary Well in Carnarvonshire, Wales, begegnen uns namentlich oft die Beobachtungen der Holländer und der Italiener, sowie solche von anderen Mittelmeerküsten, wie sie damals im „Telliamed“ in reicher Fülle vorgelegt wurden. Dies Werk, 1748 zuerst erschienen, beruhte in seinem Kern auf Beobachtungen, welche de Maillet an der Wende des Jahrhunderts in Ägypten, aber auch an anderen Küsten des Mittelmeers

angestellt hatte. Die daraus hervorgegangene Überzeugung einer allgemeinen Wasserabnahme suchte er und sein Herausgeber durch eine Unmasse von Citaten und durch kühne Phantasiespiele zu begründen, die das Buch zu einem um so vorzüglicheren Agitationsmittel gegen die Wasserabnahme machten, je weniger Verständnis man den gesunden naturwissenschaftlichen Grundgedanken des angeblichen „indischen Philosophen“ entgegenbrachte. Auch Maillet hatte ein Vertikalmaß der Wasserabnahme zu bestimmen gesucht, das aber naturgemäß viel kleiner und daher noch verwerflicher erschien, als das des Celsius. Da Maillets Beobachtungen zum großen Teil wegen der Örtlichkeit schwer zu prüfen waren, wurde der Kampf gegen diesen „Atheisten“ wesentlich mit allgemeinen Erwägungen geführt.

Um eine Kritik der Beobachtungen im einzelnen handelte es sich dagegen, wenn man die Holländer und die Italiener heranzog. Es ist nicht schwer zu verstehen, daß in Holland die Ansicht von einem Steigen des Meeres guten Boden fand. Etwa um 1730 suchte man sie durch Beobachtungen zu stützen und ein Maß für sie zu gewinnen. Hartsoeker stellte fest, daß die Schutzdeiche von Zeit zu Zeit erhöht werden mußten, und bestimmte den Betrag des Ansteigens dadurch, daß er die Sedimentmassen berechnete, deren Ablagerung im Meer er als Ursache seines Steigens ansah. Er kommt zu dem Betrag von 1 Fuß im Jahrhundert. Anderweitige Arbeiten der Holländer wurden in der skandinavischen Streitfrage kaum herbeigezogen. Dieselben standen zum großen Teil auf einem anderen Standpunkt; so erklärte l'Épée (bei König, Moor und Torf 274 f.) die Senkungen in den Poldern aus dem Zusammensinken der austrocknenden Alluvionen, und der berühmte Lulofs (Harlemer gelehrte Nachrichten, citirt Sw. Mercur I 145 f. 1755/6) kam zu dem Schlufs, daß die Nordsee zwar höher stehe als vor 300 Jahren, aber zwischen 1662 und 1741 vielmehr gesunken sei<sup>1</sup>). In Italien war es eine Streitfrage, ob Sinken oder Steigen des Meeres, namentlich der Adria, vorliege oder blofs lokale Verlandungen und Setzungen des weichen Bodens. In Skandinavien zog man für die erstere Annahme insbesondere Manfredi heran, der auf Grund seiner und Zandrini's Beobachtungen in Venedig und Ravenna 1731 ein Steigen des Meeres infolge der Sedimentation um 5 Zoll in 348 Jahren annahm, während z. B. Donati 1750 im Sinn des Aristoteles und Buffon blofs lokale Fortschritte und Verluste des Meeres annahm. Spätere Autoren, wie Frisi (1782),

---

<sup>1</sup>) In der Gegenwart nimmt Langeraad (Z. f. wiss. Geogr. VII 272 ff. 1888) ein Steigen des Meeres infolge der Sedimentation (Ausfüllung, Verdrängen der Flutwelle in engen Gewässern, Attraktion) an, das er im Maximum auf 2,85 m seit 850 bewertet.

Grimaldi, Fortis, Scopoli wurden blofs von den deutschen Geschichtsschreibern des Problems, so von Hoff und Gehler-Muncke (s. v. Meer) berücksichtigt.

Das Gesamtergebnis, das aus der Verwertung der ausländischen Literatur sich ableiten liefs, war namentlich anfangs, so lange Manfredi und Hartsoeker als klassische Zeugen kritiklos angeführt wurden, einer Verallgemeinerung des in Skandinavien beobachteten Phänomens abträglich. Man hätte also Grund gehabt, zu der Auffassung der „Wasserabnahme“ als spezifischen Phänomens der Ostsee zurückzukehren. Ausdrücklich geschah dies zwar erst 1792 durch Nordenankar<sup>1)</sup>; indes richtete sich schon früher und insbesondere nach Ferners Kritik der fremden Zeugnisse die Aufmerksamkeit immer ausschliesslicher wieder auf die naheliegenden und genau beobachteten heimischen Phänomene. Die Frage der Niveauveränderung an den schwedischen Küsten blieb ja doch immer der Kern der Streitfrage. Die Anhänger des Celsius erhofften hier mit Recht die Entscheidung von neuen Felsmarken, deren ältere zumeist bald nach 1740 und vor 1770 angebracht wurden. Solange von denselben noch keine sicheren Ergebnisse zu erwarten waren, handelte es sich für die Gegner der Wasserabnahme darum, einerseits für jede einzelne der vorgebrachten Thatsachen eine andre Erklärung zu finden, anderseits Thatsachen geltend zu machen, die einer Wasserabnahme unmittelbar widersprachen. Unter der Fülle der Argumente in ersterer Beziehung spielt die „Verlandung“ die Hauptrolle. Hatte dies „neumodische Wort“<sup>2)</sup> zunächst horizontale Verschiebungen der Küstenlinie im allgemeinen bezeichnet, so verband sich nunmehr damit der Sinn jeder Art von Sedimentanhäufung, sei es durch Anspülung, Überwachsen und Versumpfung, Abrutschung oder Unterwühlung der Ufer. Schon Browallius kann daher von einer förmlichen „Verlandungs-Hypothese“ reden, die besonders an den Binnenseen sich immer mehr zur Geltung brachte. Der Bischof selbst tritt

1) Zur Übersetzung Ferners bemerkte (Roziers Introd. I 96 ff.) Kapitän R . . . , dafs die Ostsee mit ihrer reichen Wasserzufuhr und grofsen Sedimentation für die Verhältnisse des offenen Meeres nicht maßgebend sei.

2) So nennt das Wort „*uplandning*“ noch Björklund, Handl. 1773, 208 und Fischerström (1785) S. 328 sogar im Gegensatz zu dem „guten schwedischen Wort“ *vattensflyttning*. Indes gebraucht schon Hjärne I 100, II 287 Wendungen wie „*sig ländat hafva*“ und „*upländes*“ in demselben Sinn wie *igenvalla* oder auch *tillväxa*. Gadd bei Ekholm 185 spricht von *strandernes landande*, Kalm ebendort von *tillandningar*, welches Wort für horizontalen Landzuwachs durchaus üblich ist. *Uplandning* mit der darin liegenden Anspielung auf vertikale Anhäufung findet sich bei Browallius (z. B. S. 96), Ferner (S. 10 u. ö.) und anderen.

auch ihr entgegen, da ihm Landverlust und Landgewinn<sup>1)</sup> nur lokale Erscheinungen sind, die sich im Gleichgewicht halten müssen. Die Gegenbeweise, welche den Betrag der Wasserabnahme auf Null reduzieren oder doch sehr herabsetzen sollten, sind zum Teil noch heute von Belang. Sie beruhen zunächst auf alten Bäumen, die in der Nähe der Küste stehen. So fand Gadd (bei Browallius und Ferner) in Finland solche bis zu einem Alter von 364 Jahren (nach den Jahresringen), die im Wasser gewachsen sein müßten, wenn die Strandverschiebung mehr als 1 Elle in 900 Jahren betrüge. Derselbe nennt Binnenseen hart am Ufer, die doch nicht als Meeresreste gelten könnten. Andre richteten ihre Aufmerksamkeit auf alte Gebäude, besonders Schlösser und Kirchen (Browallius) oder seit alter Zeit bezeugte Klippen (Glumsten nach Richardsson bei Holmström 39), die doch nur wenig über dem Strande liegen. Besonders hervorzuheben ist hier Gadolins genaue Vermessung des Schlosses von Åbo, das 500 Jahre alt war und doch nur 17,6 Fot über dem Meer lag, während das Celsianische Maß 22,5 Fot verlangen würde. Auch das neue Schloß, 190 Jahre alt, lag nur 4,3 F. über dem Meer. Höhenbestimmungen dieser Art waren geeignet, Ergänzungen zu den Felsmarken zu liefern. Anderseits schloß man an einigen Orten aus unterseeischen Baumwurzeln (Thunberg Handl. 1764, 246 f. für Carlsrona) oder der Beschaffenheit der Häfen und einem zunehmenden Verschwinden der Bänke vor denselben (Wilcke 1770, Lagerbring b. Hoff. I 74 und bei Catteau-Calleville, z. T. schon Hårleman 1749 für Landsrona) sogar auf ein Steigen des Meeres an den betreffenden Örtlichkeiten. Gegen die Felsmarken selbst machte Bring geltend, daß dieselben möglicherweise auf lockeren Felsblöcken lägen, ein Gesichtspunkt, den später Bedemar und Hoff ins Absurde übertrieben. Die Folge solcher Einwände — und insbesondere des Nachweises, den später Runeberg (Handl. 1765 § 19 ff.) für die hebende Kraft des Eises an losen Felsblöcken erbrachte — war indes eine erhöhte Sorgfalt bei der Anbringung neuer Wasserzeichen. Überhaupt suchten die Männer, welche das Problem vor allem durch Beobachtung zu lösen strebten, immer ängstlicher alle Fehlerquellen auszuschließen. Eine der schlimmsten lag in der Bestimmung des Mittelwassers nach Hörensagen; wir hören aber schon in jener Zeit von einem Beispiel außerordentlicher Sorgfalt, indem Wijkström in

---

<sup>1)</sup> Günther hat jüngst (Ausland 1892 S. 736) diese Ausdrücke statt „positiver und negativer Strandverschiebung“ vorgeschlagen. Doch scheint mir, daß sie ohne weiteren Beisatz nur auf Küstenveränderungen in horizontaler Richtung sich anwenden lassen — also *tillandning* und nicht *uplandning* (und den Gegensatz) bezeichnen.

Kalmar 5 Jahre lang beobachtete, um der später so berühmt gewordenen „Skallö-Märke“ das richtige Mittelwasser zu Grunde zu legen. (Handl. 1760 S. 74.) Bald nachher fällt auch in Norwegen, wo die Natur selbst in den Strandlinien Wassermarken zu liefern schien, der erste Versuch künstlicher Wasserstandzeichen, die leider bald zerstört wurden, durch den Österreicher Hell bei Vardö 1768/9. (Keilhau 243 f.)

So war das Endergebnis des Streites, dessen Ausläufer bis in die 70er Jahre hineinreichen, eine Sichtung der Argumente. Die Stützen für eine allgemeine Wasserabnahme oder auch nur eine boreale wurden unverlässlich. Aber auch in der Diskussion der schwedischen Strandverschiebung treten die Beweise aus geologischer Vorzeit gegen die unmittelbaren recenten Beobachtungen zurück — und Dank der „Verlandungs-Hypothese“ gewinnt auch bei diesen die Vertikalverschiebung im Sinn des Celsius als das sicherste und unanfechtbare Argument den Vorsprung vor dem horizontalen Zurückweichen der Uferlinie. Endlich wird mit größerer Sorgfalt auf die Beseitigung aller mitspielenden Fehlerquellen hingearbeitet. Das Verdienst, die Celsianischen Grundsätze der Beobachtung in ihrer Reinheit erhalten und weiterentwickelt zu haben, gebührt zum großen Teil dem leidenschaftlichen Gegner des Celsius, dem schon genannten Bischof Browallius, indem er alle möglichen und unmöglichen Gegengründe sammelte und zur Erörterung brachte. Sein Buch bildet einen vorläufigen Abschluss des Streits, indem es die Ansicht von der Konstanz des Meeresniveaus zur herrschenden machte<sup>1)</sup>. Und das hohe Ansehen, das es genoss, war kein unverdientes; trotz der Heftigkeit und Befangenheit in Vorurteilen, die zum Teil die Ironie herausfordern und auch herausgefordert haben<sup>2)</sup>, enthält es manches Richtige und Gesunde. In seinem Skepticismus gegenüber der Verwandlung von Wasser in Erde, in seiner Betonung des Einflusses, den langjährige Schwankungen des Wasserstandes haben können, überhaupt in der eindringlichen Mahnung, den Wechsel des Wasserstandes innerhalb verschiedener Perioden nie außer Acht

1) Ferner sagt S. 38: „Neun Jahre nach Browallius ist keine Gegenschrift gegen ihn in Schweden erschienen, wo doch die Wasserminderungslehre ihre meisten Anhänger hatte“ — wenn man von einem bedingten Einwurfe Nordenskiölds in einer Rede von 1758 absehe. (Präsiidial, abgedruckt Sw. Merc. 1759, 135 ff.)

2) Da der Bischof auch auf die Widerlegung „aus der Schrift“ viel Gewicht legt, hat sich der deutsche Historiker Schlözer (ein Mann, der sich große Verdienste um die Verbreitung skandinavischer Forschungsarbeit in Deutschland erworben hat) den Scherz erlaubt, Moses als Verfechter der so hart verurteilten Lehre zu erweisen, was ihm freilich heftige Angriffe von Seiten des jüngeren Browallius zuzog. (Der Bischof selbst war vor dem Erscheinen seines Werkes gestorben.)

zu lassen (S. 78, 90 f.) und in so mancher anderen Bemerkung bekundet er einen richtigen Blick.

Das Werk des Browallius bewirkte eine Pause in der Polemik, nicht eigentlich aber einen Abschnitt in der Entwicklung des Problems. Denn es war mehr eine Waffenruhe, während deren die Sichtung der Argumente fortschritt und die Beobachtungen sich vermehrten. Einen Abschnitt von wirklicher Bedeutung bildet erst das Jahr 1765 durch das Auftreten von E. O. Runeberg und Bengt Ferner. Damals treten zuerst wieder ruhig denkende Naturforscher mit voller Sachlichkeit an die Streitfrage heran: sie stehen aber auf der Seite der Gegner des Celsius. Auf derselben Seite finden wir die Mehrheit der Akademie<sup>1)</sup>: ein Aufsatz von C. F. Nordenskiöld (1765), der für die Wasserabnahme eintritt, bleibt jahrelang ungedruckt in ihren Archiven liegen. Als er endlich 1769 erscheint, ist er von einer beinahe entschuldigenden Bemerkung begleitet und eine Erwiderung Runebergs folgt auf dem Fuße. Gleichzeitig tritt auch der Historiker E. Ekholm (1766) mit einer umfassenden Sammlung von Belegstellen für die Wasserabnahme ein. Hervorzuheben ist aus diesen lebhaften, fast heftigen Schriften der Hinweis Nordenskiölds auf die Sedimentation, welche das Meer im Sinne des Manfredi und Hartsoeker zum Steigen bringen müßte, wenn keine Wasserabnahme statthätte, und die Andeutung einer fortschreitenden Bindung des Wassers durch Vermehrung der Eismassen, eine Idee, mit der sich übrigens schon Browallius beschäftigt hatte.

Runebergs Arbeit von 1765 und ihre Verteidigung gegen Nordenskiöld 1769 gehören zu den hervorragendsten, die in der Entwicklung der Strandverschiebungs-Frage zu nennen sind. Sein Augenmerk richtet sich darauf, die Kräfte genauer zu verfolgen, welche die Oberfläche des festen Landes umgestalten, und die ihm geeignet erscheinen, eine Strandverschiebung zu erklären. Durch ihre Betrachtung im einzelnen will er die Widersprüche lösen, die zwischen den beiderseitigen Beobachtungen vorwalten. So berücksichtigt er die Einflüsse der Verwitterung, des Wassers — über Auslaugung und Spaltenfrost ist er sich ebenso klar, wie über das Endziel der Erosion und Denudation, Berg und Thal einzuebnen — er erörtert ausführlich die Art und Weise, wie in höheren Breiten das Küsteneis scheinbare Strandlinien erzeugen kann, und kommt hierbei den neuesten Ansichten Sandler's über die Thätigkeit des „Eisfußes“ nahe<sup>2)</sup> — er weiß vom Heben und Ver-

<sup>1)</sup> Vgl. Ferner S. 5: „bei den auswärtigen Gelehrten besteht das unrichtige Vorurteil, daß die Akademie diese Hypothese zu der ihrigen gemacht habe.“

<sup>2)</sup> Handl. 1765 S. 97: Wenn das Meer gefroren ist, so verbindet es sich mit dem Erd frost (*kälän*) oder dem am Strand eingesogenen (*indruckne*) Wasser zu einem einzigen Körper. Hebt nun im Winter eine Flut das Eis im äußeren Teil

frachten eingefrorener Blöcke mit dem Eis (1765 S. 100—105) — er entwickelt bei aller Unvollkommenheit fesselnde Gedanken über Ausflachen und Ausgleiten weicher Schichten unter dem Druck schwerer Sedimente oder Bauwerke und über eine Art Faltung (des Sandes!) bei Verkürzung der Basis (1765 § 10). Wo seine eigenen Beobachtungen aufhören, findet sich dagegen manches Absonderliche, so in Bezug auf Fossilien, Schichten, die Entstehung von Rollsteinen und Riesentöpfen durch Verwitterung, anstatt wie man damals meinte, durch Wasser.

Eine unter den angerufenen Erscheinungen ist nun von besonderer Bedeutung geworden. Runeberg spricht es klar aus (1765, 84), daß „die Berge es sind, die sich heben und senken“ oder wie er später (1769, 196 f.) sagt, „daß die Erdoberfläche (*jordbrynen*) stückweis fällt und steigt und so Gründe für die Wasserabnahme und die Wasserzunahme gleichzeitig liefert“. Von dem Gedankengang des Steno und Moro unterscheidet sich der seinige wesentlich durch die Hervorhebung der Allmählichkeit und Langsamkeit des ganzen für größere Gebiete gleichartigen Vorganges; er steht dem jüngeren Begriff einer „Kontinentalbewegung“ näher. Runeberg ging von der Beobachtung aus, und der Grundsatz, daß „die Natur sich in großem und kleinem in ihren Mitteln gleichbleibt“, war auch ihm ein sicherer Führer. (1769, 184). Zwei Gedankenrichtungen namentlich kreuzen sich in seinem Ergebnis. Einerseits ging er aus von Klüften und Sprüngen der Bergwerke und von Verwerfungen: sie zeigen nach ihm, daß entweder ein Berg seine Stütze „an einem der beiden Enden“ verlor und so infolge seines Gewichtes brach, oder daß er von einer unterirdischen Kraft gehoben wurde. Diesen Vorgang denkt er sich ins Große übertragen (1765, 84 f.). Der andre Gedankenkreis sei mit seinen Worten (1769, 179) wiedergegeben: „Ein Erdbeben, das sich einige hundert Meilen weit erstreckt, wird von dem festesten Berge nicht gehindert und läßt seine Spuren in Hebung und Senkung und Verschiebung (*skufning*) an den Seiten zurück. Dieselbe Kraft, wenn sie allmählich wirkt, hebt einen Berg langsam aus dem Wasser und

---

der Bucht 1—1½ Fuß über das Eis am Strande, so wird dieselbe große Kraft, die das Eis so biegt, auch dazu verwendet, den gefrorenen Strand soweit aufzuheben, als der Frost in denselben eingedrungen ist (*nedskuttit*) und bis zu jener Höhe, welche das Eis an seiner meistgehobenen Stelle („höchsten Kuppe“) einnimmt. Unter die so gehobene Kruste läßt Runeberg nun auch Einschwemmungen und Ablagerungen erfolgen, die den Strand scheinbar verändern. (Vgl. auch Bergman, dtsh. Ausg. 2. Aufl. II 206). An Binnenseen denkt er sich (S. 99 f.) ähnliche Wirkungen durch das Zufliessen von Schmelz- oder Oberflächenwasser vermöge Spalten im Eise oder Zufuhr unter dem Eis. — 1769 S. 186 ff. auch ähnliche Vorgänge durch Wind vom Meer her.

taucht den andern ebenso langsam darunter, ohne dafs wir eine Verückung merken“. So wird das Festland bald mehr aus der Sphäroidfläche herausgepreßt, bald weniger — „wir haben keinen Fixpunkt, von dem aus wir die absolute oder periodische Annäherung des Wasserspiegels an den Erdmittelpunkt messen könnten, sondern die Erdoberfläche ist veränderlich“ (1765 § 9).

Dafs das feste Land oder einzelne Klippen sich selbständig über das Meer heben könnten, war schon vor den zwölf Jahre fortgesetzten Untersuchungen Runebergs gelegentlich angedeutet worden. Lokale Verschiebungen, die auf Kräfte des Erdinnern zurückgehen, kennt schon Hjärne, und mancher strenge Neptunist räumt sie ohne weiteres ein (z. B. Cronstedt Handl. 1763, 284 ff.); man dachte sie aber örtlich beschränkt und rasch vorübergehend. Begegnen wir allgemeineren Wendungen, wie Bengtson an Hjärne (II 218) schrieb oder Holmsten dem P. Kalm erzählte (Wästg. R. 206 f.), dafs „nach Einiger Ansicht Boden und Klippen des Meeres wüchsen und höher würden, ohne dafs sich das Meeresniveau verändere“; so scheint hier das Wort „Wachsen“ im wörtlichen Sinne einer Materialvermehrung gemeint. Dies zeigen die ähnlichen Berichte („gro, växsa, skjuta up“) norwegischer Lotsen bei Kalm (Handl. 1748, 152 f., vgl. noch Bruncrona 22). Hingegen dachte Jessen 1763 (b. Keilhau 117 ff.) an eine dem Erdbeben verwandte Erscheinung. Nach ihm kann das Land steigen („give sig iveiret“) je nach den örtlichen Verhältnissen 1) durch Wachsen der Steine, 2) durch Aufschwemmung 3) dadurch, „dafs es infolge solcher Wirkungen, wobei Erdbeben eine Hauptrolle spielen, gehoben werden kann (kan løftes iveiret)“. Ein andermal, anlässlich einer Erdbebengegend (Egersund), heifst es: „wenn auch nicht gleich nach dem Erdbeben Veränderungen wahrgenommen werden, so könnte dadurch doch andern Ursachen das Eingreifen erleichtert werden“. Bei Jessen handelt es sich somit wohl um Folgen der Erdbewegung selbst, Lockerung des Zusammenhangs u.s.w., bei Runeberg um die langsamen Wirkungen derselben Kraft, deren heftigstes Walten Erdbeben hervorruft. Darin liegt ein Unterschied.

Runebergs Ansicht blieb ohne Einfluß auf die Zeitgenossen, die seine Untersuchung der Eiswirkungen weit mehr fesselte. Der Einzige, der mit ihm in der Annahme einer Hebung des festen Landes übereinstimmt, ist Bengt Ferner in seiner Rede von 1765. Seine Grundlage sind weniger genaue Beobachtungen, hingegen ist der Begriff einer Kontinental-Bewegung bei ihm bestimmter gefafst. Ferner, der die bisherige Entwicklung des Problems zusammenfassend erörterte, begrenzt die Streitfrage ausdrücklich dahin, dafs es sich nur um die Jetztzeit und nicht um alle Vorzeit, nur um die Wasserhöhe und

nicht um die Wassermenge handle (S. 29)<sup>1)</sup>. Er hat auf mehrfachen Reisen in Europa das Problem einer allgemeinen Wasserabnahme an der Lage alter Bauten u. s. w. zu prüfen versucht. Das Einsinken schwerer Bauten im Schlamm und das Zusammensinken des letzteren, sowie andre herangezogene Erklärungen genügen ihm doch nicht völlig, er wird zweifelhaft an der „Beständigkeit der festen Erdrinde“ (S. 42) und denkt an Veränderungen, die „allmählich in einer langen Zeit geschehen und sich über unsern Gesichtskreis hinaus erstrecken“. Die Betrachtung Italiens als Ganzes bestätigt solche Vorgänge: aus dem heutigen Zustand altrömischer Strafsen, die Niveaustörungen erfahren haben, folgert er, dafs Italien in der Mitte sich einsenkt, an den Rändern aber sich hebt oder gleich bleibt (44). Was einem Kontinent widerfahre, könne aber ebenso andern Landstrichen oder der ganzen Erde geschehen, nämlich dafs ein Teil langsam steigt, ein anderer sinkt. Ihm ist daher „der Meeresspiegel weniger veränderlich, als die Erdkruste selbst“ (44). Die Argumente Runebergs und Nordenskiölds scheinen ihm mit dieser Voraussetzung recht wohl vereinbar.

Torbern Bergman 1766 (dtsch. 2. Aufl. I. § 148 f. II. Kap. 3, bes. S. 214) in seinem berühmten Kompendium liefs Hebungen im Sinn Runebergs nicht gelten, da derlei Vorgänge nur gewaltsam und rasch, aber nicht nach und nach unmerklich geschehen könnten. Grofse Senkungen hingegen läfst er zu und vermag sich örtliche Hebungen als Folge derselben (Herauspressen des Untergrundes) oder von Erdbeben vorzustellen. Im übrigen ist er ein Anhänger der Wasserabnahme auf der ganzen Erde und zieht Nordenskiölds neue Argumente herbei. Seine Autorität mag viel dazu beigetragen haben, dafs Runebergs und Ferners kühne Gedanken ungehört blieben und, durch die fortschreitenden Beobachtungen der Felsmarken unterstützt, die ältere Theorie wieder die Herrschaft gewann. Die Lebhaftigkeit der Erörterung hörte übrigens auf. Gelegentlich werden neue Momente für die ältere Ansicht geltend gemacht (z. B. Ferber, Handl. 1771, 78, Björklund, Handl. 1773, 207 ff.), wobei Anklänge an die Kataklysmiker doch auch bemerkbar sind (Gadd Handl. 1776, 98 f.). Im grofsen Ganzen aber ist in dieser Zeit das Interesse an der „Wasserabnahme“ in Deutschland und Frankreich gröfser als in Schweden. Ferners Arbeit wird ins Französische übersetzt, norddeutsche Neptunisten

---

<sup>1)</sup> Gegen Newton, Hartsoeker und Manfredi vertritt er eine Ausgleichung durch den Kreislauf des Wassers von den Organismen durch die Erde und deren Zersetzung zum feuchten Element zurück (*förvandlingscirkel*) oder durch ein Überwiegen des von jenen gebundenen Wassers über das durch Sedimente verdrängte.

schließen sich der Theorie an, die ihnen eine Erklärung der heimischen „Sandberge“ zu liefern scheint, alte Traditionen von der einstigen großen Ausdehnung des Meeres in Preußen werden wieder vorgebracht, finden aber lebhaften Widerspruch — und während die Einen nach Theorien zur Erklärung der allgemeinen Wasserabnahme suchen, kehren die Andern befriedigt zu dem alten Satz von Gleichgewicht zwischen Landverlust und Landgewinn zurück. Es ist hier nicht der Ort, jener Theorien der Hollmann, Rozier, Linussio, Salverte, Stevenson u. s. w. zu gedenken. Näher liegt uns schon, daß Reisende vom Kontinent diesen Problemen in Skandinavien nachgingen, wie jener Max. Hell, der an der norwegischen Insel Maasö die Gesamtsumme der Wasserabnahme zu 110 Wr. Fuß bestimmte und der sich bemühte, feste Marken für weitere Messungen in Norwegen ins Werk zu setzen (Eph. Vindob. 1791 S. 319n.). Ein anderer deutscher Reisender, Fabricius 1779, hat in Norwegen ebenfalls die „Wasserabnahme“ bestätigt gefunden (Bibl. II 204f., 284, 318ff.); er wurde auch auf die Torfmoore als Zeugen einer solchen in geologisch junger Zeit aufmerksam.

Im Gegensatz zu den allgemeinen Theorien, welche die schwedischen Beobachtungen im übrigen Europa hervorriefen, kehrte man in Schweden selbst endlich zu der lokalen Auffassung des Phänomens zurück, die Hjärne vertreten hatte. Es geschah dies 1792 in einer Arbeit des Admirals Nordenankar, dessen Ostsee-Aufnahme damals zu neuen Beobachtungen an Felsmarken geführt hatte. Ihm ist die Ostsee ein Binnensee, „deren allgemeiner Begriff es ist, höher zu liegen, als die Oberfläche des Weltmeeres unter derselben Polhöhe“ (S. 2). Sie verhält sich zu dem letzteren, wie der Mälär zu ihr selbst. Seit sie sich Ausgänge geschaffen hat, fließt sie entweder gleichmäßig ab oder mag auch einmal mit „geräumigerem Ausbruche“<sup>1)</sup> das Gleichgewicht herstellen. Aus diesem Abfließen und der Abfuhr der Süßwassermengen, die der Ostsee zukommen, auf dem gleichen Wege, leitet er ihre normalen Strömungen ab. Aber deren gelegentliche Umkehrung und der Bodenstrom von Nordsee-Wasser in Sund und Belten ist ihm ebensowenig ein Einwand gegen den Binnensee-Charakter der Ostsee, wie der Mälär durch das gelegentliche Einströmen von Seewasser (Uppsjö) ein Meeresteil wird. Später hat sich die Analogie beider Wasserbecken noch größer erwiesen, indem Ekman 1876 das Eindringen des Uppsjö-Wassers als Bodenstrom bis in die innersten Teile des Mälär verfolgte.

<sup>1)</sup> Dieser Ausdruck schließt wohl eine allmähliche Erweiterung der Abflüsse durch Erosion aus. Daß der Sund später entstanden sei als die Belte, und zwar auf gewaltsame Weise, hatte Gadd (Handl. 1776, 99) behauptet.

So haben sich auch Forscher aller folgenden Jahrzehnte, Baer, Lovén, Suefs u. a., dieser Bezeichnung der Ostsee als einer Art von Landsee angeschlossen.

Die im Auftrag Nordenankars veranstalteten Messungen der Felsmarken durch Schultén und jene, die in den folgenden Jahren unter Leitung des letzteren sich anschlossen, machten die Thatsache der Strandverschiebung in negativer Richtung völlig zweifellos, und so fehlte jeder Anlaß, die Wasserabnahme zu bestreiten oder auch nur eingehend zu erörtern, bis die Anwendung der Huttonschen Theorie auf Skandinavien ähnliche Ideenkreise anregte, wie die längst vergessenen Runebergs. Es geschah dies durch Playfair (1802), der sich eine Niveauperänderung des Meeresspiegels nur gleichmäÙig auf der ganzen Erdoberfläche denken konnte, während die Hebung oder Senkung durch Kräfte des Erdinneren eine solche Übereinstimmung nicht erfordert. Er fand also die Theorie Huttons geeignet, die skandinavischen Vorgänge richtig zu erklären (note XXI). Unabhängig von ihm<sup>1)</sup> gelangte L. v. Buch auf seiner Reise 1807 und 1808 zu der Idee einer langsamen Hebung Schwedens. Zur Erklärung seiner Beobachtungen reichte auch diesem Forscher (Reise I 252, 307, 327, 443 ff., 482, II 65, 278 f., 285 f., 289 ff.) die Anschwemmungsthätigkeit der Gewässer nicht aus. Ein Sinken des Meeresspiegels aber verwarf er, wie Playfair, mit Rücksicht auf das Gleichgewicht der Meere (II 291) und kam daher zur Ansicht, daß „ganz Schweden sich langsam in die Höhe hebt von Fredrikshald bis Åbo und vielleicht bis Petersburg“. Hingegen fand er im nördlichen Norwegen, wo er den Glauben an eine Meeresabnahme nicht so allgemein antraf, wie in Schweden, auch nur Spuren einer Veränderung in geologischen Zeiten; das „Maß des Celsius“ war auf sie nicht anwendbar, und er folgerte deshalb, daß hier andre Ursachen wirksam seien, wie bei der allmählichen Erhebung Schwedens (I 443 ff., 482). Amtmann Wibe in Bergen versicherte ihn jedoch, daß bei Bergen, im Söndmör und Nordmör etwas von dieser Abnahme wahrnehmbar sei. Und so blieb ein

---

<sup>1)</sup> Playfair war selbst in England ziemlich wenig bekannt worden. Zwar waren die Gedanken Huttons auf den Kontinent eingedrungen; so werden sie bei Delamétherie, *Theorie de la Terre* III (Paris 1795) S. 400, nach dem *Journal de Physique* 1793 angeführt und beurteilt, und Hoff kennt (III 323) eine deutsche Übersetzung Huttons. Aber selbst das Buch Delamétheries ist infolge der Kriegereignisse ziemlich unbeachtet geblieben; was Playfair betrifft, der für Skandinavien zuerst in Frage kommt, so hat Poggendorff in seinen *Annalen* 1836 Nr. 5 S. 6 mit Recht hervorgehoben, daß infolge der „Kontinentalsperre“ sein Werk nicht nach dem Festland gelangen konnte.

gewisser Zweifel bestehen, der sich (II 291) in der starken Betonung der Unsicherheit in den Beobachtungen und des Einflusses der Gezeiten an der Westküste äußert. „Möglich wäre es doch“, sagt Buch „dafs Schweden mehr steigt, als Norwegen — der nördliche Teil mehr als der südliche“. Durch Lyells Beobachtungen wurde dann Buchs Ansicht eine bestimmtere (Ges. Werke IV 940 ff. a. d. J. 1850). Ein Runenstein von Lurö, den er (Reisen I 300 ff.) noch nicht erwähnt hatte, lieferte ihm den Beweis, dafs sich die norwegische Küste innerhalb eines Jahrtausends nicht verschoben haben könne. Die dortigen Muschelbänke, ebenso wie jene in Süd-Schweden und Dänemark, seien das Ergebnis einer früheren raschen Hebung. Und die schwedische Westküste sei nur in der Strecke zwischen Kullen und Fredrikshald in Hebung begriffen; bei Kristiania herrsche volle Stabilität.

Die Erklärung dieser Vorgänge ist besonders hervorzuheben. Schon 1809 (I 298) hatte Buch die Möglichkeit der Gebirgsbildung oder, wie er sagt, „eines Aufwerfens der Schichten“ durch elastische Flüssigkeiten im Erdinneren in Erörterung gezogen. 1850 erklärt sich ihm der Vorgang „gleichsam durch eine Aufblähung von ganz Schweden“, und da die aufblähende Ursache besonders im Norden liegt, ist die Wirkung im Süden geringer.

Buchs neue Theorie wirkte anregend auf die Beobachtungen zurück. Die lokalen Verschiedenheiten im „Mafs der Wasserabnahme“ mußten jetzt nicht mehr durchaus auf Ungenauigkeit und Fehler zurückgeführt werden, sondern boten selbst vielmehr eine Handhabe, dem Wesen der Erscheinung näher zu kommen. Hiermit hängt es wohl zusammen, dafs bald nachher in Schweden und Finland neue Felsmarken in gröfserer Zahl erschienen und die bestehenden neu eingemessen wurden. Namentlich sind Brunncronas und C. P. Hällströms Arbeiten zu nennen, beide 1823 erschienen (Handl. 1823). Hällström unterzog Brunncronas Angaben einer scharfen Kritik, welcher Holmström, der neueste Bearbeiter der Felsmarken, durchaus zustimmt. Theoretisch scheint Brunncrona sich der Hebungstheorie anzuschließen, ohne sie doch tiefer erfaßt zu haben<sup>1)</sup>. Hällström spricht zwar von „Senkung des Meeresniveaus“ im alten Sinn; allein er gewährte, dafs diese von Nord nach Süd abnehme und südlich von Kalmar sich nicht mehr nachweisen lasse. Zur Prüfung dieser später wichtig gewordenen

1) Man vgl. seine Ausführungen S. 22 „att alla kalk-och rödaktiga (!) berg äga förmåga att ifrån sin grund skjuta sig uppåt“ mit den Lotsenerzählungen vom Wachsen der Klippen oben S. 31 und den älteren Vorstellungen über innere Gährungen u. s. w. — Hällström gegen ihn S. 37 f. — Brunncrona spricht übrigens auch davon, dafs die Tiefe bei festem Felsgrund allenthalben abnehme.

Ansicht schlug er vergebens jährliche Beobachtungen an mehreren Orten vor.

Auf die Gelehrten wirkte der unerhörte Vorgang, den Buchs Theorie so wahrscheinlich machte, in verschiedener Weise. Während Reisende derselben Zeit, wie Hausmann und Bedemar, sich begnügten, Material für geologische und historische Veränderungen gelegentlich anzumerken und die Frage, ob das Meer oder das Land sich verschiebe, noch offen ließen<sup>1)</sup>, wußten sich andere nur dadurch zu helfen, daß sie die Glaubwürdigkeit der Beobachtungen abermals bestritten und dabei den alten Browallius wieder zu Ehren brachten. So Catteau-Calleville und v. Hoff. Wieder andere hegten theoretische Zweifel, wie Ch. Lyell, und das dadurch wachgerufene Bedürfnis, an Ort und Stelle die angeblichen Thatsachen zu prüfen, führte endlich zu Reisen wie jene von Everest, Johnston, Lyell und damit zu dem vollen Sieg der neuen Anschauungen, für die sich zunächst nur wenige mit Entschiedenheit erklärt hatten. Zu diesen ersten Anhängern der Hebung Schwedens gehört Jacob Berzelius 1823 (Ber. II 126 und später wiederholt, z. B. Ber. XIV 1835), in Norwegen Keilhau.

Catteau-Calleville, dessen Werk ich leider nur flüchtig einsehen konnte, bestreitet (1812) die Strandverschiebung völlig und läßt nur „lokale Phänomene verschiedener Art“ zu (I 158—188). Gegen die Beobachtungen an Felsmarken wendet er ein, daß dabei auf die Strömungen zu wenig Rücksicht genommen wurde. Gerade diesen aber (I 175), die von Nord nach Süden streben, schreibt er es zu, wenn das Wasser im Norden abzunehmen, im Süden (nicht nur an der Südküste, sondern auch bei Hven und in der Gegend von Ystad bis Landskrona) zuzunehmen scheine. K. E. A. v. Hoff hat zweimal eine umfassende Darstellung der ganzen Streitfrage gegeben; zuerst (1822) als leidenschaftlicher Gegner des Celsius wie des Herrn v. Buch, später (1834), nachdem er durch Hällströms Beobachtungen und durch Lyells Fassung der neuen Anschauungen zum Glauben an die „Thatsachen des Celsius“ und zu einem besseren Verständnis der „Kontinentalhebungs“-Theorie gelangt war<sup>2)</sup>. Ursprünglich hatte er im Sinn

<sup>1)</sup> Hausmann I 84 f., 135, 275 f., II 322, 361, V 190 spricht einmal von „höherem Stand des Meeres“, ein andermal von „Erhebung des Landes“. Bedemar I 27, 159, 175, 205, 295 f., II 25, 36, 62, 65, 92 f., 120 ff., 136 f., 237 läßt die Frage, was sich bewege, ob Land oder Meer, offen. Er bringt indes eine Abnahme der Gewässer im Binnenland in einen nicht näher erörterten Zusammenhang mit den Vorgängen an der Küste.

<sup>2)</sup> I 401 bis 486, III 316 ff., vgl. I 59 bis 74 u. ö., II 405 f. Eine allgemeine Meeresabnahme ist unmöglich, da er nur Ursachen für eine Anschwellung findet und Mühe hat, den Mangel einer solchen zu erklären. Eine lokale wider-

Bergmans sich eine Wirkung „vulkanischer Kräfte“ nicht anders als heftig und gewaltsam vorstellen mögen und noch später (II 405 f. im Jahr 1824) wenigstens sich gewundert, weshalb gerade nur in Schweden „diese eigentümliche Art langsamer Wirkung jene heftigeren Erscheinungen ersetzen könne“. Der Satz Lyells von den „*now operating causes*“ vermochte es um so mehr, ihn umzustimmen, als Hoff selbst mit gutem Gewissen sich rühmen konnte, auf die langsamen und langandauernden Kräftewirkungen hingewiesen zu haben (III S. V). Diese Anschauungsweise, die Hoff selbst (III 319 ff.) an Moro rühmend hervorhebt, haben wir bei den skandinavischen Forschern im Verlauf dieser Darstellung mehrfach aufweisen können; sobald sie auch außerhalb des Landes allgemein geworden war, mußte der letzte Zweifel an der Glaubwürdigkeit der Beobachtungen aufhören. Von den übrigen Darlegungen Hoffs kann in diesem Zusammenhang kaum mehr hervorgehoben werden als die Sorgfalt, mit der er die Streitfrage in ihren Grenzen und also alle geologischen Argumente, sowie auch die nach ihm unbeweisbare, weil unmögliche allgemeine Meeresabnahme fern zu halten sucht.

Rob. Everests Reise 1827 bis 1828 verfolgte auch den Zweck, über die Strandverschiebung Klarheit zu gewinnen. In Norwegen wurde er durch eine Reihe von Beobachtungen an der „Wasserabnahme“, von der er anfangs überzeugt war, irre. Ob er sich aber den Ansichten Buchs anschloß, kann ich aus den mir allein vorliegenden Auszügen nicht entnehmen; das Originalwerk war mir leider nicht zugänglich.

Johnston (1833) war in der Beobachtung und der Kritik der ihm in Schweden zugekommenen Zeugnisse nicht besonders glücklich und hat von Lyell Berichtigungen erfahren müssen. Um so geistreicher sind die Vorstellungen, die er sich von dem Hergang bei der „Hebung“ bildete. Die Stabilität der Strandlinie an der Nordsee und an der Südküste der Ostsee, ja im Süden Schwedens und Finlands selbst, ist ihm Beweis genug gegen ein Zurückweichen des Meeres. Im Innern des Landes hingegen meint er eine fortgesetzte „Entwässerung“ (*drainage*) wahrzunehmen. Er nimmt deshalb an, daß die Hebung am stärksten in den Gebirgen aufträte und aus geologischen Zeit-

---

spricht der Gemeinsamkeit der Niveaufläche und wird für die Ostsee durch die stabilen Verhältnisse ihrer Südküste widerlegt. Gegen das „wahrhaft desperate Mittel“, zu dem Buch gegriffen hat, wendet sich Hoff, da man mit bekannten Kräften auskommen könne. Gegen die Beobachtungen führt er aber selbst ein sehr „desperates“ Argument ins Feld, indem er Andeutungen des Browallius, Runeberg und Bedemar ins Extrem ausführt und meint, alle die Felsmarken lägen an losen Blöcken oder Klippen, die Eis und Stürme verschieben können.

räumen in die Gegenwart hereinreiche; sie ist nur die schwächere Fortwirkung derselben Kräfte, durch welche das Gebirge gebildet wurde. So erklärt sich die örtliche Verschiedenheit und die gegenwärtige Abnahme der Hebungsintensität und zugleich eine Veränderung an den Binnenseen, die gleichsam aufgehoben und ausgeschüttet werden<sup>1</sup>). Die letzte Ursache aller dieser Vorgänge aber sieht Johnston und fast mit denselben Worten Berzelius (Ber. XIV, deutsche Ausg. S. 386) 1835 in der allmählichen Abkühlung und Kontraktion des Erdinneren. Johnston sagt, daß die Erdrinde dort zusammen gezogen und gedrückt werde, wo die Abkühlung am größten sei und daher andere Teile dort in die Höhe zu drücken suche, wo der geringste Widerstand sich finde<sup>2</sup>). Berzelius denkt sich den letzteren Vorgang in Verbindung mit Faltungen und Biegungen. So treten diese Männer an hervorragende Stelle unter den Vorläufern der heute von Suefs so glänzend vertretenen Anschauung, — und zwar gelangten sie dazu gerade auf Grund derjenigen Bodenbewegungen, die heute eben vom Standpunkt der „Runzelungshypothese“ aus auf Meeresbewegungen zurückgeführt werden sollen. Die von beiden geäußerten Ansichten verhalten übrigens eindrucklos; und Muncke (Gehler 2. Aufl. s. v. Meer) konnte Berzelius vorwerfen, daß seine Ideen den Ergebnissen der Laplaceschen Untersuchungen über die Temperatur der Erde widersprechen. Andere Forscher stellten sich den Hebungsvorgang, für den das Wort „vulkanisch“ immer mehr verschwindet, im Sinn von De la Beche als Folge thermometrischer Differenzen im Erdinnern vor — und Keilhau hat (1838) diese Anschauung auf die Hebung Skandinaviens übertragen. In Schweden läßt er dieselbe als gegenwärtige Erscheinung zu; für Norwegen kommt er nach einer eingehenden Untersuchung zu dem Schluss, daß eine Hebung in geschichtlicher Zeit im Süden vielleicht statthabe, wenn auch kaum allgemein und ununterbrochen (Maximum 1 norw. Fufs in 50 Jahren); im Norden hingegen habe eine solche Verschiebung in geologisch sehr jungen Zeiten zwar stattgefunden, in historischer aber

<sup>1</sup>) S. 46 heißt es doch: „im Binnenland muß die relative Höhe aller Objekte gegeneinander dieselbe bleiben, da alle gleichmäÙig gehoben werden!“

<sup>2</sup>) S. 41 ff. Ursprünglich war die Kontraktion nach Johnston am stärksten an den Polen und beförderte die Abplattung, gegenwärtig ist sie am größten am Äquator und ruft daher an anderen Stellen Hebungen hervor. „Die Hebung Skandinaviens ist ein Versuch der inneren Massen, sich von dem Druck zu befreien, indem sie an einem Punkt von geringstem Widerstand die Oberfläche durchbrechen.“ Dieselben Ursachen haben früher, als die Abkühlung noch rascher und heftiger erfolgte, die Gebirge gebildet. — Berzelius als Vertreter der Schrumpfungstheorie ist bereits von Holmström gewürdigt worden (S. 11).

sicherlich nicht mehr. Um volle Gewifsheit zu erlangen, rief er ein Netz von Felsmarken ins Leben; leider aber hat dasselbe in späterer Zeit weit weniger Beachtung gefunden als die Probleme der vorhistorischen Niveauveränderungen Norwegens und uns daher nur wenig greifbare Ergebnisse geliefert. Das Verzeichnis der Felsmarken ging sogar zum Teil verloren.

In der weiteren Entwicklung der Frage nach den Ursachen einer Hebung spielt Skandinavien nur mehr eine geringe Rolle. Lyells Reise 1834 lenkte vielmehr den Blick auf die Art und Weise, wie sich die Strandverschiebung gerade hier vollzieht und vollzog — und ist dadurch von hervorragender Bedeutung. Die Bedenken, die Lyell (Principl. 1. Aufl., Phil. Transact. 1835 S. 2) ursprünglich nach Schweden führten, richteten sich hauptsächlich gegen die Unwahrscheinlichkeit so großer Hebung in einem erdbebenarmen Land und gegen das Unerhörte, das in der ungemeinen Langsamkeit des Vorganges immerhin lag. Sie sowie seine Erklärungsversuche schlofsen sich durchaus seinen Vorgängern an. Die Ergebnisse seiner Reise und einer kritischen Durcharbeitung des gesamten Beobachtungsmaterials brachten ihn dagegen Johnstons Auffassung näher. Hervorzuheben sind neben Beobachtungen an Felsmarken, deren er manche auch neu anlegte, und bei Stockholm, von denen in folgenden Abschnitten die Rede sein soll, namentlich zwei Gesichtspunkte, die durch Lyell in die Forschung eingeführt oder doch zu voller Geltung gebracht wurden. Es sind dies der Nachweis einer der Hebung vorangegangenen Senkung und die uns schon bekannte Ansicht, dafs das Hebungsgebiet bei Kalmar seine Südgrenze erreiche (vgl. Catteau-Calleville, Hällström, Johnston). Den ersteren erbrachte Nordevalls Fund einer prähistorischen Hütte im Meeresniveau bei S. Telge unter Schichten, die Lyell als marine ansah. Statt einer Umgestaltung des Mälar bezeugte dieser Fund seither eine Senkung und Wiedererhebung des Landes in anthropozoischer Zeit um etwa 64 Fufs. A. Erdmann, Chambers (1850, 350), Trautschold u. a. bestritten jedoch später diese Auffassung. Die Ungleichmäfsigkeit der Strandverschiebung von Ort zu Ort war auch für Lyell ein Beweis ihres Charakters als Hebung. Südlich von Kalmar aber hörte sie auf: Süd-Schweden, namentlich Schonen, und Dänemark waren nach seiner Ansicht stabil. Wir haben schon gesehen, dafs L. von Buch letzteren Gesichtspunkt zu dem seinigen machte. Beide Momente zogen nun zunächst das gröfste Interesse auf sich; bald aber sollte sich ergeben, dafs das eine davon mit Erfolg als Beweismittel gegen das andere ins Feld geführt werden konnte.

Naturgemäfs lenkten nunmehr die südlichen Landschaften insbesondere den Blick der Forscher auf sich. Indem man jenseits der Hebungs-

grenze im Anschluß an ältere Ansichten (s. S. 36 f.) alsbald meinte, ein Senkungsfeld nachweisen zu können, entstand das Bild einer großen „Schaufelbewegung“, deren Axe durch die Gegend von Kalmar gehen sollte.

Der vornehmste Vertreter dieser Ansicht war Sven Nilsson in seinen Arbeiten 1837, 1847 und 1866. Bestätigt wurde sie durch verschiedene Funde in den südlichen Häfen Schwedens, betreffs deren namentlich die Veröffentlichung eines Berichtes von Wilcke (1770) über Landskrona durch Sven Lovén 1849, und die Mitteilungen von Bruzelius über Ystad (1869) Eindruck machten, sowie durch submarine Torflager jungen Ursprunges und submarine Wälder. Ferner führte man doppelte Straßenspflaster in gewissen Städten — ein schwaches Argument —, das angebliche Vorrücken der Uferlinie bei dem von Linné gemessenen „Stafsten“ nächst Trelleborg, das sich nachher durch E. Erdmanns Untersuchung als Rückschluß aus einem Druckfehler bei Linné erwies, den stabilen Stand der niedrigen Insel Saltholmen und die Verkleinerung der Insel Hven, sowie manches andre Moment an, auf das einzugehen hier der Raum fehlt<sup>1</sup>). Unter den zunächst in Dänemark erstandenen Gegnern dieser Annahme einer Senkung Dänemarks und Schonens in historischen Zeiten bis auf die Gegenwart sind vor allem Forchhammer (1829, 1836, 1856), Steenstrup 1848, dann in Schweden Ekdahl, später E. Erdmann und A. G. Nathorst zu nennen. Der leitende Gedanke in Forchhammers mustergiltigen Arbeiten ist der versuchte Nachweis, daß jene Senkung allerdings einmal stattgefunden habe, aber so wie bei S. Telge vielmehr in früherer Zeit, und daß ihr eine Hebung gefolgt sei, die er im besondern für Seeland, Møen und Bornholm feststellte. Beide Bewegungen gehören der anthropozoischen Zeit an; aber es ist durchaus diese ältere Senkung, „die große Nordseesenkung“, welcher die submarinen Wälder und Torflager zuzuschreiben sind. Die Südgrenze des Hebungsgebietes meinte Forchhammer in der Gegend des Nissumfjords und von dort südostwärts festlegen zu können, er verwahrte sich aber lebhaft gegen ihre mißverständliche Bezeichnung als „Axe“ (Berl. Ztschr. 1856, 485 ff.). Da er nach Pingel Grönland für ein Senkungsfeld ansah, suchte er vielmehr die Axe bei Island, und nach seiner Darstellung sind es Nordeuropa und ein Teil Nordamerikas, die sich abwechselnd auf und ab bewegen „wie die Stempel in zwei miteinander verbundenen Dampfcylindern“.

<sup>1</sup>) Siljeström (Handl. 1844) sucht bloß die Konstanz bei Kalmar und auf Öland an alten Bauten, wie an Wijkströms Marke von Skallö und den Runensteinen zu erweisen. Auch Buch in der erwähnten Arbeit von 1850 nimmt bloß an, daß südlich einer Linie, die er von Kalmar ans Kattegat zum Vorgebirge Kullen zieht, nunmehr einer prähistorischen raschen Hebung ein Zustand der Ruhe gefolgt sei.

Ekdahl macht unter anderm die gestörte Lagerung gewisser Moore geltend (11 ff.), die ins Meer gerutscht sein mögen, und erklärt die Zerstörung von Hven durch Unterwaschung (14). Die Insel Saltholmen, die schon 1280 erwähnt ist, aber (nach Browallius, Buch I 16, Reverdyl bei Catteau-Calleville I 170 ff., v. Hoff u. s. w.) nur wenig über den Meeresspiegel sich erhebt, ist vielleicht ein besseres Argument; immerhin aber läßt gerade ihre große Flachheit den Meereswellen leichteres Spiel, heißt es doch einmal geradezu, sie sei öfter im Herbst und Winter ganz überschwemmt (Catteau a. a. O.)<sup>1)</sup>.

In diesen Erörterungen über das Verhalten der südlichen Landstriche durchdringen sich nochmals Beobachtungen verschiedener Art, solche die sich auf geologische, prähistorische und historische Vergangenheit erstrecken und solche an den Felsmarken und Pegeln der Gegenwart. Soweit es sich hingegen um die Ostseeküste des mittleren und nördlichen Schweden, wie Finland handelt, trennen sich nunmehr die Wege des Geologen und selbst des Prähistorikers fast völlig von den Beobachtungen der Gegenwart. Nur die Gedankenbrücke bleibt bestehen, daß die jüngste Niveauverschiebung, die der Hammer des Geologen zu erweisen vermag, vermutlich sich in den heutigen Vorgängen fortsetzen dürfte. Die Beobachtung richtet sich zunächst auf die Felsmarken, bald auch auf einzelne vorhandene Pegelstationen, und der Wunsch nach einem Pegelnetz an den Küsten schafft sich endlich Erfüllung. Holmströms ausführliche Darlegungen (S. 12 ff. u. L. V.) und die Erörterungen der folgenden Abschnitte überheben mich hier der Pflicht, mehr als das Allerwichtigste anzuführen. In Schweden rühren neue Marken und Messungen namentlich von Olivecrona 1847, der geologischen Aufnahme in den 60er Jahren, Holmström 1867—70 her. Ein bedeutsamer Schritt ist A. E. Nordenskiölds Versuch, mit Hülfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung aus den Pegelständen bei Stockholm die „säkulare Hebung“ zu bestimmen (1858). Die Seele aller Unternehmungen, die dahinstreben, durch Beobachtungen Klarheit über den Vorgang der Niveauveränderung zu gewinnen, bleibt Jahrzehnte hindurch der Direktor der Geologischen Landesaufnahme, Axel Erdmann. Marken und Messungen am Meer, wie an den Binnenseen (s. u.) sind in ausgehntem Maße von ihm veranlaßt worden; durch ihn traten 1852 eine Anzahl Pegelstationen in Wirksamkeit, fast alle auf Schären der West- und Ostküste gelegen; er hat sich unermüdlich damit beschäftigt,

---

<sup>1)</sup> Suefs II 517 f. nimmt das stabile Verhalten der Insel als Thatsache an und sucht es hydrologisch (Öffnung im Wehr) zu erklären. Neuere Beobachtungen auf der Insel selbst sind ihm (und auch mir) nicht bekannt.

die ältesten, bis 1773 zurückreichenden Pegelbeobachtungen, jene von Stockholm, kritisch zu bearbeiten und durch historisches Material zu ergänzen. Auch wenn in Finland, wo G. G. Hällström, Stjerncreutz, Nils Nordenskiöld u. a. die Beobachtungen namentlich an Felsmarken gefördert hatten, 1858 eine stattliche Anzahl Pegel ins Leben trat, geht es auf Anregung von schwedischer Seite, wir dürfen wol sagen: ursprünglich von Erdmann zurück. Der Fortschritt in der Erkenntnis und Beobachtung des Phänomens, den dieses Netz von Stationen mit täglichen Beobachtungen, zumeist auch über Luftdruck und Wind, bedeutet, darf getrost neben jenen gestellt werden, der mit den ersten Felsmarken durch die Bemühungen des Celsius erreicht wurde. Nunmehr erst konnte durch eine genaue Bestimmung der Mittelwasser eine Hauptfehlerquelle entfernt und an eine annähernd richtige Bestimmung der Niveauveränderung gedacht werden, deren heute gewöhnlichste Bezeichnung „*Svenska vallens höjning*“ ebenfalls auf Erdmann zurückgeht.

Indes bereitete die Aufstellung und die Beschaffenheit dieser Küstenpegel so viele Schwierigkeiten und erwiesen sich viele derselben so wenig stetig in ihrer Lage, daß nach wiederholten Inspektionen (Holmström 1867—1870, Fagerholm 1870) das schwedische Netz schließlich aufgelassen wurde. Es schien seinen Zweck erfüllt zu haben, nachdem Forfsman 1875 aus einer kritischen Bearbeitung der 24 Beobachtungsjahre die Beträge der „säkularen Hebung“ berechnet hatte. In Finland hingegen blieben die Beobachtungen ununterbrochen und erlaubten Moberg (1872) und in der Gegenwart Bonsdorff ähnliche Berechnungen nach der Methode der kleinsten Quadrate. Die Unterbrechung der schwedischen Beobachtungen ist gerade von den Gesichtspunkten aus, die meiner Untersuchung vorschweben, ungemein bedauerlich. Sie erfolgte aber nur in der Absicht, neue, mehr exakte Beobachtungen an ihre Stelle zu setzen. Rob. Rubenson (1877) war es insbesondere, der für diese die leitenden Gesichtspunkte aufstellte. Noch ist mancher seiner Vorschläge ganz oder theilweise unausgeführt; so insbesondere die geodätische Verbindung der Pegelstationen untereinander und mit anderen Fixpunkten, so das schon so oft begehrte und bedeutungsvolle Präcisionsnivellement von der Ostsee zum Ozean quer durch die Halbinsel, das endlich die gegenseitige Höhenlage beider Meere erhellen soll. Seit 1885 sind aber eine Reihe von geodätischen Arbeiten im Gange und unter der Leitung des Nautisch-meteorologischen Instituts neue Pegel in Thätigkeit, auch selbstregistrierende, wie sie Börtzell 1879 verlangt hatte. Wir blicken also in die Zukunft mit einer ähnlichen Empfindung, wie sie Celsius im Jahr 1731 erfüllen mochte, als er die Beobachtung in exaktem Sinn begonnen meinte.

Die Ergebnisse der bisherigen Beobachtungen sind indes nicht

wertlos; es soll Aufgabe dieser Arbeit sein, die Aufschlüsse, die sich aus ihnen ergeben, und die Mahnungen, die aus ihnen für künftige Beobachtungen zu ziehen sind, ein wenig bestimmter zu fassen. Hier sei nur erwähnt, daß sie eine immer stärkere quantitative Verschiedenheit der Veränderung selbst an benachbarten Stellen aufzuweisen schienen, hingegen die Gleichartigkeit der Vorgänge an Ostsee und Kattegat klarstellten. Das erstere sieht Nordenskiöld (Föredrag 14) vielleicht mit Recht als eine Ursache an, daß neuerlich wieder Zweifel an der zum Dogma gewordenen Erklärung sich regten und selbst Lyell 1872 sich zurückhaltender aussprach als vorher. Indes scheinen andere Umstände doch wohl von ausschlaggebender Bedeutung.

Ganz verschwunden war ja die ältere Ansicht, daß das Wasser das Veränderliche sei, niemals. In Kreisen der Hydrotechniker scheint sie sich lebendig erhalten zu haben, bis die gegenwärtige Anschauungsweise ihr neuen Rückhalt gab. Schriftlich bezeugt ist sie freilich nicht oft. Denn wenn das altgewohnte Wort „Wasserabnahme“ (*vattuminskning* oder *vattenminskning*) fortgebraucht wird, z. B. bei Almlöf (1839), so ist das noch kein Beweis, daß man damit auch den alten strengen Wortsinn verband. Ein eigentümlicher Nachzügler älterer Anschauungen war aber z. B. J. N. Ekdahl, der 1827 bis 1830 auf Veranlassung Ehrenheims auf antiquarischen Forschungsreisen auch Beobachtungen über die Wasserabnahme und die Verschiebungen der Baumgrenze angestellt hatte. Die Vitterhets Akademie lehnte die Drucklegung seines Manuskripts auf Berzelius' Veranlassung ab, später geriet es in Verstoß, und erst ein Menschenalter nachher (1865) liefs der verbitterte Verfasser als Rechtfertigung eine etwas weitschweifige Broschüre drucken. Wenn diese neben manchem Veralteten und Absonderlichen auch manchen richtigen Gedanken aufweist, steht sie doch gerade in den Hauptsachen auf bereits verlorenem Boden. Hebung ist ihm etwas durchaus Lokales, untrennbar verbunden mit Störungen, Zerreißungen, Ausweitungen aller Art, die angebliche Gleichmäßigkeit der Erscheinung also ein Beweis für die „Wasserabnahme“. Die Erscheinungen der Gegenwart und aller geologischen Vorzeit verschmelzen ihm in eines: aus dem Meer ist überall das Land hervorgegangen (93), kein Sandkorn giebt es in Skandinavien, das nicht das Werk des Meeres wäre (42). In der Erklärung steht Ekdahl ganz im Bannkreise der Ansichten des 18. Jahrhunderts. Neben einer absoluten Verminderung des Wassers, die zu völliger Austrocknung im Sinn des Maillet und Celsius führen muß, nimmt er mit Swedenborg eine andauernde Zunahme der Polarabplattung mindestens für die flüssige Erdhülle an. Sie wird ihm besonders dadurch beglaubigt, daß er im Norden eine größere Abnahme des Wassers findet als im Süden.

Andre suchten in den Rahmen der herrschenden Theorien wenigstens eine schwache Wasserabnahme einzufügen. So Muncke (Geogr. 324; Gehler 2. Aufl. s. v. Meer), bei dem C. F. Nordenskiölds Argumentation anklingt, und der die Niveauveränderungen insbesondere bei Skandinavien und den Koralleninseln durch teilweise Hebungen des Landes und eine allgemeine langsame Abnahme des Meeres erklärt. So Bonstetten, der dieses Sinken den durch die Hebung entstandenen Spalten zuschreibt (105—115). Eine absolute Wasserabnahme vertrat dann auf das entschiedenste seit 1869 Trautschold, indem er vornehmlich die Hydratbildung und das Eindringen in die Haarröhrchen der Gesteine geltend machte<sup>1)</sup>. Hierher gehört ferner alles, was über Absorption des Wassers durch das Erdinnere und seine tieferen Schichten vorgebracht wurde. Doch fehlt meist die unmittelbare Anwendung auf Skandinavien.

Eine größere Bedeutung kommt den Nachwirkungen des Nordenankarschen Gedankenkreises auf spätere Forscher zu. Wir haben schon Catteau-Callevilles gedacht, Suefs führt ferner (II 508 f.) Nilsson aus dem Jahre 1823 als Anhänger dieser Anschauung auf, 1850 spricht sich Stjerncreutz in demselben Sinn aus. Am bedeutendsten unter den neueren Vertretern einer Entleerung der Ostsee ist aber vor Suefs der Schotte Robert Chambers, in dessen Werk „Ancient Sea-margins“ 1848 der Gedanke bestimmten Ausdruck fand, daß die großen Transgressionen und Recessionen auf allgemeine Anschwellungen des Meeres zunächst infolge von Veränderungen seines Bodens zurückgehen mögen. (5 f., 318 ff.) Bekanntlich war er auch zuerst bemüht, eine neutrale Nomenklatur für die Verschiebungen der Uferlinie (*shifts of relative level*) zu finden. In unser engeres Problem griff Chambers 1849 durch ein Schreiben an die Vetenskaps-Akademie (vgl. auch 1850, 352 ff.) ein, das zu dem vielgenannten Gutachten von Erdmann und Lovén 1850 den Anstoß gab. Er betrachtete die Ostsee als eine große Flusmündung, deren Niveau höher stehe, als das des äußeren Meeres. Ob eine Veränderung in ihren Zuflüssen oder Ausgangspforten vorwalte, soll durch die Beobachtung festgestellt werden; indem die beiden schwedischen Forscher hierfür ein Programm entwerfen, sprechen sie sich selbst für die Wahrscheinlichkeit der Chambers-Nordenankarschen Idee aus, ohne darum die daneben und stärker wirksame „Hebung“ fallen zu lassen. Als große Flusmündung faßt auch Suefs die Ostsee auf — und es ist ihm mit Chambers der Zug gemeinsam, daß beide zu dieser lokalen Erklärung des Phänomens von allgemeineren Gesichtspunkten aus gelangten<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Suefs hat in einer überaus schönen Darlegung (Antl. d. Erde, Anfang d. 2. Bd.) die verschiedenen Äußerungen zu Gunsten von Eigenbewegungen des Meeres und die Zweifel selbständiger Geister gegen die Hebungstheorie vorgeführt, worauf

Es sind nun ganz bestimmte allgemeine, sowie örtliche Momente, welche gerade in den letzten Jahrzehnten der Annahme wieder zu neuer Geltung verhalfen, daß die „Hebung Skandinaviens“ vielmehr auf Eigenbewegungen des Meeres beruhe. Eines der wichtigsten scheint mir die endgiltige Widerlegung der Annahme von der „Schaukelbewegung“. Hier reichen sich die Beobachtungen der Geologen, welche das „Sinken Schonens“ in Weiterführung der Gedanken Forchhammers einer älteren Zeit zuwiesen, und die Angaben der Felsmarken und Pegel über die Gegenwart gegenseitig unterstützend die Hand. Die geologischen Argumente rühren namentlich von Ed. Erdmann, A. G. Nathorst und Gerard de Geer her. In jüngster Zeit hat nun auch Rørdam (Danmarks geol. Unders. No. 2 u. Geogr. Tidskr. 1892) für den Norden Dänemarks festgestellt, daß dort einer älteren Senkung eine negative Niveauveränderung folgte, die sich geologisch als die jüngste darstellt. Für die Gegenwart nimmt er, wie schon Johnstrup, konstante Verhältnisse an. Bemerkenswert sind die Einwände von Suefs (II 529 ff., 535 ff.) gegen die aus Torfmooren und „Havstøkker“ abgeleiteten Beweise der Senkung. Und in einer prinzipiell wichtigen Notiz von Nathorst (Ymer 1890 vgl. Sieger in Pet. Mitt. 1891, 99) wird auf die Bedeutung von Gleitungen und Abrutschen an der Küste hingewiesen, die das Argument der „submarinen Wälder“ ziemlich zweifelhaft machen. Für die Insel Hven sucht allerdings Holmström (S. 41) aus dem Mangel eines Strandwalles die Konstanz oder das Steigen des Meeres wahrscheinlich zu machen, und für Bohuslän beruft er sich auf E. Ekhooffs archäologische Untersuchungen, wonach die Hebung wohl seit der Steinzeit erheblich, seit der Bronzezeit aber gleich Null — richtiger: nicht erheblich — sei (S. 95). Bei Torekow (S. 39) waltet ebenfalls Unsicherheit vor, ob eine Hebung besteht oder nicht. Alles dies aber muß wohl nach den Ergebnissen der Pegel- und Felsmarken-Beobachtungen als lediglich örtliche Erscheinung angesehen werden.

Forfsman fand nämlich sowohl bei Ystad, wie bei Utklippan nächst Karlskrona eine zweifellose „säkulare Hebung“. Der große Betrag der ersteren Station ist allerdings nicht maßgebend, da begründete Zweifel an ihrer Verlässlichkeit bestehen; hingegen sind bei Utklippan (Holmström S. 46) durch eine Verschiebung der Skala die

---

hier nicht eingegangen werden kann. Nur die Zweifel von E. Robert, Bravais Reisegeossen in Skandinavien (Suefs II 19 f.), und das gewaltsame Aufflammen der Desiccationstheorien im Jahr des Aberglaubens 1816 (Suefs II 16) seien hervorgehoben; letzteres deswegen, weil es auf dem Gipfelpunkt einer feuchten Periode, also durchaus widersinnig, eintrat.

Beobachtungen der letzten mindestens zehn Beobachtungsjahre um drei Zoll zu groß ausgefallen, in Wirklichkeit ist also der Betrag der „säkularen Hebung“ noch etwas größer, als ihn Forfsman angiebt. Für Bornholm kommt auch Holmström (S. 43 ff.) zu dem Schluss, daß mit Ausnahme einer Stelle (Rökilde) die Beobachtungen für eine negative Strandverschiebung sprechen; in Karlskrona steht der Ansicht der Hafenbeamten, daß das Mittelwasser konstant sei, die entgegengesetzte der Schärenhof-Bevölkerung entgegen, die freilich vielleicht auf Verlandungen mit beruht<sup>1)</sup>. Wenn eine Felsmarke 1872 bis 1886 ein Sinken des Landes bei Simrishamn zeigt, so ist wohl Zeitdauer und Epoche der Beobachtung zu kurz und ungünstig. In Kalmar (97 n.) ist die „Hebung“ für die Zeit zwischen 1844 und Ende der 80er Jahre durch die Felsmarken wie durch die Fixpunkte der Schlossmauer erwiesen. Der Stafsten endlich zeigte bei sechs Messungen zwischen 1749 und 1871 mindestens kein Vorrücken des Meeres, eher einen Rückgang. Doch ist dieser Fixpunkt für Horizontalmessungen als solcher weniger beweisend. Das Gesamtergebnis dieser Beobachtungen ist zum mindesten, daß von einer allgemeinen Senkung des schwedischen Südens keine Rede sein kann.

Mit der Schaukelbewegung fiel ein Gesichtspunkt, der es verhinderte, das Meer als Bewegtes zu denken, da eine Aufstauung desselben im Süden ohne vorangegangene Veränderungen des Festlandes kaum denkbar erschien. Zugleich erschütterte Forfsman durch die Ergebnisse der Pegelbeobachtungen die allgemeine Ansicht, daß die Niveauverschiebung nach Norden hin intensiver werde. Indes hat gerade dieses Moment den Umschwung der Ansichten zu Gunsten des Meeres weniger beeinflusst, da infolge der neueren Vorstellungen über Sphäroid-Deformationen und Attraktionswirkungen ein solches Verhalten nicht mehr unvereinbar erschien mit der Annahme, daß das Meer sich bewege.

Für den entscheidenden Anstoß zur neuerlichen Erwägung der Frage, ob nicht doch eine Verschiebung des flüssigen Elementes vorwalte, halte ich gerade diese Anschauungen vom Geoid, wie sie durch die Unternehmungen Ph. Fischers, Listings u. a. herrschend wurden. Es war physikalisch möglich geworden, daß das Meer an einer Stelle höher steht, an einer Stelle rascher sich verändert, als an der andern. Die örtliche Verschiedenheit der Strandverschiebung hörte

---

<sup>1)</sup> Daß das Mittelwasser 1877–86 in Karlskrona um 14 cm höher war als das „langjährige Mittelwasser“, das man Holmström (96) 1868 als solches bezeichnete, ist kein Beweis einer positiven Niveauveränderung, sondern eine Schwankungsphase, die wir später als solche hervorheben werden.

somit auf ein Argument für die „Hebung“ des Festlandes zu sein. Das Schiefstehen der Ostsee wurde vielmehr ein Postulat der neuen Theorien, und die Erosion der Ströme, die das Land abtrug, bekam nicht mehr die Aufgabe, das Meer an seinen Küsten zu erhöhen, sondern es vielmehr zu erniedrigen. Dafs das in den bestgespeisten inneren Teilen der Ostsee am raschesten geschehe, erschien durchaus glaublich. Und auch in der Gegenwart, nachdem die Sphäroid-Deformation auf ein weit geringeres Mafs zurückgeführt ist, als ihre älteren Vertreter annahmen, behauptet jener Anschauungskreis seine Berechtigung. Es ist kein Zufall, dafs einer seiner ersten Vertreter, v. Bruchhausen, auch schon (Neues Jahrb. 1848, 299 ff. u. 1850, 824) die Niveauveränderungen in Skandinavien und der Ostsee mit den Hochwassern, d. h. der später sogenannten Kontinentalwohle, in Zusammenhang bringt<sup>1)</sup>. Pencks Arbeit von 1882, welche die postglaciale Hebung vom Abschmelzen des Binneneises herleitet, wurzelt ebenso in diesem Gedankenkreise, wie die seit 1880 von Ed. Suefs ausgesprochenen bewundernswerten Ideen über die Eigenbewegungen des Meeres.

Auf ein letztes Moment, das bei Suefs wohl als der leitende Gedanke bezeichnet werden darf, sei nur in aller Kürze hingewiesen: es ist die konsequente Durchführung der Runzeltheorie, die zum Ausschluß jeder Vertikalbewegung, also auch einer „Kontinentalbewegung“ im Sinn Buchs und Lyells, führt. Bei der Erörterung der Kräfte, die Suefs an ihrer Stelle setzt, müssen wir streng unterscheiden zwischen den allgemeinen Anschauungen über die Bewegungen des flüssigen Elementes, die ich im Folgenden als „Theorie von Suefs“ bezeichnen will, und dem, was ich seine „Ostsee-Hypothese“ nenne, dem speziellen Erklärungsversuch des speziellen Phänomens. Die Richtigkeit der einen bedingt weder die der andern, noch schließt sie dieselbe aus. Die Theorie von Suefs hat ihre Vorläufer in Swedenborg und Celsius, die Ostsee-Hypothese in Hjärne und Nordenankar. Jene besagt, dafs in der Gegenwart im großen Ganzen in hohen Breiten negative, in niedrigen aber positive Verschiebungen der Strandlinie erfolgen, dafs ihnen aber noch in der Zeit nach der größten Vereisung des Nordens eine positive Bewegung vorangegangen sei. Glaciale, postglaciale und gegenwärtige Niveauverschiebungen

---

<sup>1)</sup> Vgl. auch sein bei Penck, Schw. d. Meeressp., angeführtes Manuskript a. d. J. 1846. In den 24 Thesen von 1848 spielt, neben der von ihm schon vorher vertretenen Periodizität der Eiszeiten und den Temperatur-Veränderungen der Erde als Ursachen der Hebung und Senkung, auch die Vermehrung der Kontinentalmassen durch die Eisdecke ihre Rolle.

Skandinaviens sind nur Phasen in einer großen allgemeinen Oscillation des Meeres, die bald polwärts, bald äquatorwärts gerichtet ist. Angeregt durch Suefs ist auch jene neueste Hypothese von Norden-skiöld, die — vorläufig bloß in aphoristischer Andeutung — die Gedanken Newtons und Maillets wieder aufnimmt und deren wir schon oben (S. 13) gedacht haben. Die Ostsee-Hypothese hingegen ist nur ein einzelnes Glied in der großartigen Kette von Beweisgründen und Erwägungen, durch welche Suefs die Annahme einer Kontinentalhebung und ihr skandinavisches „Paradigma“ zu entkräften sucht. Jedes einzelne Beispiel, das zu Gunsten jener Theorie vorgebracht wurde, findet seine spezielle Erklärung in diesem System; wie die Entstehung der Strandlinien in Norwegen, ist auch das Sinken der Ostsee ein lokales Phänomen. Wir haben hier einen Binnensee oder eigentlich eine Reihe von Binnenseen, die höher liegen als das Meer, und die allmählich in einander und in das Weltmeer abfließen, solange bis sie zu seinem Niveau herabgesunken sind, die also eine große Flußmündung darstellen. Aber nicht in Veränderungen, die den Abfluß umgestalten, sucht Suefs die Ursache dieses Sinkens, sondern in einer Abnahme der Zufuhr, für welche klimatische Ursachen verantwortlich gemacht werden müssen.

Alte historische Zusammenhänge bestehen auch bei wissenschaftlichen Problemen zu Recht, um so mehr wenn sie innere Gründe unterstützen. Und so ist es weder Suefs, noch seinen Gegnern möglich, das Ostsee-Problem allein zu behandeln, ohne Ausblick an die Küsten Norwegens und ohne Rückblick in die vorhistorische Zeit Skandinaviens. Auch wir werden nicht ganz darauf verzichten, Anregungen zu folgen, die aus den großen Problemen der eustatischen Bewegungen und der Umsetzungen des Meeres, oder die aus der Erörterung der norwegischen und schwedischen Strandlinien durch Suefs, Pettersen, Sandler, Hansen, Reusch, Högbom u. a. oder endlich aus den Untersuchungen über postglaciale Niveauveränderungen Schwedens hervorgehen, in denen vor allen de Geer seinen Scharfblick bekundet hat. Die Analogie jener Vorgänge, sei es daß man sie als Land- oder Wasserbewegung deute, ist auch bei der Besprechung der Ostsee-Hypothese nicht abzuweisen<sup>1)</sup>. Selbständig aber gilt es, die Frage zu beantworten: „welches Zeugnis geben die gegenwärtigen Vorgänge an

---

<sup>1)</sup> Auf der anderen Seite ist aber durch Suefs wieder besonders scharf hervorgehoben worden, daß die heutige Strandverschiebung nicht notwendig aus geologischer Vorzeit her sich fortzusetzen braucht, sondern auch erst seit kurzem in Gang sein kann, wie dies für Stockholm schon A. Erdmann, ja Lyell und für Vesterbottn neuerlich (G. F. F. 1887) Högbom vertreten haben.

der Ostsee selbst in dem Kampf um Theorie und Ostsee-hypothese von Suefs ab?“

Auch diese Frage wurde bereits aufgeworfen. Leonhard Holmström hat die Ergebnisse der Felsmarken- und Pegelbeobachtungen in Schweden zusammengefaßt und seine Überzeugung dahin ausgesprochen (Nord. Tidskr. 15 ff., Om strandlin. 81 ff.), dafs wenn auch die Strandverschiebung nach Penck nicht das Ergebnis einer einzigen Kraft, sondern des Zusammenwirkens zahlreicher Ursachen sei, doch sie „im allgemeinen durch Annahme einer fortdauernden Senkung des Meeresspiegels erklärt werden könne“. Das gilt ihm sicher vom Botnischen Busen, im ganzen auch von der Ostsee im engeren Sinne. Lockerer, aber doch wohl vorhanden, sei der Zusammenhang mit den Vorgängen im Kattegat. Als vornehmste Ursache sieht Holmström die Abnahme der Speisung und die Vergrößerung der Abflüsse der Ostsee an, daneben mögen ein Sinken der Kontinentalwelle, lokale Verschiebungen im festen Gestein, Abtragung durch Erosion u.s.w. wirken. Auch er betont (S. 83) den Zusammenhang des Problems mit einem anderen: „Sollte nämlich eine andauernde negative Verschiebung an Norwegens Westküste erwiesen werden können, so wird das Phänomen ein solches von mehr allgemeiner Art und kann nicht auf dieselbe Weise erklärt werden, wie die Wasserabnahme im Ostsee-Becken“.

Durch Suefs ist unsere Streitfrage endlich mit jenem Problem verknüpft worden, mit dem sie hier gemeinsam behandelt werden soll, mit den „Klimaschwankungen“. Allgemein gefaßt lautet die Frage: Sind klimatische Veränderungen solcher Art, wie sie Suefs und Holmström annehmen, oder solche von anderer Art wirksam auf eine Niveauveränderung an den schwedischen Küsten? Hahn (Schwed. u. Norw. 342) hat ausgesprochen, dafs er die Klimaschwankungen in kürzerer Periode für ausreichend halte, die Beobachtungen zu erklären. Brückner und ich haben uns (Vhdl. d. IX. Deutsch. Geogr.-Tages in Wien 1891) dagegen in dem Sinn geäußert, dafs wohl solche Schwankungen vorhanden seien, daneben aber noch eine davon unabhängige Verschiebung der Strandlinie — und unter dem Eindruck unserer Ausführungen haben Penck (Vhdl. d. IX. Deutsch. Geogr.-Tages in Wien 1891 S. XVII) und Günther (Ausland 1892 S. 612 ff.) sich zu Gunsten der alten Hebungstheorie im Sinn einer „Aufblähung“ oder „Verbiegung“ des Landes ausgesprochen. Indem die folgenden Abschnitte dieser Arbeit diesen Gedankengang weiter verfolgen, wird ein Weg eingeschlagen, der als Umweg erscheinen mag. Ich gehe aus von den klimatisch verursachten Wasserstands-Veränderungen der Binnenseen und den Veränderungen des Klimas selbst. Wird der Gang der Untersuchung selbst dies recht-

fertigen müssen, so erübrigt hier noch auszuführen, ob und in welcher Weise diese beiden Phänomene bereits in früheren Zeiten mit dem bisher behandelten verknüpft worden sind, und ihre Berührungspunkte mit der Streitfrage um die „Wasserabnahme“ festzustellen.

Wir haben gesehen, wie die Beobachtung der „Wasserabnahme“ am Meer durch jene an den Binnenseen angeregt wurde. Der Vorgang erschien als derselbe hier und dort, solange man ihn als allgemeinen auffasste — waren doch die Seen selbst nach Swedenborg nur Reste des Meeres<sup>1)</sup>. Mit der lokalen Erklärung des Hjärne und Nordenankar freilich hatte eine Abnahme der Binnenseen nichts zu thun; — aber diese Anschauung wurde erst spät herrschend. Die Gegner der Wasserabnahme bestritten diese natürlich auch an den Binnenseen. So werden letztere zunächst in gleicher Weise in die Erörterung für und wider gezogen wie das Meer; man gewahrt aber bald, daß die deutlichen Schwankungen an ihnen die Beobachtung erschweren und, als die Felsmarken der Meeresküste exakte Ergebnisse versprechen, wird auf die Seen nur mehr gelegentlich zurückgegriffen. Einzelbeobachtungen liegen überhaupt fast nur vom Mälär vor. Hier aber erkennen wir, daß die Entwicklung genau dieselbe war und die Sichtung der Argumente, vor allem die Ausscheidung der Verlandungserscheinungen sich in gleicher Weise vollzog wie am Meer. Dazu kommen aber noch die lokalen Erklärungsversuche durch Abflufsveränderungen, die uns erst in einem anderen Zusammenhang beschäftigen können.

Aus der Menge der Gewährsmänner von Verelius an, die uns bei Ekholm und Hjärne genannt werden<sup>2)</sup> und die uns eine fortdauernde

<sup>1)</sup> Die Entwicklung der Vorstellung „Reliktenseen“ im Norden zeigt folgende Stufen: 1) Alle Lebewesen der Hochgebirgsseen rühren von einstiger Meeresbedeckung her (Swedenborg). 2) Salmociden, die zufällig in Binnenseen abgedämmt wurden, haben sich dem ganzjährigen Süßwasserleben angepaßt, also sind wohl die Binnensee-Arten dieser Fische überhaupt nur Varietäten der marinen und Zeugen der einstigen Meeresausdehnung (Ekdahl); die Salmociden im Wener können nicht über Trollhättan hinaufkommen, beweisen also, daß sie durch sehr rasche Hebung einst abgesperrt wurden (K. E. v. Baer). 3) Salzwasser-Organismen (*Crustaceen*) in Binnenseen beweisen einstigen Zusammenhang mit dem Meer (Lovén, der dadurch-Lyells Ansicht von einer ehemaligen Meeresverbindung über die großen Seen bekräftigt.)

<sup>2)</sup> S. oben S. 16 und 17 f. Ekholm nennt: Verelius 1672, M. Celsius 1677, Rudbeck 1679, Vallerius 1693, Lundius 1700, Törner ebendamals, Enberg 1704, Benzelius ein paar Jahre nachher, Elvius 1717, Swedenborg 1719, Peringskiöld 1719, Hallman 1723, Biörner 1739, A. Celsius, Linné, Ihre 1745, Dalin 1747, Prof. Celsius 1751, O. Grau 1754. Hjärne I 129 führt Kolmoden, der nur Verwachsen des Sees erwähnt, und Brenner an. Die späteren Landschaftsbeschreiber fußen auf diesen älteren Berichterstatern und örtlichen Überlieferungen. Hervorgehoben seien Thamund Tollstorp.

Abnahme Mälarens bestätigen, wurden bereits Törner und Brenner hervorgehoben, die das Phänomen als allgemeines sämtlicher Binnenseen betrachteten. Bemerkenswert ist ferner Hallman 1728 (bei Ekholm S. 64 f.), der auf kleine Strandlinien und Wälle hinweist, die sich nach jedem Frühlingshochwasser beim Sinken des Sees bilden<sup>1)</sup>. Man finde sie um den Mälär wie Treppen bis zum Wasserspiegel herab. Strandwälle am Meer hatte schon Hjärne erkannt, und Linné schloß später aus einem ähnlichen Hintereinander kleiner Rücken in Gothland auf den Betrag der Strandverschiebung von Jahr zu Jahr (Öl. Res. 256 ff.). Linné ist auch ebenso wie sein Schüler Kalm von der andauernden Abnahme des Wener-Sees überzeugt. Ihre Beweisgründe sind teils geologischer Art, teils Verlandungserscheinungen<sup>2)</sup>, und dasselbe gilt auch von den übrigen vorgeführten Zeugen, obwohl die meisten derselben schlechthin von einem Sinken der Seen sprechen. Daneben begegnen wir bald auch (Abildgaard 1754 s. Handl. 1757, 223) Erwägungen in der Richtung, daß die Denudation der Berge, die den Seen Zuflüsse lieferten, die letzteren vermindern und zugleich die Ausfüllung der Seen befördern müsse.

Celsius (S. 48) und seine Nachfolger wenden unbedenklich seinen vertikalen „Maßstab“ auf die Binnenseen an, und man denkt auch bald an Felsmarken ähnlich wie am Meer. Die meist genannte ist die Ängsö-Marke von 1752 bei Stamdäl auf der schon damals (nach Grau) als stark anwachsend bekannten Insel Ängsö. Als ein noch geeigneteres Beweismittel sah man aber wenigstens von Seiten einer Partei den Runenstein von Aspö an, über den sich eine eigene kleine Literatur entwickelt hat<sup>3)</sup>. Benzelius hatte 1694 ihn zuerst als alte Wassermarken angesehen; die Frage nach dem Alter des Steines und dem Text seiner Inschrift rief dann eine lebhaftere Fehde hervor, in der außer Dalin namentlich der Heißsporn der Wasserabnahme-Partei, Erik Ekholm, entschieden für die hydrologische Deutung der Inschrift eintrat. Auch

1) Wo ein See sinkt, „läßt er in seinem früheren Niveau einen Rand, der aus den Auswürfen, Sand und Erde zusammengehoben, angeschwemmt und gewachsen ist“. Der Bauer kann aus diesen „Wasserlinien“ (*kanter efter vattnet*) im Sommer die Höhe der Frühlingsflut ersehen. Köpings Beskr. S. 23 ff. Bei Upsala entsprechen sich angeblich solche Linien an verschiedenen Hügeln der Höhe nach.

2) Kalm, Wästg. R. 49 (alter Strand 2 Faden über dem Ufer), 52 ff., 278. Linné, Westg. R. 19 (Austrocknen eines vom See gespeisten Grabens), 40, 43, 54, 63, 70, 242 f. C. F. Nordenskiöld (Tal 1758 s. Sw. Merc. 1759, 136) erstreckt ebenfalls die allgemeine Austrocknung auch auf die Binnenseen.

3) Ekholm, om Aspö Runsten, dessen Polemiken im Swänska Mercurius 1759 und Schlözer, Neueste Gesch., geben diese Literatur an. Den Text der Inschrift s. bei Lilienberg S. 11 und unten.

er hat schon bemerkt, daß im Lauf dieses Streites der oft beschriebene und gelegentlich eingemessene Stein unabhängig von seinem ursprünglichen Zweck zu einer Wassermarke für die letzten Jahrzehnte geworden war. Aus diesem Gesichtspunkt werden wir seiner, wie der Ängsömarke, zu gedenken haben.

Daß der Wasserstand des Mälars sinke, blieb auch allgemeine Überzeugung, als die „Celsianische Lehre“ in Verruf geriet. Man hütet sich bloß, eine bestimmte Entscheidung zu treffen, ob Wasserabnahme oder Ausseichtung durch Sedimente vorliege, und ist geneigt, was für den Mälars gilt, von den anderen Seen auch anzunehmen. Dies ist der Standpunkt des Olof Grau (S. 6–9, 343, 348 ff., 662 f.) und der späteren Landschaftsbeschreibungen, deren eine die andere um so gewissenhafter ausschreibt, je leichter ihnen diese bequeme Unschlüssigkeit durch den Mangel naturwissenschaftlichen Verständnisses gemacht wird. Hingegen sprechen sich die entschiedenen Gegner der Wasserabnahme, wie Browallius, auch gegen das Sinken der Seen aus (S. 97 ff., 111 ff., 229 f.), soweit sie es nicht anders zu erklären vermögen. Browallius betont hier besonders die Wirkungen der Sedimentation und das Gleichgewicht zwischen der Verlandung an der einen und den Eingriffen des Wassers an der anderen Stelle. Marelius bestreitet entschieden jede erhebliche Veränderung der Binnenseen, wie die Wasserabnahme überhaupt (s. auch Praesidiäl 1784). Auch Runeberg scheint nichts von einem Sinken der Seen wissen zu wollen; er erwähnt nur eine Örtlichkeit in Finland (1769, 181 f.), wo eine Reihe von Strandlinien übereinander liegt, und erklärt dies nicht durch ruckweise Wasserabnahme, sondern aus einer durch Erosion des Abflusses herbeigeführten raschen Entleerung oder durch ruckweise Hebung. Mit Runeberg und Ferner klingt somit zuerst der Gedanke einer Niveau-Veränderung des Uferlandes auch als Erklärung für ein Sinken der Binnenseen an. Vorsichtig entwickelt finden wir ihn wieder bei Joh. Fischerström in seiner Monographie über Mälaren 1785 (S. 325–330). Er führt zu den üblichen Beweisstücken auch noch solche für eine wirkliche Vertikalverschiebung der Strandlinie an, Emporsteigen von Uferwänden und Klippen über das Wasser. Statt „Verlandung“ und „Wasserabnahme“ will er lieber „Raumveränderungen des Wassers“ (*vattenflyttning*) annehmen, wobei er ähnlich wie Linné und Philaethes (1759) für das Meer an eine Austiefung des centralen Seebeckens denkt (der ungeschickte Ausdruck „Einschneiden“ darf uns nicht irre machen). Aber auch die Beobachtungen der Wassermarken sind ihm nicht zuverlässig genug; „bleibt denn auch die Lage der Berge untereinander unverändert, können sie nicht vielleicht einer Senkung unterworfen sein?“

Aus diesen Gründen ist es ihm schließlich (329) doch nicht sicher ausgemacht, ob der See früher höher stand oder nicht.

Mit dem Durchbruch der Kontinentalbewegungs-Theorie wurde die Notwendigkeit dringender, für das von Traditionen und Landschaftsbeschreibungen fort behauptete Sinken einzelner oder aller Seen eine neue Erklärung zu geben. Soweit man dasselbe zugab, boten sich dazu mehrere Wege. Entweder konnte man sich einfach ein Aufsteigen der Uferwände aus dem Grund heraus, die Seen selbst als Graben denken — oder eine Entleerung der Binnenseen infolge der Hebung, sei es durch Deformation, sei es bloß infolge der Tieferlegung der Erosionsbasis und der dadurch beschleunigten Erosion der Abflüsse. Hausmann und Bedemar blieben auch hierin unbestimmt. Eine Abnahme der skandinavischen und bei Hausmann auch der dänischen Seen<sup>1)</sup> dauert noch heute an, ihre Ursache aber ist der Rückzug des Meeres, dessen Reste sie sind und mit dessen Zurückweichen von der Küste die Seen gleichen Schritt halten. Vielleicht deutet diese Äußerung Hausmanns darauf hin, daß die Erosion der Seeabflüsse durch das Sinken des Meeres erleichtert wird. Berzelius (Ber. II 127 XIV 387) sah das Sinken des Mälars „das in allen Ecken dieses Sees so sichtbar ist“ als Folge der Strandlinien-Verschiebung und als sichersten Beweis derselben an. Der See liege nur soviel über dem Meeresspiegel, als ihn seine Zuflüsse anzuschwellen vermöchten; er folge daher dem Sinken des Meeres so lange, bis „das letztere einmal so niedrig wird, daß sich der Mälars-See mit einem Falle in dasselbe ergießt“. Das setzt voraus, daß die Abnahme des Sees gleich oder kleiner sei, als jene des Meeres. Lyell hingegen (S. 11) bemerkte richtig, daß das Sinken am Mälars während der letzten Jahre stärker gewesen sei, als am Salzwasser (bei Skeppsbron). Da auch er der Ansicht war, daß der Mälars mit dem Meer sinke, d. h. wegen seiner Lage hart am Strande von der allgemeinen Hebung mit betroffen werde, mußte er das Mehr durch Veränderungen im Abflusse des Sees erklären. Er meinte, die Abtragung der alten Stockholmer Brücke und der Södertelge-Kanal hätte den Ausflusse freier gemacht. Ekdahl (S. 32 und 36) sagt ausdrücklich, der Mälars bemühe sich durch Erosion (*nötning*) sein Niveau mit dem des Meeres gleich zu stellen — die Differenz im Sinken beider Wasserspiegel erschien wohl auch ihm ganz unerheblich — und das werde solange dauern, bis der Fluß nicht mehr in lockeren Boden, sondern in festes Gestein einschneide, worauf sich die Erosion verlangsamen werde. Die Untersuchungen Erdmanns

---

<sup>1)</sup> Hausmann I 84 f., 226, II 322, 361, IV 324, V 190; Bedemar I 27, 295 f. (Strandterrassen am Mjösen). Catteau-Calleville I 170 hält alle Seen für konstant.

schiene dann zu ergeben, daß die Höhendifferenz zwischen Mälär- und Meeresspiegel sich seit 1819 nicht mehr verändert habe, während spätere Arbeiten, wie von Knös und Lilienberg, für den See ein stärkeres Sinken als für das Meer ergaben. Danach wechselten die Meinungen über die Ausflufsveränderungen, denen man daran jederzeit Schuld gab.

Die Verhältnisse am küstennahen Mälär mit seinem kurzen reifsenden Abflufs sind grundverschieden von jenen der Binnenseen des Inneren, an deren Abflüssen die Erosion sich auf gröfsere Strecken verteilen mufs. Trotzdem wurde auch für diese ab und zu eine Abnahme behauptet, auch als die Hebungstheorie herrschend geworden war. So bekämpft z. B. Allvin (28) derartige Ansichten über Wetter, und Lilienberg (18) führt die Behauptung ungenannter Gewährsmänner an, daß die großen Seen Mittelschwedens 2 Fufs säkulare Abnahme zeigen. In welcher Weise diese angebliche Veränderung als Folge der Hebung aufzufassen ist, darüber waren die Ansichten verschieden. Wir haben bereits den Gedanken Johnstons hervorgehoben, wonach die Seen landein rascher gehoben werden, das Wasser also an einem Ende, wie beim Issikkul, zusammen gedrängt, und so das Abfliefsen beschleunigt wird. Fehlt hingegen eine Centralzone der Hebung, erscheint vielmehr die letztere nach Ort und Zeit in unregelmäßiger Weise verschieden, so mufs doch hier und da eine Deformation der Wasserspiegel und zwar in verschiedenem Mafsstab eintreten. Aus solchen Erwägungen schlugen Erdmann und Lovén 1850 vor, Felsmarken an den Seen anzubringen, welche als Seismometer für lokale Hebungen dienen sollten. Wirklich traten solche ins Leben, aber leider gerieten sie vollkommen in Vergessenheit. Andererseits nahm Erdmann (Bidr.) Aufstauung der Seen durch Äsar und Entleerung derselben durch wiederholte Durchbrüche an. In den späteren Stadien der Entwicklung sah man von den Binnenseen aufser Mälären ganz ab, und nur Lilienberg hat auch für diese die säkulare Senkung des Wasserstandes berechnet, ohne aber auf ihre Ursachen einzugehen. Die Annahme von Suefs, daß die Ostsee infolge abnehmender Speisung sinke, lenkt nunmehr das Auge wieder auf diese Seen.

Klimaveränderungen von einer gewissen Konstanz, sogenannte „säkulare“, sind in Skandinavien nicht weniger oft angerufen worden, als anderwärts. Zunächst unabhängig von der Theorie der Wasserabnahme. Wie überall, erwuchs zuerst das stolze Bewusstsein, daß der Mensch durch seine Kulturthätigkeit das Klima „verbessert“ habe, und später die Besorgnis, ob nicht vielmehr das Übermafs dieser Thätigkeit durch Entwaldung und Austrocknung eine „Verschlechterung“ des Klimas hervorrufe. Die Lehre von der Wasserabnahme schien dazu angethan, ihre Anhänger ins Lager der Klima-Pessimisten, ihre Gegner

in jenes der Klima-Optimisten zu führen. Trotzdem scheint man sich dieses Umstandes nicht recht bewußt geworden zu sein; der Optimismus überwog und daneben die Periodensucherei. Es steht ziemlich vereinzelt da, wenn einer der Forschungsreisenden der „Wasserabnahme-Theorie“ auf seinen Wanderungen bei den ältesten Leuten systematische Umfrage nach Witterungsveränderungen hielt, wie dies P. Kalm in Bohuslän gethan hat. Er bekam die gewöhnlichen pessimistischen Antworten (Wästg. Resa 84, 90, 167; 120, 122); Schlusfolgerungen zog er nicht. Man sieht aber, daß er wenigstens einen gewissen Zusammenhang zwischen Wasserstand und Klima ins Auge gefaßt hatte. Der nahe liegende Gedanke, daß die allgemeine oder lokale Wasserabnahme von einer Abnahme der Luftfeuchtigkeit herrührt, ist meines Wissens nirgends bestimmt ausgesprochen worden.

Als dann die Beobachtungen eine Zeit lang in Gang waren, suchte man aus ihnen die Bestätigung der Annahme, daß der Anbau das Klima mildere. Es würde zu weit führen, alle die Autoren anzuführen, die auf Grund kürzerer Perioden eine Verschiebung in den Jahreszeiten vertraten, zumal wir in den folgenden Abschnitten diesem Problem noch näher zu treten haben. Das Ergebnis der Vergleichen war zumeist dem Klima-Optimismus nicht besonders günstig. P. Wargent in, dessen Ansehen und Verdienste um die meteorologische Forschung in Schweden uns berechtigten, ihn besonders hervorzuheben, meinte (1778 S. 17) auf Grund der Beobachtungen ein Kälterwerden der Winter, aber ein Milderwerden der Herbste annehmen zu dürfen. Auch der Frühling sollte später eintreten, als vorher. Diese Vorstellung wurde ziemlich allgemein, wir finden sie z. B. bei Fischerström 1785 (S. 358). Sie beruhte zum großen Teil auf der damaligen Phase der Klimaschwankungen, wie denn die Klagen über Verschlechterung des Klimas gerade in den feuchtkalten Zeiten um und nach 1770 und nach 1800 besonders lebhaft auftreten — hier, wie in andern Ländern (vgl. Ehrenheim 14). So hatte schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts Kratzenstein (bei Ehrenheim 18) ein Sinken der Mitteltemperaturen in Dänemark behauptet und gezweifelt, ob es von der abnehmenden Schiefe der Ekliptik oder von der Abnahme der inneren Erdwärme herrührt, welch letztere noch bei Ekdahl eine erhebliche Rolle spielt. Gifsler (bei Ehrenheim 170) zweifelte, ob nicht „die Kälte“ von Jahr zu Jahr sich mehr vom Nordosten nach Südwesten vorschiebe, wie die ertragsarmen Jahre und die heftigeren Niederschläge (*de strängare meteora*) dies thun. Und ganz ebenso lebhaft finden wir die Ansicht vom Schlechterwerden des Klimas zu Anfang unseres Jahrhunderts, als L. v. Buch und Bedemar Material über diese „in ganz Skandinavien verbreitete Ansicht“ sammelten. Ersterer (I 365 ff.) bestritt ihre Richtigkeit, da alle

diese Veränderungen „beweglich seien wie das Element, in dem sie vorgehen“ und man, wie er prophetisch hinzufügt, in einigen Jahren vielleicht wieder „an eine entgegengesetzte Progression in Temperaturveränderungen“ glauben werde. Bedemar hingegen (I 105) war theoretisch überzeugt davon, daß die Kälte an den Polen in größeren Zeiträumen zunehme. Nach seinen Erkundigungen in Norwegen (I 43 ff., 105, 165 ff., 184 f., 205, 225 n. 253; II 9, 15, 76, 83, 171 ff.) verschieben sich die Jahreszeiten, die Extreme werden weniger scharf, erhalten sich aber in längerer Andauer; die Gletscher sollen zunehmen, die Flüsse und vielleicht der Regen abnehmen u. s. w. Er erkennt übrigens, daß sich seine Nachrichten theilweise widersprechen. Die Vegetationsverhältnisse sollen sich so verschlechtern, der Sommer kürzer werden, aber die Mitteltemperatur nimmt vielleicht zu. Unter mancherlei lokalen und kosmischen Erklärungen führt er die Abholzung an, während der Anbau nach den Worten eines seiner Gewährsmänner, Hertzbergs in Hardanger, hier seinen sonstigen „mildernden Einfluß“ nicht geltend macht. Ein Zusammenhang mit den Wasserstands-Veränderungen der Flüsse schwebt ihm, wenn auch undeutlich, vor. Klagen über Verschärfung der Witterungsextreme, ungünstige Umgestaltung der Vegetationsverhältnisse und Versumpfung aus der Zeit um 1820 führt auch Ehrenheim (14, 178) an.

Daneben suchte man auch im Norden eine Periodizität der Witterung nachzuweisen. Wie von selbst bot sich zunächst die 19jährige Periode, nach welcher Sonnen- und Mondjahr zusammenfallen, und manche der ältesten schwedischen Beobachter meinten in der That, daß nach Ablauf dieser Zeit dieselbe Witterung wiederkehren werde, eine Erwartung, der die Enttäuschung auf dem Fuße folgte, die man aber nicht sofort aufgeben wollte (Bjerkander Handl. 1776, 299).

Verwickeltere Perioden, wie die 8 bis 9jährige Toaldos mit ihren Vielfachen und Unterperioden, fanden im Norden keinen Boden. Ehrenheim, der hier als Sprecher der Gesamtheit gelten kann, läßt die 19jährige und vielleicht eine hundertjährige nach Pfaff zu, letztere für die strengen Winter, ohne sich doch sonderlich dafür einzusetzen.

Neben diesen theoretisch vorausgesetzten und dann erst aus den Beobachtungen erläuterten Perioden richtete sich schon früh das Augenmerk auf die in der Natur vorliegenden Aufeinanderfolgen gleichartiger Jahre von unregelmäßiger Dauer, deren Verfolgung die Theorie der Klimaschwankungen von Brückner entstammt ist. Es gehört in diesen Gedankenkreis, wenn Vassenius 1758 die Schwankungen des Wener-Sees einerseits als klimatisch bedingt erklärt, anderseits ihnen eine regelmäßige Periodizität abspricht (s. unten), wenn dann Andre, wie Marelius, Hagström u. s. w. seine Ansicht festhalten, und wenn der

Norweger Smith (in Upsala? 1817, citiert n. Nature XXV 449 London) anlässlich einer Betrachtung der Gletscherschwankungen darauf hinweist, dass in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts milde Winter in Skandinavien herrschten, während die Vorstofsjahre 1740 bis 1742 besonders streng waren, und ihnen noch mehrere harte Winter und schlechte Sommer folgten. Schließlich gehört hierher auch mehreres aus den systematischen Untersuchungen über die Veränderlichkeit des Klimas im Norden, welche der Schwede Baron Ehrenheim (1824) und der berühmte dänische Pflanzengeograph Schouw (1824 und 1827) veröffentlichten.

Ehrenheim gelangte an der Hand der meteorologischen Beobachtungen zu dem Schlufs, dass in Schweden und Finland die Temperatur im Mittel abgenommen, ihre Extreme sich gesteigert hätten. Die Jahreszeiten hätten sich verschoben, so dass Winterkälte und Sommerwärme später beginnen, ebenso das Auftauen des Eises an Binnenseen, ein Faktor der neben Verschiebungen des Ernte-Termins schon früher hervorgehoben worden war. Über den Niederschlag und die Verdunstung erlangte er keine übereinstimmenden Angaben. Das Wetter ist im ganzen (110) unbeständiger und unfreundlicher geworden. Mit Rücksicht darauf, dass die Beobachtungsreihen kaum mehr als eine feuchtkalte und eine trockenwarme Periode umfassten, sind seine Ergebnisse für längere Zeiträume, die er nur zagend vorbringt, wichtiger. Da sollen die Winter kälter, die Sommer wärmer werden, die Extreme sich also verschärfen, Gletscher und Polareis zunehmen, die „Frostgrenze in der Atmosphäre“ herabgehen (184), so dass trotz der von ihm verfochtenen Kompensation der Witterung zwischen Mitteleuropa und den nordwestlichen Polarländern sich doch eine andauernde Abkühlung der Nordhemisphäre ergäbe. Ob dieselbe aber für alle früheren Jahrhunderte ebenfalls gilt, ist ihm zweifelhaft, da er Gründe findet, eine Schwankung des Klimas in gröfseren Zeiträumen wenigstens als Möglichkeit anzudeuten. Wir haben auf diesen Punkt noch zurückzukommen. Hier sei nur bemerkt, dass Ehrenheim (195 ff.) wesentlich auf Grund der „kalten Winter“ und „warmen Sommer“ annimmt, das 12. Jahrhundert stelle den Kulminationspunkt der europäischen Temperatur dar, das 15. aber ein Minimum. Die Kälteextreme würden hierauf wieder seltener, bis vielleicht das 18. und insbesondere das 19. Jahrhundert eine Steigerung der extremen Werte sowohl der Kälte, wie der Wärme bringt. Eine Periode von bestimmter Dauer daraus abzuleiten, wagt er um so weniger, als er sich (vgl. z. B. 205 f.) der möglichen Einwände gegen diese seine zweifelnd ausgesprochene Vermutung wohl bewußt ist. Auch die Idee einer Beziehung zwischen den grofsen Wasserbecken und den Klima-

veränderungen klingt bei ihm an. Der Hochstand des Kaspischen Meeres um 1730 und sein Fallen um 1770 sind ihm Ursache der gleichzeitigen und folgenden Klimaschwankung. In diesem Sinn würde also ein Sinken des Meeres auf das Klima zurückwirken, worüber Ehrenheim sich jedoch nicht eingehender ausspricht.

In ebenso lockerer Fassung begegnen die beiden Gedanken der Klimaschwankungen und der Beziehung zwischen Klima und Wasserständen bei Schouw. Bekannt ist seine Stellungnahme gegen jede einseitige Veränderung des Klimas sowohl innerhalb der Beobachtungsdauer, wie in weiterer historischer Zeit, während er sie für geologische Zeiträume zugesteht. Diese dreifache Zeitrechnung scharf auseinander gehalten zu haben (Afh. II S. XXXIX ff.), ist eines seiner wesentlichen Verdienste. Indem er Ehrenheims Reihen einer strengen Kritik unterzog, wurde er darauf aufmerksam, dafs oft mehrere aufeinanderfolgende Jahre sich von vorhergehenden Gruppen in gleichem Sinn unterscheiden, und dafs also die Mittel kleinerer Zeiträume Schwankungen aufweisen. Da er indes bei der Untersuchung, ob hierin eine Periode vorliege, nicht Mittelwerte gleich grofser Jahresgruppen, sondern die einzelnen Jahre verglich, sah er wesentlich nur kürzere Schwankungen. Besonders fiel ihm eine kalte und ruhige Siebenjahrsperiode 1803—9 auf, er suchte aber für die Temperatur „Kulminationsjahre“ warmer Zeiten und „Anfangsjahre“ der kalten. Die Lage der ersteren 1766, 1779, 1794, 1822 und der letzteren 1767, 1784, 1803 zeigte, dafs keine Periode von bestimmter Dauer vorliege. „Die Abwechselung der ruhigen und unruhigen Perioden“ (d. h. solcher von andauernder Kälte und solcher mit lebhaften Verschiebungen zwischen den einzelnen Jahresmitteln) ist ihm jedoch „unverkennbar“. Für die Regenperioden vermutet er Oscillationen von gröfserer Dauer und längere Zeiträume konstanten Verhaltens. Er setzt sie (zweifelnd mit Rücksicht auf sein geringes Material) folgendermassen an: 1751—63 wenig Regentage, 1769—76 feucht; 80er und 90er Jahre wenig Regen, bis etwa 1811 oder 17 wieder viel; dann trockene Jahre. Brückners Epochen sind 1760, 1780, 1800, 1820. Schouw war sich überdies auch der Übereinstimmung dieser Schwankungen unter einander in Dänemark, Schweden, ja auch in England und Frankreich wohl bewufst. Er war also durchaus auf dem in der Gegenwart insbesondere seit Sonklar verfolgten Wege. Weniger deutlich war ihm die Beziehung solcher Niederschlags-Veränderungen zum Problem der Wasserabnahme an den Küsten, durchaus klar hingegen soweit dieses an den Binnenseen erörtert wurde. Denn er zieht die dänischen Seen in die Erörterung der Frage nach einer Abnahme des Niederschlages herein.

Seither ist die Frage nach Klimaveränderungen ein Gegenstand

der Erörterung in ganz Europa geworden; ihre weitere Geschichte hat Ed. Brückner in umfassender Weise behandelt. In Berührung mit dem Problem der Strandverschiebung trat sie nur mehr in geringem Maße, nachdem einerseits die „Entwaldung“ als Ursache der einen, andererseits eine von der Wassermenge unabhängige Kontinentalbewegung als Ursache der anderen erklärt worden war. Ob eine Wirkung der Entwaldung das schwedische Klima umgestaltet hat, ist erst seit Suefs' Ostsee-Hypothese wieder von Bedeutung für unser Hauptproblem geworden; wir werden darüber an der Hand von E. Hambergs Untersuchungen und selbständig auf Grund der Wasserstandsbeobachtungen zu sprechen haben. Die Kontinentalbewegung aber konnte mit dem Klima nur in umgekehrtem Sinn verknüpft werden, wie mit der Wasserabnahme: sie konnte nicht Folge, wohl aber Ursache einer Klimaänderung sein. Als solche finden wir sie bei Ehrenheim angedeutet, wenn er den Kaspisee hereinzieht — indirekt auch bei Boll (Ostsee 64 ff.) wenn er gegen die Abnahme der Ostsee folgenden Einwand vorbringt: eine solche würde durch Verminderung des Meeres-Areals die Temperaturmittel zum Sinken bringen, (vermutlich indem die Verminderung des erwärmenden Wasserspiegels die Winterkälte steigert). Von einer solchen Klimaänderung aber sei nichts bekannt.

Ausführlicher sei zum Schluß einer anderen Gedankenreihe gedacht, welche die Niveauveränderung, sei sie nun „Wasserabnahme“ oder „Hebung“, zur Ursache klimatischer Veränderungen stempelt. Es ist dies die Erwägung, daß durch ein Herabsinken der Luft in den vom Meer verlassenen Raum oder durch ein Emporsteigen des Landes in kältere Luftschichten hinauf eine relative Verschiebung der Baumgrenze und der Schneegrenze eintreten müsse, das Klima der „gehobenen“ Landesteile also kälter und strenger werde. Theoretisch ist dagegen wohl nichts einzuwenden, sobald die Ausgleichung durch Luftströmungen nicht hinreicht, die Wirkung der relativen Höhenverschiebung aufzuheben, also insbesondere bei gleichmäßigem Aufsteigen in ruhige Luftschichten. Sobald aber eine solche Verschiebung natürlicher Höhengürtel als Tatsache angenommen und zur Begründung der Wirklichkeit einer Niveauverschiebung geltend gemacht wird, ist vor allem diese angebliche Tatsache als solche sorgfältig zu prüfen. Trotzdem soll in dieser Arbeit eine solche Prüfung nicht vorgenommen und die hierhergehörigen Theorien nur hier historisch dargestellt werden. Dazu führen 1) die Erwägung, daß für eine Veränderung der Schneegrenze ernsthafte Grundlagen der Erörterung fehlen; 2) der Umstand, daß Verschiebungen angedeuteter Art in der Baumgrenze allerdings zweifellos vorliegen, aber nur durch eingehende Untersuchun-

gen an Ort und Stelle der Einfluss menschlicher Eingriffe festzustellen ist, und daß eine solche Untersuchung von berufener Seite für die nächste Zeit in Aussicht gestellt ist, nämlich von Gunnar Andersson (G. F. F. 1892, 516); 3) endlich quantitative Erwägungen, die dieser Berichterstattung folgen sollen.

Schon Jessen (Norges Beskr. I 607 f. bei Keilhau 110) sagt im Jahr 1763: „Diejenigen, welche an die Wasserabnahme glauben, könnten eine Art Ursache dafür darin erblicken, daß wie das Wasser herabsinkt, die Atmosphäre niedersinken muß und infolge dessen die höheren Stellen in eine kältere und schwerere Luft kommen müssen.“ Hätte Jessen eine allgemeine Hebung des ganzen Kontinents angenommen, so hätte er — darin hat Keilhau Recht — auch dies Argument mit entsprechender Änderung festgehalten. Die Verschiebungen der Baumgrenze, aus denen es hervorgegangen war, sah auch Keilhau für erwiesen an.

Ekdahl (57 ff., 66 f.) war vom Herabgehen der Baum- wie der Schneegrenze überzeugt und beruft sich auf mancherlei Zeugnisse dafür in Norwegen und Schweden. Als Ursache sah er das Sinken (*undanfällande*) des Wassers an, „das wirken müsse, wie eine Hebung in die Schneeregion hinein“. Diese letztere haben denn auch neuere Forscher angenommen oder doch für möglich erklärt. So Svenonius in einer gelegentlichen Bemerkung (Stud. vid Sv. jökl. 30), so G. Andersson (G. F. F. 1892, 516—519), wenn er die postglacialen Verschiebungen der Baumgrenze nicht bloß von der allgemeinen Klimaänderung, sondern auch von der in gleicher Richtung wirkenden Niveaushiftung abhängig macht. Neuestens endlich ist auch dasselbe Argument vorgebracht worden, um die angebliche zunehmende Vereisung der Alpen seit dem Mittelalter zu erklären: nicht die Schneegrenze sinkt, sondern die Berge steigen über sie hinauf.<sup>1)</sup>

Daß dieser Faktor in großen Zeiträumen merklich werden kann, soll nicht geleugnet werden. Aber bei der gegenwärtigen Beschaffenheit der Beobachtungen sind seine Wirkungen zu gering, als daß sie überhaupt innerhalb der hier in Frage kommenden wenigen Jahrhunderte wahrgenommen werden könnten. Setzen wir die Verschiebung der Strandlinie, gewiß übertrieben, mit 3 m im Jahrhundert an, so ergibt sich für das Jahrtausend, das die christliche Geschichte

<sup>1)</sup> Rusche, *Ausland* 1891. S. 858. Schon Grange (C. R. 1848 XXVII 384, referiert N. Jahrb. 1848, 863) hatte allgemein ausgesprochen, daß Niveauperänderungen eines Kontinentes auch Veränderungen in der Erstreckung und Mächtigkeit der Gletscher bedingen müssen. Ideler (470 ff.) hebt hervor, daß sie die Grenzen zwischen Land- und Seeklima verschieben.

Skandinaviens umfaßt, ein Herabgehen der Schneegrenze in vertikaler Richtung um 30 m oder ein Aufsteigen des Landes in eine um 0,2 bis 0,3° Celsius kältere Luftschicht. Wendet man aber ein, daß — im Sinn Johnstons — die „Hebung“ in centralen Teilen des Landes viel größer sein könne, als an den Küsten, so sei auf de Geers Isoanabasen-Kärtchen von 1888 und seine Mitteilung 1891 (Bull. Geol. Soc. Am. III 66) verwiesen, wonach die höchsten spätglacialen Meeresreste, die gefunden wurden, in 213 bzw. 260—270 m Meereshöhe liegen<sup>1)</sup>. Die Hebung des Landinnern nach der Eiszeit, die doch schließlich hier allein in Betracht kommen kann, ist aber bislang nicht größer als etwa 50—60 m im Maximum gefunden worden (G. F. F. XII 100 Bull. G. S. Am. III 67). Wir dürfen also die Temperaturverschiebung während der ganzen Postglacialzeit kaum größer als 0,6° C. veranschlagen; ein solcher Betrag aber erlaubt uns weder eine merkliche Klimaveränderung während der letzten Jahrhunderte anzunehmen, noch auch gestattet er uns, wenn wir eine solche wirklich gewahr werden sollten, sie aus ihm zu erklären. Und deshalb soll von diesem anregenden Gedanken im folgenden ganz abgesehen werden.

Mit den letzten Erwägungen haben wir die Frage nach den Klimaveränderungen der Quartärzeit gestreift, die jetzt in Skandinavien unter der Führerschaft A. G. Nathorsts Gegenstand hervorragender Forschungen geworden ist und sich mit der nach den Niveauveränderungen in der Quartärzeit eng verbindet. Beide ragen in unser Untersuchungsgebiet herein, sobald sie historische oder doch prähistorische Zeiten berühren. Und auch insofern sind die Versuche einer klimatisch-geologischen Zeitrechnung der Glacial- und Postglacialzeit mit derselben verknüpft, als ja eine gewisse Geneigtheit, die zuletzt wirksam erwiesenen Kräfte der Vorzeit auch in der Gegenwart gleichsinnig wirken zu lassen, kaum unberechtigt ist. Der Name Blytt und die Theorie der wechselnden insularen und kontinentalen Klimate soll deshalb hier nicht unerwähnt bleiben, ebensowenig wie die Ansicht anderer Forscher, wie de Geer und Andersson, daß der Eiszeit bloß eine wärmere Periode gefolgt sei, der dann die gegenwärtige kalte Zeit der „postglacialen Hebung“ folgt. Es mag auch gesagt sein, daß mir die letztere gegründeter scheint, als die geolo-

---

<sup>1)</sup> Die Lufttemperatur eines gegebenen Ortes im Innern Skandinaviens war also infolge seiner Höhenlage noch während der Eiszeit bis zu 2° C. höher, als jetzt, soweit dem nicht die klimatischen Einflüsse des Eises entgegenwirkten. Mithin wäre zu der aus der Höhe der Schneegrenze abgeleiteten Temperaturerniedrigung während der Eiszeit hier noch ein die Niveauveränderung ausdrückender Posten hinzuzurechnen.

gische Zeitrechnung Blytts, von welcher daher in den folgenden Ausführungen kein Gebrauch gemacht werden soll.

Kehren wir zu dem Problem der Strandverschiebung zurück! Im Laufe seiner Entwicklung sehen wir es mehrfach verknüpft mit den Vorgängen an Binnenseen, wie mit jenen des Luftkreises. Was ist hier Ursache, was ist Folge? Dieser Frage soll näher getreten werden, indem die Vorgänge der Binnenseen, deren klimatische Ursachen zum Teil schon aufgewiesen sind, in Vergleich gebracht werden sollen mit jenen der Küste. Wir müssen sie aber zuerst selbst kritisch festlegen und die Faktoren kennen lernen, welche eine Strandverschiebung an den Seen und vielleicht auch am Meer verstärken oder verhüllen können. Es sind dies die Schwankungen in größeren und kleineren Zeiträumen. Nach einem Überblick der Beobachtungen sollen daher zuerst diese behandelt werden.

#### Zweiter Abschnitt.

Übersicht der Wasserstandsbeobachtungen an Binnenseen Skandinaviens und Finlands und der damit in Zusammenhang gebrachten anderweitigen Beobachtungsreihen.

Wie allenthalben, finden wir auch in Skandinavien auffallende Hoch- oder Niederwasser der Seen und Flüsse, außerordentliche Schwankungen ihres Wasserstandes<sup>1)</sup> und ähnliche Erscheinungen schon seit alter Zeit in Chroniken und Landschaftsbeschreibungen aufgezeichnet. Eine eingehende Beschäftigung mit diesen Vorgängen beginnt aber erst mit dem Auftreten des Problems der Wasserabnahme; — dieselben Männer, welche diesem wissenschaftlich näher traten, haben das Beobachtungsmaterial der Binnenseen zu sammeln und zu sichten versucht. Zwei fast gleichzeitige Arbeiten, Urban Hjärnes „*Tractatus de admirandis lacus Wetteri phaenomenis*“ und E. Sweden-

1) Die Bezeichnung vertikaler Verschiebungen des Wasserspiegels ohne Deformation desselben als „Seespiegelschwankungen“ bedarf nach Günthers Ausführungen in d. Mitt. K. K. Geogr. Ges. Wien XXXI 497 einer Rechtfertigung. Man verbindet allerdings mit dem Wort Schwankung eher die Vorstellung einer Bewegung um einen festen Punkt; allein das Wort hat sich im anderen Sinn ebenso eingebürgert, wie die verwandte Abkürzung „Gletscherschwankungen“. Es ist nötig als unterscheidende Bezeichnung für eine Hin- und Herbewegung in vertikaler Richtung im Gegensatz zu der einseitigen und dauernden „Verschiebung“ des Wasserspiegels. Letzterer Ausdruck kann also nicht in Frage kommen. Günther selbst zeigt den Ausweg, indem er die von ihm vorzugsweise sogenannten Schwankungen als „rhythmische Schwankungen“ bezeichnet. Daneben wäre der Schweizer Ausdruck „Seewallungen“ zu beachten.

borgs Abhandlung „*om Vennerns fallande och stigande*“, sind aber nicht zum Druck gelangt. Nach längerem Suchen vermochte ich wenigstens von der letzteren einen kurzen lateinischen Auszug in den Acta Upsalensia I. ausfindig zu machen, während Hjärnes Arbeit noch kurz vor dem Ableben des Verfassers 1723 von Tiselius als ungedruckte Quelle benutzt wird<sup>1)</sup>. So lange nicht ein glücklicher Zufall diese vielleicht bei den Akten der Akademie von Stockholm oder Upsala noch erhaltenen Manuskripte zu Tage fördert, sind wir für die älteren Zeiten auf gelegentliche Bemerkungen in verschiedenen Werken angewiesen, die andern Zwecken dienten und unter denen Hjärnes „beantwortete Fragen“ und Tiselius' Monographie über den Wettersee besonders zu nennen sind<sup>2)</sup>.

Tiselius hat in den Jahren 1720—22 auch den ersten Versuch wiederholter Wasserstands-Beobachtungen am Wettersee unternommen. Eine umfassende Reihe von Aufzeichnungen bringt uns aber erst die Arbeit des Birger Vassenius über Wenern 1758. Dieser treffliche Mann, der damals seinen Lebensabend in Wenersborg verbrachte, vermag teils nach eigener Beobachtung, teils nach Mitteilung, vorwiegend seines Bruders, für jedes Jahr seit 1698 eine knappe Schilderung der Wasserstandsbewegung und eine ebensolche meteorologische Charakteristik mitzuteilen. Ich gebe in Tabelle I seine Tabelle wort- und zeilengetreu wieder und füge hierzu eine Anzahl anderer, mehr gelegentlicher Wasserstands- und Eisbeobachtungen älteren Ursprungs. Mit den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts beginnen dann die ziffermäßigen Beobachtungen, welche in Tabelle II bis VI vorgeführt werden. Ehe ich sie, nach Beobachtungsorten angeordnet, bespreche, seien noch einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt.

Die Faktoren, welche neben den klimatischen Verhältnissen im engeren Sinn den Wasserstand beeinflussen und die daher von Fall zu Fall genau ins Auge gefaßt werden müssen, sind vor allem Wind und Luftdruckveränderungen, ferner die Abflusverhältnisse mit ihren künstlichen und natürlichen Verschiebungen, also insbesondere die Kanal- und Schleusenanlagen, endlich gewisse rückstauende Einflüsse, sei es des Meeres, sei es des Grundeises.

Die meisten Beobachtungsstationen liegen am Aus- oder Eintritt

<sup>1)</sup> Als ungedruckt auch erwähnt Act. Ups. I 114 — Nachruf an Hjärne ebendort 545.

<sup>2)</sup> Beobachtungen des J. Hesselius über Wenern und Wetterern erwähnen Act. Ups. I 115; — auch sie scheinen ungedruckt geblieben zu sein, beziehen sich übrigens kaum auf Wasserstands-Veränderungen von mehr als ephemerer Dauer.

eines Kanals in den betreffenden See; von den schwedischen Stationen mit längeren Beobachtungsreihen ist Wenersborg die einzige, die nicht an einer Schleuse liegt. Hierin mag man einen Einwand gegen die Zuverlässigkeit der Beobachtungen finden. Es ist aber zu bemerken, daß es sich nicht um Regulierungsschleusen, sondern um ausschließlich der Schifffahrt dienende Kammerschleusen handelt. Nur an der Stockholmer Södersluss befinden sich Vorrichtungen zum rascheren Ableiten von Hochwassern. Anderwärts habe ich nie gehört, daß man die Schleusen zu diesem Zweck ganz oder teilweise öffnen würde, und es dürfte sich dies auch durch die Rücksicht auf den Wasserstand unterhalb der Schleuse vollkommen verbieten. Dem See entzogen wird daher nur die geringe Wassermenge, die zum Befördern der Schiffe erforderlich ist. Dieselbe würde aber an so großen Wasserbecken ohne merkbaren Einfluß auf den Pegelstand bleiben, auch wenn der Verkehr überall auf der Höhe desjenigen bei Stockholm stünde, während er thatsächlich z. B. auf dem Göta-Kanal ziemlich gering ist.

Anderseits bringt die Lage der Pegel an den Schleusen Vorteile mit sich. Der Maßstab besitzt vor allem eine feste und geschützte Lage, sei es, daß die Zahlen unmittelbar in Steinpfeiler eingemeißelt, sei es, daß eigene Pegelstäbe an den festen Wänden der Schleusenkammer befestigt sind. Er ist geschützt gegen Stürme und Wellengang, zumeist auch gegen das Eis, dessen Bildung man an den Schleusen zu verhindern sucht. Seine unveränderte oder gestörte Lage gegenüber dem Schleusenboden (Schwelle oder *tröskel* der Schleuse), welcher den Ausgangspunkt der Skala bildet, ist jederzeit leicht festzustellen; ebenso jede absichtliche Veränderung in der Lage des Maßstabes bei dem naturgemäß nicht allzuhäufigen Umbau einer Schleuse oder aus anderen Gründen. Die Techniker, ohne deren Mitwirkung derartige Arbeiten kaum ausgeführt werden, sind in der Lage, die Übertragung des Maßstabes mit aller gebotenen Sorgfalt und Genauigkeit vorzunehmen. Darin liegt ein Gegengewicht gegen die störenden Einflüsse solcher Verlegungen, die Lilienberg S. 1 fast zu stark betont. Das Sichsetzen der Schleusenmauern ist hingegen, wo weicher Grund vorliegt, wie in Stockholm (Lilienberg 1), ein ernstlicher Übelstand; doch ist gerade an Doppelschleusen die Möglichkeit geboten, solche Veränderungen wahrzunehmen und ihren Betrag genau zu bestimmen.

Daß bei der Lage der Pegel an verkehrsreichen Häfen oder Kanälen eine Beunruhigung des Wassers durch Dampferwellen häufig ist, wurde ebenfalls des öfteren hervorgehoben. Indes erlangt dieser Übelstand doch nur bei Registrier-Apparaten Bedeutung; nicht so sehr bei Pegelstäben, vor deren Ablesung man den Wasserstand möglichst zur Ruhe kommen läßt. Rückstau durch das Meer ist nur an den Pegeln

des Mälarsees zu beobachten, während wir Sperrung von Flußläufen durch Grundeis anlässlich des Wettersees zu besprechen haben. Künstliche Abflußveränderungen von Fall zu Fall zu erörtern, ist Aufgabe der folgenden, besonders des fünften Abschnittes.

Augenfälliger als die besprochenen Einwirkungen ist jene des Windes, der insbesondere im Herbst, wie ich am Wettersee, dann bei Borenhult und bei Wenersborg zu sehen Gelegenheit hatte, sehr starken Wellengang hervorzurufen und so die Ablesung zu erschweren vermag. Wichtiger hingegen sind die Einflüsse weniger heftiger, aber andauernder Luftströmungen auf den Seespiegel, sei es, daß sie den Abfluß zurückstauen oder beschleunigen, sei es, daß sie den See schief gegen seine normale Niveaufläche stellen. Die ersterwähnte Art des Windeinflusses kennt schon Tiselius (S. 46), der uns berichtet, daß der Westwind oft so stark das Wasser in den trichterförmigen Motalavik hineintreibe, daß Gefälle und Geschwindigkeit des Abflusses auf das Doppelte steigen können. Den anderen Punkt hat Anfang unseres Jahrhunderts Hagström (S. 20) entschieden hervorgehoben, — und schon er machte darauf aufmerksam, daß nur durch gleichzeitige Beobachtungen an entgegengesetzten Ufern der wahre Wasserstand des Wener zu ermitteln sei.

In mir wurde der gleiche Wunsch, Beobachtungen möglichst vieler und möglichst verschieden gelegener Stationen für jeden einzelnen See erlangen zu können, um so lebhafter angeregt, als ich bald einsah, auf eine genaue Bestimmung von Windstärke, Windrichtung und ihren Einwirkungen auf die Seespiegel verzichten zu müssen. Teils fehlten Beobachtungen, teils waren sie lückenhaft, teils würde endlich auch ihre strenge Durchführung an einzelnen Uferstellen doch nicht hinreichen, die Gesamtwirkung auf den Seespiegel richtig kennen zu lernen. Gerade die letztere aber würde im Mittel zahlreicher Stationen erkennbar. Überdies mußte ich, den Ansichten Johnstons, Erdmanns, de Geers u. a. entsprechend, auch die Möglichkeit beachten, daß ein See infolge verschiedener Hebung des Uferlandes eine Deformation erleidet, d. h. an einer Stelle steigt, an der anderen sinkt. Auch aus diesem Grunde suchte ich, teils brieflich, teils persönlich, Beobachtungen von mehreren Stationen an jedem einzelnen See zu erhalten. Freilich mit wenig Erfolg. Die neuen Mälar-Stationen versprechen treffliches Vergleichsmaterial für die Zukunft. Für die Gegenwart liegen am Mälar und am Wener je zwei Beobachtungsreihen von längerer Dauer vor; die Lage dieser Stationen ist aber nicht entgegengesetzt genug, um den gewünschten Zwecken in jeder Richtung zu entsprechen.

Die Tabellen dieses Abschnittes enthalten Extreme und Mittel der einzelnen Jahre, während Monatsmittel im dritten, Mittel aus mehreren

Jahren im vierten und fünften Abschnitt zur Verwendung kommen. Wo nur sechs- bis elfmonatliche Beobachtungen vorliegen, wurde interpoliert und das interpolierte Mittel, ebenso wie andere zweifelhafte Zahlen, in Klammer gesetzt<sup>1)</sup>. Die meisten Beobachtungen sind im alten Fufsmafs aufgezeichnet, und ich habe alle Berechnungen in diesem Mafs durchgeführt und erst die Ergebnisse in Meter umgerechnet. Nur die norwegischen Tabellen, jene Lilienbergs und einige handschriftliche Mitteilungen der städtischen Baubehörde in Stockholm, erhielt ich bereits im metrischen Mafs. Seit Ende der achtziger Jahre werden an manchen Stationen die Ablesungen an neuen Meterstäben vorgenommen<sup>2)</sup> oder vor der Eintragung im Journal auf Metermafz umgerechnet.

Wenden wir uns den einzelnen Stationen zu.

#### I. Mälaren.

Schriftliche Anfrage blieb unbeantwortet in Strengsnäs<sup>3)</sup>. Ältere Beobachtungen fehlen nach mündlicher Auskunft in Westerås. Benutzte Stationen: 1) Stockholm, 2) S. Telge, 3) das neue Netz des Nautisch-meteorologischen Bureaus, 4) vereinzelte Angaben von Strömsholm, 5) jährlich einmalige Messungen 1825—33 an der Marke von Ängsö.

1) Stockholm<sup>4)</sup>. Von den beiden Mündungen des Sees in die Ostsee, Norrström und Söderström, ist die erstgenannte offen, die letztere durch Schleusen der Schifffahrt dienstbar gemacht. Hier (an der Södersluss) finden am See wie an dem Meer seit 1773 Beobachtungen statt, während in den beiden Armen des Norrström nur gelegentliche Messungen vorgenommen wurden. Tägliche Beobachtungen wurden 1831 für den größten Teil des Jahres vorgeschrieben; seit 1. September 1846 finden sie während des ganzen Jahres statt (Lilienberg 1). Vor 1846 liegen tägliche Beobachtungen vor an der Salzsee: 6. Januar 1806 bis 31. Januar 1812, 16. April bis Ende 1816,

1) Quellen, Interpolation u. s. w. s. unten bei den einzelnen Stationen und den Anmerkungen zu den Tabellen. Die Interpolation für Jahresmittel erläutert folgendes Beispiel. Am See Nordsjön fehlte 1862 der Monat April. Das Mittel der übrigen 11 Monate ergibt 14,93 m. Im 30 jährigen Durchschnitt zeigt das Mittel dieser 11 Monate gegenüber jenem des Jahres eine Abweichung von + 0,05 m. Mit Hilfe dieser Korrektion wurde also 14,88 m interpoliert.

2) So in Stockholm 1. Juli 1888, in Södertelge 1888 (1889 wurde an dem Meter- und Fußpegel zugleich beobachtet), in Wenersborg 14. Juni 1889.

3) Da ich bei meinen Anfragen um Nachricht ersuchte, falls Beobachtungen vorliegen, um eventuell selbst zu kommen, so bedeutet das Unbeantwortetbleiben wohl in allen oder den meisten Fällen, dafs keine Beobachtungen vorhanden sind.

4) Karten bei Ekman, Lilienberg, Svensk Hamnlots 9, 18, 27.

18. März bis Ende 1801, 1. März bis Ende 1802, am Mälär überdies noch für 1787 und 1796 bis 1798. Jeden zweiten Tag wurde beobachtet 1825—27 und 1843—46; 5 bis 20 Beobachtungen liegen vor 1778, 1779, 1786, 1791, 1793; alle übrigen Jahrgänge, soweit sie nicht ganz fehlen, weisen über 20 Beobachtungen auf (Lilienberg 6). Die Beobachtungsstunde ist seit 1857 8<sup>h</sup> a. m., vorher wechselte sie zwischen 6 und 9 a. Dieses reichhaltige Beobachtungsmaterial ist veröffentlicht und bearbeitet von A. Erdmann in der Öfversigt 1847 und den folgenden Jahren bis 1861, S. G. U. Blatt Stockholm (1863) Curve u. 22 ff., in den Årsberättelser der Stadt Stockholm 1868 bis 1876, den technischen Werken von Ericsson, Nerman, Knös u. a. und dem Aufsatz in Ing. F. F. 1881, 45 ff., endlich in erschöpfender Weise in Lilienbergs gründlichem Werk. Blofs auf das Meer bei Stockholm beziehen sich die Erörterungen Nordenskiölds (Öfvers. 1858) und Forssmans. Einzelne Ergebnisse der Beobachtungen verwertet auch Ekman.

Rosén (84) spricht den Stockholmer Beobachtungen „jeglichen Wert“ ab, weil die Wasserbewegung durch Wind und Dampfer hier oft stört und Veränderungen in den Skalen vorliegen. Die Einflüsse ersterer Art können wohl den Geodäten stören; da sie aber nur auf kleinere und kleinste Wasserstandsbewegungen einwirken, können sie die Verlässlichkeit der Ablesungen für die hier verfolgten Zwecke kaum erheblich beeinträchtigen. In Bezug auf Veränderungen an der Beobachtungsstelle bei Södersluss selbst hebt Lilienberg (1) hervor, daß man 1783 den Nullpunkt nicht an dem Schleusenboden selbst, sondern 1 Fuß höher fand, was wohl absichtlich so eingerichtet worden war. An Stelle der ältesten, in die Mauer gemeißelten Skalen traten später, vor 1831, hölzerne Maßstäbe, die durch einen Umbau so verlegt wurden, daß sie 4½ vt. über den eingehauenen Marken standen. Erdmann (Öfv. 1847, 283) meinte, dies sei am Meer 1839 geschehen, Lilienberg hingegen verlegt mit Grund diesen Umbau ins Jahr 1836. Am Mälär erfolgte die Verlegung erst den 1. December 1846. Nach dem Bau der neuen Schleuse finden die Beobachtungen von 1. September 1851 an dort statt. Der neue Nullpunkt ist 5 F. 4 vt. unter dem von 1846, 4,958 F. unter jenem der ältesten Skala gelegen. Die Tabellen tragen dieser Verschiebung Rechnung<sup>1)</sup>.

1) Erdmann brachte 1847 seine Zahlen für das Meer 1840—46 durch eine Korrektur von 0,375 F. auf das alte Maß und gab die späteren seit 1850 mit einer Korrektur von 5 F. 4 vt. gegen das neue, 5 F. gegen das alte Maß. Die Årsberättelser zählen zu Erdmanns rektifizierten Zahlen bis 1846 4,955 F. (1,472 m), von da ab bis 1851 5,333 F. (1,583 m) hinzu. Lilienberg, dem ich folge, hat für

An den Mauern der neuen Schleuse hat man eine ungleichmäßige Senkung beobachtet, über die Lilienberg S. 1 f. ausführlich berichtet. Der Einfluß derselben zeigt sich in vollem Maß an der eingehauenen Skala, weniger an den zur Beobachtung dienenden Holzstäben, deren Lage wiederholt richtig gestellt wurde. Die Mälar-Skala wurde wahrscheinlich schon anfangs 0,03 m zu hoch genommen; sie lag 1862 und 1863 um 0,033 und 0,030 m über der des Meeres; 1872 fand man die Differenz 0,05 m und erhöhte den Salzseepegel um diesen Betrag. 1882 war die Differenz der eingehauenen Skalen 0,059 und der Pegelstäbe 0,009 m. 1890 ergab sich keine Korrektur mehr. Seit 1. Juli 1888 besteht eine neue Skala in Metern. — Die Senkung der Meereseite gegenüber der Mälarseite der Mauer, von welchen jene auf Kiesboden, diese aber auf Pfählen ruht, beziffert Lilienberg zu 0,112 m, die Senkung der gesamten Mauer seit 1867 auf 0,027 m. Einmessungen der Brückenköpfe ergeben als mittlere Differenz der beiden Seiten 1867 0,090, 1890 aber 0,092 m, als Senkung der Salzseeseite seit 1867 0,030, der Mälarseite 0,028 m<sup>1)</sup>.

die Zeit bis 1836 am Meer und bis 1846 am Mälar die Korrektur von 1,472 m, von da ab bis August 1851 jene von 1,583 m. Die Tabelle S. G. U. zieht irrtümlich 1840—46 von den bereits korrigierten Zahlen Erdmanns nochmals die Korrektur ab.

<sup>1)</sup> In der Tabelle gebe ich nach Lilienbergs Vorgang die Zahlen ohne Korrektur für diese Senkung. Im vierten und fünften Abschnitt wird aber eine solche wenigstens in Erörterung gezogen werden müssen. Nehmen wir zunächst die Senkung innerhalb der einzelnen Beobachtungsdaten als gleichmäßig an! Dies ist eigentlich nicht gestattet, da auch eine Erhebung der Skalen gleich nach dem Bau um 1½ bis 2 vt. berichtet wird und für Mälar die Nivellierungen eine solche seit 1880 aufweisen. Diese letztere zeigt allerdings wohl nur die Fehlergrenzen der Einvermessung, die demnach 6 mm erreichen. Unter der Annahme gleichmäßiger Verschiebung (und unter Beiseitlassung der Differenz der Brückenköpfe, die wohl größtenteils ursprünglich ist) erhalten wir für jeden einzelnen Zeitraum von Messung zu Messung eine Korrektur für das Jahr ( $C$ ), aus der sich die Gesamtkorrektur des  $n$ ten Jahres als  $nC$  ergibt. Z. B. Mälar 1867—80 mittlere Veränderung 0,029 m;  $C = -0,0023$  m, also  $nC$  für 1870 =  $-0,0069$ , für 1880 =  $-0,029$ . Die Werte für  $C$  bleiben durchaus in der Millimeterspalte oder sind noch kleiner, sodaß  $nC$  erst bei erheblicher Größe von  $n$  erheblich wird. Zumeist bleibt es innerhalb der Fehlergrenze der rechnerischen Abrundungen bei der Mittelbildung. Jahresmittel und Mittel kürzerer Zeiträume werden also durch die Anbringung dieser Korrektur wenig verändert. Schwankungen bleiben mit und ohne sie gleich deutlich; nur in der Frage nach einer säkularen Verschiebung wird sie wichtig. Wahrscheinlicher ist eine plötzliche Verlegung des Pegels im Jahr 1851 um 0,03 m. Die hieraus sich ergebenden Korrekturen ( $nC$ ) würden alle Jahrgänge von 1851 bis 1872, also auch die Mittel, um 0,03 bis 0,05 m erhöhen. Seit 1872 ist in jedem Fall  $nC$  unerheblich (knapp 1 cm), kann also bei Mitteln vernachlässigt werden. Seit 1882 scheint völlige Konstanz erreicht.

Dem Mälarsee bei Stockholm und Södertelge eigentümlich ist die Uppsjö (Flut) oder das Einströmen des Meerwassers in den See bei hohem Wasserstand des Meeres und niedrigem des Mälars. Ekman hat (s. oben S. 33) erwiesen, daß das einströmende salzige Wasser als Bodenstrom bis in die innersten Teile des Sees vordringt. Durch Wasserzufuhr, Hemmung des Abflusses und Aufstauen des Grundwassers erhöht die Uppsjö den Wasserstand des Mälars und verfälscht so gewissermaßen die Beobachtungen. Das Einströmen ist aber nur im Norrström ungehindert; im Söderström und in Södertelge wehrt ihm die Schleuse, die zu öffnen schon die Schädlichkeit des Uppsjöwassers verbietet. Quantitative Bestimmungen der zuströmenden und aufgestauten Wassermengen in ausreichendem Maße (vgl. indes Lilienberg Tab. 20) liegen mir nicht vor. Die Häufigkeit der Uppsjö gebe ich in Tabelle II nach Lilienberg Tab. 20. Sie beträgt im Mittel 1774 bis 1884 23,32 Tage im Jahr. Extreme Fälle, wie 1783 mit 1 Tag und 1854 mit 137, davon 30 nacheinander, sind selten. Die Zehnjahresmittel nach Lilienberg schwanken von 7,98 bis 47,5 Uppsjötagen im Jahre. Da diese Erscheinung die Amplitude der Mälarschwankungen zu verringern strebt und ihrerseits selbst wieder von den Wasserstandsverhältnissen bedingt ist, komme ich auf sie in den folgenden Abschnitten zurück.

Von den künstlichen Veränderungen der Abflußprofile und den Vorrichtungen zur raschen Ableitung größerer Hochwasser, die hier namentlich von Lilienberg zum Gegenstand gründlicher Untersuchungen gemacht wurden, sei ebenfalls später die Rede!

2) Am Nordende des Södertelge-Kanals<sup>1)</sup>, zwischen der Mälarsbucht Björkfjärden und dem durch den Kanal im Meeresniveau erhaltenen kleinen See Maren, werden seit August 1868 beiderseits der Schleuse täglich um 8<sup>h</sup>. a. Ablesungen vorgenommen. Maren stellt eine gegen Wind und Wellen geschützte Ostseebucht dar, am Mälars-Pegel vermögen nördliche Winde das Wasser stark in die flußartige Verengung zusammenzutreiben. Rasche Anschwellungen oder Senkungen fehlen indes auch am Meerespegel nicht; hier und da dürfte sich das absolute Maximum oder Minimum des Jahres aus Wind und Strömung erklären (Oktober 1872, Oktober November 1878, April 1880, November 1881, Januar 1884). — Uppsjö s. Stockholm. — Aus dem Journal, von

---

<sup>1)</sup> Sv. Hamnlots 9, 18. Der Kanal (Laurell 1888, 3), schon von Engelbrekt 1435 in Angriff genommen und später wiederholt wieder geplant, wurde Anfang unseres Jahrhunderts ausgeführt, und zwar nach Buch (Reise II, 327) zunächst als Abfluß für die damaligen Hochwasser. Zum Schifffahrtskanal ausgebaut wurde er 1807—1819 von E. Nordevall.

dem angeblich eine Abschrift dem Meteorologischen Bureau in Stockholm eingeliefert wird, entnahm ich Monatssummen und absolute jährliche Extreme und berechnete hieraus die Mittel. Im Journal selbst sind weder Summen noch Mittel gebildet.

3) Die neuen Pegel<sup>1)</sup>, welche ihre Beobachtungen dem Nautisk-Meteorologiska Byrå einliefern, sind (Lilienberg 4) auf Kosten der Hushållningssällskap und unter deren Aufsicht ins Leben getreten. Sie befinden sich in Qvicksund (2 Pegel, bezeichnet als Blacken und Galten zu beiden Seiten des Sundes), Westerås, Ekolsund und Stäket (beiderseits des Sundes, bezeichnet als Kungsängen und Ryssgrafven). In Stockholm haben bisher die Bemühungen, Registrier-Apparate auf der Mälarseite zu erhalten, keinen Erfolg gehabt — am Meer steht hingegen ein solcher Apparat unter Aufsicht des N.-met. Byrå. Als Ausgangspunkt, mit dem sie durch Nivellement verbunden sind, dient allen diesen Pegeln ein „Normalhöhenpunkt“ auf der Stockholmer Insel Riddarholmen, der 1886 zu 15,640 m über dem Schleusenboden bestimmt wurde (Lilienberg 5), d. i. 11,57 m über dem angeblichen Mittelwasserstand des Meeres bei Stockholm (Rosén 83).

4) Über den Strömsholms-Kanal<sup>2)</sup> verdanke ich Herrn Ingenieur Stafsing in Skandsen folgende Mitteilungen:

Dieser Kanal, der eine Reihe von Seen verbindet, benutzt wesentlich den Fluß Kolbäckså; Regulierungsdämme und andre störende Einflüsse wirken auf den Wasserstand ein. Regelmäßige Beobachtungen finden nicht statt. Wohl aber ist am Mälar bei Strömsholm eine in den Felsen eingehauene Skala; an einzelnen Tagen der Jahre 1882 bis 1886 wurde der dort beobachtete Wasserstand (an der unteren Schleuse) mit jenen derselben Tage in Stockholm verglichen (s. darüber im 3. Abschnitt). Der niederste Wasserstand, dessen sich Herr Stafsing entsinnt, war am 3. November 1886. Ungewöhnlich hohe Wasserstände am Kolbäcksflusse waren: 1780, 1816, 1818. Diese stellen eine abnehmende Reihe dar. Geringer waren spätere Hochwasser 1844, 1851, noch geringer 1860 (?) und 1867.

5) Über Ridderstolpes Messungen bei der Felsmarke von Stamdäl auf Ängsö im September der Jahre 1825 bis 1833 vgl. ebenfalls die folgenden Abschnitte.

---

<sup>1)</sup> Selbstregistrierend nach Lilienberg, nicht selbstregistrierend nach Rosén S. 83 und den mir in Stockholm zugekommenen Mitteilungen der Herren Malmberg und Rosén.

<sup>2)</sup> Svensk Hamnlots Blatt 20. Der Kanal wurde 1787—95 angelegt, 1842 umgebaut.

II. Hjelmaren.<sup>1)</sup>

Eine Notiz bei Djurklou (1863 S. 16) besagt, dafs 1823 eine Anzahl Wasserstandszeichen (oder Mafsstäbe?) am Hjelmars gesetzt wurden: bei Esplunda, Hjelmarsnäs, Derböl, Stora Sundby, Ryningsberg; aber ob und wann dieselben abgelesen wurden, konnte ich nicht erfahren. Die einzige mir bekannte Beobachtungsreihe ist diejenige am Hjelmars-Kanal bei Notholmen, welche für 1816 bis 1861 II in graphischer Darstellung in der Beschreibung des geologischen Kartenblatts Arboga und für 1816—1882 bei Laurell, Tabelle No. 1 (Ing. F. F. 1885) wiedergegeben ist. Teile der Kurve (1851—60, 1874—87) in größerem Mafsstab enthalten die Tafeln Laurells 1886 Pl. 7 und 1888 Pl. 9. Lilienberg bringt jährliche Extreme und Mittel 1831—1885 in Ziffern auf Tabelle 10. Ich folgte jedoch in Bezug auf die Jahresmittel einer von Herrn Laurell erhaltenen handschriftlichen Zusammenstellung, während für die Extreme eine kritische Vergleichung der einzelnen Kurven mit Lilienbergs Ziffern vorgenommen wurde. Tabelle I erwies sich dabei nicht hinreichend genau, die anderen Quellen stimmen zumeist recht gut überein.

Beobachtet wurde bei Notholmen jeden Sonntag; sehr lückenhaft sind aber die Jahre 1826—28, 1839—40, 1848; gänzlich fehlt 1843—45. Die geringe Zahl der Beobachtungstermine ist vielleicht eher zu verschmerzen, da die Wasserstands-Veränderungen (S. G. U. a. a. O. 9) sehr langsam zu erfolgen pflegen. Der See ist oft mehrere Wochen lang auf demselben Stand; das Steigen ist rascher, als das Fallen. Die rascheste Anschwellung betrug (Lilienberg 19) 0,042 m im Tage. Als Nullpunkt betrachtet man eine alte Wassermarke im Kanal (Arnin-gemärke s. unten). Um negative Vorzeichen und Irrtümer zu vermeiden, habe ich den Betrag von 2 m hinzuaddiert; Lilienberg reduzierte (was er wohl in der mir handschriftlich vorgelegenen Tabelle in Fufs,

<sup>1)</sup> Svensk Hamnlots Blatt 19 und die Karte bei Laurell. Über den Hjelmars-Kanal und die 1877—1887 durchgeführte, in den Wasserständen seit 1883 sehr merkbare Tieferlegung des Sees vgl. die beiden Monographien von Djurklou und die umfassende Arbeit Laurells, unter dessen Leitung das seit Jahrhunderten angestrebte Unternehmen durchgeführt wurde. Der Kanal wurde 1629—1701 erbaut, 1770—1776 und 1819—1830 umgebaut. Hillebrandsson 1786, S. 9f., anlässlich einer Beschreibung des alten Kanals (vgl. die Karten bei Marelus und Hillebrandsson), sagt, dafs er dem See kein Wasser entziehe, aufser was zur Schifffahrt nötig sei. Laurell (1888, S. 3) meint hingegen wohl mit Grund, dafs der alte Kanal mangels einer „Bestimmungsschleuse“ und infolge der ungenügenden Beschaffenheit der obersten Schleuse bei Hochwasser des Sees eine ganz bedeutende Strömung hatte.

nicht aber auch S. 19 anführt) die Wasserstände durch eine Korrektur von 16,18 F. oder 4,80 m auf den Stockholmer Nullpunkt.

### III. Wetter.

Schriftliche Anfrage unbeantwortet in Askersund. Keine Beobachtungen nach mündlicher und schriftlicher Auskunft in Jönköping. Einzige benutzte Station Motala.

Dortselbst stellte mir Herr Trafik-Chef Blix bereitwillig alles im Centralbureau der Göta-Kanal-Gesellschaft vorhandene Material zur Verfügung. Es bestand aus graphischen Darstellungen über verschiedene Seen. Die Beobachtungsjournale selbst waren mir infolge der schweren Erkrankung des seither verstorbenen Oberstlieutenants Zander trotz dessen liebenswürdiger Bemühungen nur zum kleinsten Teil zugänglich. Herr Zander hatte für eine Arbeit in größerem Umfang, deren Plan sich mit dem der hier vorliegenden nahe berührt haben dürfte, das Material gesammelt; es lag aber zur Zeit meines Besuches größtenteils zur Übersiedlung verpackt, und er fand leider keine Gelegenheit mehr zum Abschluss seiner Forschungen. Herr Kapitän Lilienberg hatte indes vorher Gelegenheit gehabt, die Journale zu benützen, und teilte mir die Jahresmittel für Wenern, Wetter und Roxen freundlichst mit, die später in seinem Werk (Tab. 10) veröffentlicht wurden. Da das Kopieren der graphischen Darstellungen meinen Aufenthalt in Motala bedeutend in die Länge gezogen hätte, wurden dieselben durch Ausmessen in Zifferntabellen rückverwandelt. Sie umfassen in dieser Form bloß die Extreme jedes einzelnen Monats, da auch zu planimetrischer oder anderer Mittelbestimmung die Zeit fehlte. Das Mittel dieser Extreme wurde daher als „angenähertes“ Monats- und Jahresmittel verwendet, wo das wirkliche nicht bekannt war. Für den See Wetter im besondern lagen in Motala zwei von einander wenig abweichende graphische Darstellungen der Jahre 1832—88 vor, ferner bei Zander Extreme und Mittel für 1887 u. 1888, während Lilienbergs Tabelle bis 1885 herabgeht<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Um letztere mit Zanders Angaben zu verbinden und das Mittel 1886 in sie zu interpolieren, wurden folgende Rechnungen vorgenommen. — Das „angenäherte Mittel“ ( $\frac{1}{2}$  Mitt. d. abs. mon. Max. +  $\frac{1}{2}$  Mitt. d. abs. mon. Min.) zeigt gegen Zanders Zahlen 1887 und 1888 nur eine Korrektur von 3,9 bis 7,2 mm (1888 Z. 10,027 ang. M. 10,04 F., 1887 Z. 9,766 ang. 9,79 F.). Zu ähnlichen Ergebnissen führt die Vergleichung der „annähernden“ mit den wirklichen Monatsmitteln, die mir ein günstiger Zufall für Januar 1876 bis März 1877 ermöglichte. Die Differenzen halten sich für diese 15 Monate durchaus zwischen + 2,97 und - 2,67 cm, im Jahresmittel

Die Beobachtungen in Motala sind nach Lilienberg S. 19 tägliche, nur 1864 und 1865 wurde einmal wöchentlich beobachtet. Wie auch die Kurven zeigen, wurde jedoch bis in die letzten Jahre während der Wintermonate, wenn sich das Eis einstellte, nicht beobachtet. Vollständig sind daher nur die Jahre 1858—59, 1863—65, 1869, 1872—73 und seit 1876.

Heftige rasche Wasserstands-Veränderungen durch die Winde sind in Motala keineswegs selten. Das wufste schon Tiselius (vgl. Block 10 ff. u. Handl. 1760, 33 f.). Lilienberg (S. 19) führt an, daß die rascheste Anschwellung von einem Tage zum andern 0,371 m (25.—26. Januar 1874) und 0,297 m (22.—23. December 1866) betragen habe. Sturm oder Wind vermöge eine rasche Anschwellung von gleichem Betrag zu erzielen (z. B. 0,3 m 27. Januar 1863). Daß solche Anschwellungen und die beständige Unruhe, durch welche sich dieser See auszeichnet, auch von Luftdruck-Differenzen und Strömungen (S. G. U. Bl. Motala S. 3) mit beeinflusst werden, ist schon länger behauptet worden. Hat man doch an diesem See „Seiches“ schon

---

1876 sinkt die Differenz zwischen wirklichem und angenähertem Wert auf 0,89 mm herab. Das wirkliche Mittel 1876 = 3,06 m zeigt nun gegen das Lilienbergs für dasselbe Jahr = 4,25 m eine Differenz von 1,19 m, die mit der Angabe Lilienbergs S. 19 zusammenhängt, daß 1,241 m die Höhendifferenz zwischen dem Schleusenboden von Stockholm und jenem von Motala sei. Diese Bemerkung ist unverständlich, wenn sie nicht etwa den Unterschied im Tiefgang beider Schleusen bezeichnen soll. Jedenfalls aber hat Lilienberg seine Zahlen durch Hinzurechnen von 1,24 m zu den beobachteten gewonnen, und diese Zahl wäre also auch die wahrscheinlichste Korrektur für das „annähernde Mittel“ 1886, um es in die Lilienbergsche Reihe einzusetzen. Um aber ganz sicher zu gehen, habe ich die Differenzen der „annähernden“ Jahresmittel und der Zahlen Lilienbergs für die neun vollständigen Jahrgänge 1877 bis 85 berechnet. Sie betragen 1,23 bis 1,29, im Mittel 1876—85 1,24. — Es ergab sich somit als Korrektur des angenäherten Mittels gegen Lilienberg + 1,24, gegen Zander — 0,0055; also für Zander gegen Lilienberg + 1,25. Das angenäherte Mittel für 1886 (extreme Fehlergrenze desselben  $\pm 0,036$  m) wurde also um 1,24, die Zanderschen Zahlen 1887 und 88 um 1,25 m vermehrt, in Lilienbergs Tabelle eingesetzt. Auch die absoluten Extreme 1886—88 wurden um 1,24 m erhöht; in den früheren Jahrgängen wechselt die Abweichung zwischen den absoluten Extremen der Kurve und jenen Lilienbergs stärker. Jene Fälle, in welchen der Betrag von 1,24 um 2 cm über- oder unterschritten wurde, sind in der Anm. berücksichtigt. Auf welcher Seite der Fehler liegt, ist zumeist unklar. In einigen Fällen lag das Max. oder Min. an der Jahreswende; Lilienberg hat es dann mitunter nur einmal gesetzt, statt es bei beiden Jahren anzuführen. Der Gleichartigkeit mit anderen Fällen zuliebe und um die größte Differenz des Wasserstands innerhalb von 12 Monaten deutlich erkennen zu lassen, habe ich in diesen Fällen die Ziffer der Kurventabelle (jedoch in Parenthese, gleich den in der Anm. erörterten Zahlen 1855—57) vorgezogen.

zu Zeiten des Hjärne und Tiselius beobachtet. An dem abgeschlossenen und seichten Motalavik dürften sich indes diese noch zu berührenden Erscheinungen in geringerem Maße geltend machen.

Am Ausfluß des Wettersees an der Brücke von Motala begegnet uns noch eine eigentümliche Erscheinung, der ein allerdings sehr geringer Einfluß auf den Wasserstand zugeschrieben werden muß, wenn sie auch ihrerseits selbst zumeist als Folgeerscheinung niedriger Wasserstände auftritt. Es ist dies das „Stillstehen“ des Flusses — *Motalaströms stadnande (stannande)* —, welches gelegentlich während eines Zeitraums von einigen Stunden bis zu mehreren Tagen beobachtet wird. Der Ausfluß des Sees hört bei Eintritt dieses eigenartigen Phänomens auf zu fließen; man kann sein Bett trockenen Fußes durchwandern, während oberhalb des Ausflusses das Wasser aufgestaut wird.

Da ein solches Ereignis geeignet war, als Wunderzeichen und böse Vorbedeutung angesehen zu werden, so reichen die Angaben über sein Eintreten sehr weit hinauf<sup>1)</sup>. Auch die richtige Erklärung des Phänomens wurde schon früh gefunden. Hjärne und Block wurden darauf aufmerksam, daß es auch an anderen Flüssen und an anderen Stellen des Motalaflusses vorkommt. Hjärne (I. 30f. nach seinem eigenen Traktat über Wetter) erkannte bereits die Gebundenheit des Ereignisses an den Winter und vermutet eine Abdämmung durch Eis, die durch die Binsengewächse der Stelle begünstigt werde. Harald Wallerius (b. Hjärne I. 111f.) meint hingegen, das Eis werde durch Wind und Strömung bei Norrköping oder Motala zusammengepackt und so das Wasser aufgedämmt. Block (1708) erkannte, daß hier das Grundeis wirksam sei. Um die Abdämmung herbeizuführen, ist nach ihm erforderlich: der Eintritt plötzlicher strenger Kälte nach wärmeren Tagen, ehe die Eisbildung auf der Oberfläche des Flusses begonnen hat, ferner ein günstiger, den Fluß zurückstauender Wind und geeignete lokale Bodenverhältnisse des Flußbettes. Der Fluß oder Seeausfluß wird dann wie hinter einer dünnen Mauer von Grundeis abgesperrt, die er oft schon nach wenigen Stunden, manchmal aber — bei Motala

<sup>1)</sup> Ausführliche Berichte, Zusammenstellungen oder Erklärungsversuche für „*Motalaströms stadnande*“ findet man besonders bei Hjärne I 29ff., I 111ff., 123; in dem Werk von Block, bei Tiselius S. 50ff., Bohman II 258ff., Widegren I 1 p. 17ff., Ridderstad s. v. Motalaström (I p. 45f.), v. Hoff V 261 und S. G. U. Beskr. till Kartbladet „Motala“. Auch Beschreibungen ähnlicher Vorgänge an anderen Örtlichkeiten sind in älterer Zeit häufig. Unbekannt geblieben ist mir die Upsalenser Dissertation „*De statione fluminum*“ des Henrik Wallerius von 1704. Aus Deutschland liegt über ähnliche Vorgänge eine Arbeit von A. S. Thebesius vor „Über den sogenannten Stillstand des Zackenflusses bei Hirschberg, welcher am 19. März 1773 beobachtet wurde“ (Breslau 1773).

besonders bei strengem Ostnordost — erst nach mehreren Tagen zu durchbrechen vermag. Die späteren Autoren haben diese Vorgänge zumeist nur kurz berührt, ja berufen sich geradezu auf Block. In der Beschreibung des geologischen Kartenblattes „Motala“ von Jönsson heißt es: „Infolge der Seichtigkeit des Wassers geschieht es mitunter, wenn auch sehr selten, daß der Strom in strengen Wintern westlich von der Brücke von Grund auf gefriert (*bottenfryser*), oder daß das Wasser, von östlichen Winden in Bewegung gesetzt, sich zurückzieht, so daß in diesen beiden Fällen das Strombett leer von Wasser wird.“ (S. 4.) Niedriger Wasserstand wird in beiden Fällen den Vorgang begünstigen; doch sind auch Beispiele eines Stillstandes bei hohem Wasserstand (1706 nach Block) bekannt.

Suchen wir uns ein Urteil über die Häufigkeit dieser Erscheinung zu bilden! Sie tritt nach Block (S. 26) in hundert Jahren acht- bis zehnmal, nach Bohmans (II 268f.) Beobachtung dreimal in 10 Jahren auf; Ridderstad sagt, in den „letzten 30 Jahren“ sei sie nur viermal vorgekommen, zuletzt 1862 und 1875. Die geologische Beschreibung bezeichnet sie 1887 als sehr selten. Es scheint also gerade in der letzten Zeit der Stillstand des Flusses besonders selten zu sein, was sich als Folge der zunehmenden Erosion im Flußbett leicht verstehen läßt. Erlauben uns die bei Ridderstad u. a. für ältere Zeiten zusammengestellten Daten diese Vermutung zu kontrollieren? Diese Frage kann nur bedingungsweise bejaht werden, da die Verzeichnisse unkritisch genug sind, und oft der Verdacht nahe liegt, einen einzigen Vorfall dieser Art mehrmals unter verschiedenen Jahreszahlen verzeichnet zu finden. Nur unter Vorbehalt sei daher folgende Liste gegeben: 1291, 1316, 1566, 1576, 1581, 1584, 1586, 1595, 1604, 1621, 1638, 1639, 1647, 1656, 1660, 1661, 1682, 1683, 1685, 1686, 1704, 1705, 1706, 1708, 1713, 1728, 1737, 1745, 1746, 1747, 1748, 1757, 1759, 1761, 1779, 1783, 1784, 1786. Also im 16. Jahrhundert etwa 6mal, im 17. etwa 12mal, im 18. etwa 18mal. Wir werden später untersuchen, ob ein Zusammenhang der nach Jahrzehnten sehr wechselnden Häufigkeit mit klimatischen Schwankungen anzunehmen ist. Hier handelt es sich um den Einfluß der Erscheinung auf die beobachteten Wasserstandsziffern, der nach dieser Zusammenstellung ein minimaler sein muß und kaum jemals im Monatsmittel erkennbar sein dürfte. Dazu kommt, daß die Beobachtungsstelle am Eingang des Kanals nicht unmittelbar von dem Stillstand des Flusses berührt wird, und daß die Aufstauung des Sees bei zumeist niedrigem Wasserstand und geringer Wasserführung des Flusses lange nicht so stark werden kann, als wenn die Hemmung des Abflusses mit Hochwasserzeiten zusammenfiel.

IV. Kleinere Seen des Göta-Kanals<sup>1)</sup>.

Im Kontor zu Motala konnte ich infolge der S. 72 erwähnten Verhältnisse ebenfalls nur Kurven und einzelne Jahres- oder Monatsmittel benutzen. Hingegen hatte Herr Kapitän Lilienberg die Beobachtungsjournale für Roxen selbst einsehen können und daraus die Jahresmittel berechnet, die er mir einzusehen gestattete, und die seither in seinem Werk (Tab. 10) veröffentlicht wurden. Mein Material umfaßt also folgende Angaben:

## a) Seen zwischen Wenern und Wetteren (Westgöta-Kanal).

1) Viken bei Forsvik. Die Kurven enthalten die Jahrgänge 1850 bis 1871 unvollständig, 1872 bis 1888 vollständig. 1887 erfolgte eine Pegelverlegung, von der mir nichts näheres bekannt ist. Bei Zander Angaben für 1888. Die „angenäherten Jahresmittel“ erweisen sich auch hier brauchbar<sup>2)</sup>. Über die Beobachtungen in Tåtorp konnte ich nichts näheres erfahren. Briefliche Anfrage beim Inspektor in Forsvik blieb ohne Ergebnis; bei Zander fand ich nur ein Jahresmittel.

2) Unden bei Edet. Die Kurven beginnen Mai 1876. Die angenäherten Jahresmittel, nach derselben Methode abgeleitet, wie für Wetteren und Viken, sind hier noch zuverlässiger, als am vorigen<sup>3)</sup>. Bei Zander Angaben für 1887 und 1888. Tägliche Beobachtungen.

## b) Seen zwischen Wetteren und Ostsee (Ostgöta-Kanal).

1) Boren. Beobachtungen jeden 7. Tag in Husbyfjöl, vielleicht auch solche in Borensult „seit einiger Zeit.“ Kurven sah ich nicht. Zanders Extreme und Mittel für 1887 und 1888 betragen in Meter umgerechnet: 3,38, **3,17**, 2,82; 3,47, **3,19**, 2,81 m.

2) Asplången bei Hulta: tägliche Beobachtungen seit März 1887. Extreme und Mittel 1888 (Zander): 4,11, **3,13**, 2,81 m.

3) Roxen bei Norsholm. Kurven seit 1863, lückenlos seit 1865. Extreme und Jahresmittel 1832 bis 85 nach Lilienberg Tab. 10, 1887 und 1888 nach Zanders Notizen. 1886 aus dem angenäherten Mittel der Kurven

<sup>1)</sup> Sv. Hamnlots 22. Der westliche Teil des Kanals wurde 1809 bis 1822, der östliche 1825 bis 1832 erbaut.

<sup>2)</sup> Extreme Fehlergrenzen (halber kleinster bzw. größter Abstand der beiden Grenzkurven)  $\pm 0,037$  und  $\pm 0,091$  m. Angen. Mittel 1888 10,34 F., nach Zander 10,349 F., (Tåtorp 10,417 F.); auch die absoluten Extreme übereinstimmend.

<sup>3)</sup> Extreme Fehlergrenze  $\pm 0,0019$  und  $\pm 0,0036$  m. — 1887 und 1888 stimmen die absoluten Extreme genau mit Zanders Angaben; als Jahresmittel gewann ich „angenähert“ 2,86 F. und 3,01 F., Zander 2,843 F. und 3,01 F. (Dec. lückenhaft).

in Lilienbergs Reihe interpoliert<sup>1)</sup>. — Die Beobachtungen erfolgten bis 1867 (Lilienberg 19) nur am 15. jedes Monats, später bis Februar 1887 alle 8 Tage, seither täglich. Genaue Angaben über Anschwellungen durch Wind fehlen mir hier, wie für die vorerwähnten kleineren Seen. Die stärkste Anschwellung überhaupt war am Roxen nach Lilienberg 19 0,213 m (10. bis 16. April 1875) und 0,095 m (16. bis 23. April 1881) im Tag.

#### V. Wenern und Nachbarschaft.

Schriftliche Anfrage unbeantwortet in Arvika. Beobachtungen fehlen nach schriftlicher Auskunft in Åmål, nach mündlicher bis auf geringe Einzelheiten (s. unten) in Sunnanå, Säffle, Karlstad, Kristinehamn, Mariestad, Lidköping. Benutzte Stationen a) am Wener-See 1) Sjötorp, 2) Wenersborg, 3)—6) Fredrikslund, Karlstad, Köpmanabro, Kristinehamn; b) am Dalsland- und Säffle-Kanal: Laxsjön, Lelången, St. Lee, W. und Ö. Silen.

##### a) Wenern.

1) Sjötorp<sup>2)</sup>. Im Wener begannen zunächst überaus sorgfältige Beobachtungen im Jahr 1807 unter Hagströms Oberleitung. Sie wurden von dem Schöpfer des Göta-Kanals, Grafen Platen, veranlaßt und fanden zuerst in Frugården auf Wenersnäs statt, an dem Sund, der Wenern und Dettern verbindet. Da aber gerade hier der Einfluß der Winde störend erschien, wurde die Beobachtungsstelle 1810 nach Sjötorp verlegt, das jetzt den Austritt des Kanals aus dem See bezeichnet, und blieb dort bis jetzt. Während der ersten 14 Jahre von 1807 ab wurden tägliche Beobachtungen angestellt, später wechselte die Zahl der jährlichen Ablesungen ziemlich stark. Während nun die späteren Jahrgänge von 1819 an in der graphischen Darstellung Strömbergs überall in Schweden verbreitet sind, ist die Kenntnis der ersten Beobachtungen fast verloren gegangen. Über sie berichtet die Bro-

1) Korrektion des angenäherten Mittels gegen Zanders wirkliche 1887 und 1888 — 0,13 und — 0,09 F. (0,039 und 0,027 m), gegen jene Lilienbergs 1885 und 1884 — 0,05 und + 0,03 F. (0,015 und 0,009 m), im Mittel der vier Jahre also — 0,06 F. (0,018 m). Mit dieser Korrektion wurde der Wert für 1886 interpoliert. Im Mittel 1881/85 ist die Korrektion — 0,006 F., im Mittel 1865—85 — 0,08 F. Da aber mehrere der extremsten Differenzen (s. Anm. zur Tab.) auf Fehler der Kurve oder Lilienbergs zurückzugehen scheinen, wurde die kleinere Korrektion — 0,06 f. vorgezogen.

2) Sv. Hamnlots 23. Über den Götakanal s. oben S. 76 Anm. Die Schleuse von Sjötorp war das erste Bau-Objekt. Der Trollhätta-Kanal, 1793—1800 hergestellt, ward 1838—44 gründlich umgebaut.

schüre von Hagström. Diese giebt neben einer kritischen Erörterung älterer Angaben eine graphische Darstellung des Wasserstandsverlaufes (1807—19), sowie eine Anzahl Tabellen. Die letzteren, die leider von mir nicht vollständig excerpiert wurden, verzeichnen keine Mittelwerte, sondern nur die monatlichen und jährlichen Summen der einzelnen (+ und —) Wasserstands-Veränderungen, die Differenzen der Maxima und Minima und das durchschnittliche Steigen oder Fallen im Tag für die zwischen den Extremen liegenden Zeiträume. Um daneben Mittelwerte zu erhalten, war ich mangels der zu Grunde liegenden Beobachtungsjournale<sup>1)</sup> auf folgendes Verfahren angewiesen. Ich kopierte die Kurven — und zwar, da dies auf den stark gefalteten und eingebogenen Tabellenbeilagen des Exemplars in der Königlichen Bibliothek zu Stockholm nicht möglich war, eine handschriftliche, bis 1839 weitergeführte Kopie, die sich bei Herrn Ingenieur D. H. Lilliehöök in Säffle vorfand, und mir von ihm freundlichst überlassen wurde<sup>2)</sup> — in reduziertem Maßstab und bestimmte in Berlin planimetrisch die Mittel für jedes Jahr. Um einen Vergleich mit den späteren Jahresmitteln zu ermöglichen, erstreckte sich Kopie und Ausmessung auch auf die probeweise herausgegriffenen besonders charakteristischen Jahreskurven 1819, 1826 und 1838. Diese Vergleichung ergab für meine Messung eine so große Korrektion, daß ich die Jahrgänge vor 1819 nur in Klammer, jene von Sjötorp in runder, die von Frugården in eckiger, zu bringen wage<sup>3)</sup>.

Von 1819 ab wurde an der Schleuse von Sjötorp nicht mehr

---

<sup>1)</sup> In Sjötorp selbst war ich infolge der vorgeschrittenen Jahreszeit, welche den Verkehr auf Seen und Kanälen erschwerte, leider nicht. Doch fand sich im Centralbureau in Motala keine Andeutung, daß in Sjötorp mehr erhalten sei; ferner bestätigte Herr Lotslöitnant Strömberg, jetzt in Stockholm (Brief vom 1. Oktober 1890), daß er dort keine älteren Aufzeichnungen gefunden habe; eine schriftliche Anfrage nach Sjötorp blieb unbeantwortet.

<sup>2)</sup> Eine Kontrolle ihrer Genauigkeit war nicht durchführbar, da ich Hagströms Original nicht mehr neben sie legen konnte. Die eingezeichneten älteren Maxima 1729, 1773, 1782 fallen mit Hagströms Angaben zusammen. Der Maßstab der Tabelle wurde von mir auf etwa 1 schwed. Fufs = 29,5 mm, also nahezu 1 : 10, bestimmt; die Reduktion bei der pantographischen Kopie betrug die Hälfte der ursprünglichen Größe.

<sup>3)</sup> Gegen Lilienberg differierten meine planimetrisch gewonnenen Mittel 1819 + 0,03; 1826: + 0,14; 1835: + 0,35 m (Irrtum Lilienbergs? s. Anm. z. Tab.), gegen die aus Strömbergs Kurve abgeleiteten Werte + 0,06, + 0,15, + 0,06 m. Man darf aber nicht übersehen, daß die Kurven 1807—18 aus täglichen Messungen jedenfalls viel genauer konstruiert sind, als die der späteren Jahre. Deshalb nahm ich auch von dem Versuch einer Korrektion Abstand.

täglich beobachtet; die Zahl der Ablesungen wechselt von Jahr zu Jahr erheblich. In den letzten 30 Jahren ist ihre Anzahl im Jahr durchaus über 100<sup>1)</sup>. Diese Beobachtungen nach 1819 lagen mir in folgenden Formen vor: 1889 konnte ich im Meteorologischen Bureau in Stockholm eine handschriftliche graphische Darstellung der Jahrgänge 1819—64 von C. J. Strömberg benutzen und derselben die Wasserstände am 15. („Medio“) jedes Monats entnehmen. Im folgenden Winter erhielt ich zwei Exemplare einer bis 1880 fortgesetzten autographierten Ausgabe derselben Tabelle in kleinerem Maßstab, auf welchen die Daten 1881—89 handschriftlich nachgetragen waren. Herrn Kapitän Lilienberg verdanke ich 1890 die Jahresmittel 1819—1885 in Fufs; in seiner Tabelle 10 sind seither absolute Extreme und Mittel der Jahre 1831—85 veröffentlicht worden. Angaben über 1887 und 1888 fand ich bei Herrn Zander in Motala<sup>2)</sup>.

1) Aus den Aufzeichnungen, die ich 1890 bei Herrn Kapitän Lilienberg sah, habe ich ihre Anzahl folgendermaßen festgestellt: 1819—1824 je 60 Beobachtungen, 1825, zweites Halbjahr, 30 (fünfmal monatlich), 1826—1832 je 48 Beobachtungen (viermal monatlich), 1833—1838 je 73 Beobachtungen (jeden fünften Tag), 1839: 57, 1840 und 1841 je 63, 1842 76 Beobachtungen (wöchentlich, doch gelegentlich mit Einschaltung des ersten Monatstages und anderer), 1843: 292, 1844: 278 (bis 1. Oktober täglich), 1845: 129 (bis 15. Mai wöchentlich, dann täglich), 1846: 200, 1847: 140, 1848: 89, 1849: 241, 1850: 365 (täglich), 1851: 145, 1852: 107, 1853: 76, 1854: 62, 1855: 75, 1856: 87. Seit 1857 ungefähr jeden vierten Tag; doch finden Einschaltungen mit Rücksicht auf den Monatsanfang statt, so daß etwa achtmal monatlich beobachtet wird. Die Zahl der Beobachtungen in diesen Jahren schwankt zwischen 103 (1866, 1874, 1877) und 109 (1885). Sie ist in der Zeit 1857—85 dreimal 103, neunmal 104, neunmal 105, sechsmal 106, einmal 107, einmal 109. Lilienberg (S. 18) sagt, es sei bis 1856 ein- bis zweimal in der Woche, von da ab ständig zweimal wöchentlich beobachtet. Vom 23. Mai 1849 bis 1. März 1851 wurde täglich beobachtet.

2) Ehe ich Lilienbergs Mittel erhielt, hatte ich solche bereits auf Grund einer sehr sorgfältigen planimetrischen Ausmessung durch den gut eingeübten Franz Stadl, Diener im Geographischen Institut der Wiener Universität gewonnen, und zur ungefähren Kontrolle auch die Mittel der in den Kurven durch Sternchen bezeichneten Werte für die „Medio“-Tage gebildet. Stadls Messungen sind, wie der Vergleich mit Lilienberg zeigte, exakter, als diese annäherungsweise Mittel. Aber auch Lilienbergs arithmetische Mittel aus den an Zahl sehr wechselnden Beobachtungen sind nicht durchaus den graphisch ermittelten vorzuziehen, da sie keine Rücksicht auf die Zeitabstände der einzelnen Beobachtungen nehmen können. Die einzige wirklich exakte Methode, graphische Konstruktion aus den einzelnen Beobachtungen, war mangels der letzteren nicht durchzuführen. Ich habe die Abweichungen (vgl. Anm. zur Tabelle) zusammengestellt, und dabei ergab sich, gewiss nicht zufällig, daß die Jahre mit den größten Differenzen zwischen Lilienberg und Stadls Messung zumeist zusammenfallen mit solchen Jahren, in welchen

Bei der Wahl dieser Station wirkte ihre verhältnismäßig windgeschützte Lage mit. Dieselbe äußert sich darin, daß die rascheste Anschwellung, die Lilienberg 18 kennt (November 1862 und Februar 1858) nur 0,303 m und 0,306 m im Tag erreichte.

2) Wenersborg<sup>1)</sup> am Südwestende des Sees, wo derselbe in einen seichten Sumpfsee, „Vassbottn“ genannt, übergeht. Die Beobachtungen daselbst beginnen mit dem Jahr 1853 und werden bis in die Gegenwart fortgesetzt, obwohl man mit Grund bezweifelt, daß sie den wahren Stand des Sees angeben. „Wie ein Blick auf die Karte zeigt,“ schrieb mir Friherre Skogman am 2. December 1889 „gleichet der südlichste Teil Weners einem Trichter; wenn nun nördliche Winde auch nur mit mäßiger Stärke blasen, so steigt das Wasser bei Wenersborg schnell ein paar Fuß, um bei veränderter Richtung des Windes ebenso schnell wieder zu sinken, was bisweilen im Laufe eines Tages geschieht.“ Mein Besuch in Wenersborg Ende September 1890 bot mir Gelegenheit, mich von der Heftigkeit der Stürme zu überzeugen, während welcher der See fast den Anblick einer bewegten Meeresfläche darbot, und die jenen an Wettern und Boren gewiß nicht nachstehen. Fast jede Seite im Beobachtungsjournal zeigt, daß die Anschwellung oder das Sinken infolge des Windes sehr bedeutend werden kann. Beträge von  $\frac{1}{2}$  bis 1 m im Tage sind nicht selten, ja am 31. Oktober 1863 wurde in  $4\frac{1}{4}$  Stunden eine Veränderung des Wasserstandes um 1,35 m erreicht<sup>2)</sup>. Die vom Wind gebildeten

---

die Differenz zwischen Sjötorp (nach Lilienberg) und der vorzüglichen Station Wenersborg sich von ihrem durchschnittlichen Verhalten in auffälliger Weise entfernt. Setzen wir in diesen Jahrgängen die planimetrisch gewonnenen Werte ein, so mindert sich diese Discrepanz erheblich; es ist daher in diesen Fällen höchst wahrscheinlich die größere Exaktheit auf ihrer Seite. Trotzdem habe ich, der Gleichartigkeit halber, Lilienbergs Werte auch in diesen Fällen beibehalten, jedoch die darauf beruhenden Zahlen der Spalten „Sjötorp-Mittel; Differenz Sjötorp-Wenersborg und Mittel Sjötorp-Wenersborg“ in Klammer gesetzt und die dafür aus der Stadtschen Ausmessung sich ergebenden Werte in der Anmerkung zusammengestellt. In Klammer sind auch die nach Stadl bzw. Zander ohne Korrektur wiedergegebenen Werte für 1886—89 gesetzt; die Verschiedenheit der Vorzeichen in den Abweichungen erlaubte keine Korrektur, die einige Glaubhaftigkeit besäße. Über die Extreme s. Anm. zur Tab. III.

1) Sv. Hamnlots 24.

2) 6. Oktober 1856 bei Sturm 0,57 m über dem Wasserstand des Vortages. Vom 23. bis 24. November 1857 Steigen um 0,75 m bei Umschlag des Sturmwindes aus Südwest in Nordost. — 31. Oktober 1860 bis 1. November Steigen um 1,26 m (in einer zweiten Notiz wird dasselbe vom Jahr 1863 berichtet, das richtige Datum dürfte aber 1860 sein), Südweststurm. — 15. bis 16. November 1860 bei Nordoststurm: 15. um 7 a. 17,2 F., 12 m. 17,3, 3 p. 17,7, 5 p. 18,6, 11 p. 18,0, am

Wellen scheinen selbständig fortzuschreiten und reflektiert zu werden, so dafs man in Wenersborg geradezu vom „Zurückkommen“ des Wassers nach einiger Zeit auch ohne Windumschlag spricht<sup>1)</sup>).

Die Beobachtungen von Wenersborg verlieren durch diese Umstände jedoch nicht ihre Wichtigkeit. Die Lage der Station gegen den Wind ist jener von Sjötorp nahezu entgegengesetzt, und der verstorbene Kanalinspektor E. Ericsson bemerkt im ganzen richtig im Beobachtungsjournal: „das Wasser, wenn es an den Wenersborger Strand geblasen wurde, wurde von Sjötorp weggeblasen“. Korrespondierende Beobachtungen beider Stationen könnten also die Windeinflüsse nahezu eliminieren, und wir sehen auch, dafs die Differenz der Jahresmittel beider Stationen sich in engen Grenzen bewegt. Diese Grenzen wären wohl noch enger, wenn in Sjötorp tägliche Beobachtungen von so grofser Zuverlässigkeit vorlägen wie in Wenersborg. Seit December 1852 wachte der erwähnte Ericsson mit unermüdlichem Eifer über die Ausführung der Tag für Tag um 12 Uhr mittags, zeitweise auch öfters im Tag vorgenommenen Ablesungen; und wenn trotz der vorangeführten Bedenken die Beobachtungen noch heute nicht eingestellt sind, so spielt dabei die Pietät gegen diesen verdienten Mann die

16. um 12 m. 16,1 F. (Schwankung 0,56 m), den 22. November bei ungewöhnlichem Südweststurm stündliche Beobachtungen von 12 m. bis 5 p. 13,2 F. — 12,9 — 12,7 — 12,4 — 12,0 — 12,2 (in vier Stunden 0,36 m). — 25. bis 27. Januar 1863 bei zunehmendem Südwest 15,0, 13,8 und 11,8 F., in zwei Tagen also Sinken von 0,96 m. — 31. Oktober 1863  $\frac{1}{4}$  a. 14,5,  $\frac{3}{8}$  a. 10,0, 12 m. 12,8 F. (in  $4\frac{1}{4}$  Stunden 1,35 m Sinken). — 22. December 1863 blies der Nordnordwest das Wasser um 1,05 m in die Höhe. — 21. Oktober 1864 Südwest um 0,41 m höher als am Vortag. — 8. December 1866 bei Nordwest 17,0 F., am 7. und 9. nur 15,5 F. (Differenz 0,45 m). — 30. December 1866 bei starkem Nordost Steigen um 0,56 m gegen den Vortag, am 31. Sinken 0,39 m. — 1. December 1867 15,7 F., 2. December 12 m. 18,7, nachmittags 19 F., am 3. wieder 16,3 F. (Schwankung 0,98 m). — Im Laufe des 19. September 1869 blies der Wind das Wasser um 0,33 m herab. Am 13. Oktober 1873 bei Süd Sturm Fallen um 0,445 m von 10 bis 2 Uhr u. s. w. Manchmal liegen die monatlichen Extreme hart nebeneinander, wie im December 1858, in welchem auf das Minimum bei Südwind unmittelbar der höchste Stand des Monats bei Nordost folgte. Bei starkem Sturm kommt es vor, dafs das Wasser zu beiden Seiten der Brücke, die über den Kanal führt, verschieden hoch steht und dort ein Gefälle entsteht.

<sup>1)</sup> Vgl. vorige Anm. 1860 November, 1863 Oktober. Am 2. December 1871 bei Südwest 11,0 F.; am 3. bei Schneesturm aus Nordost 14,2 F. (+ 0,95 m); am 4. bei fortdauerndem Nordost 12 F. (— 0,66 m), dann langsames weiteres Sinken. 30. September 1890 während meiner Anwesenheit über Nacht bei starkem Süd Sinken um 80 cm, im Laufe des Nachmittags wieder Steigen, aber nicht um den vollen Betrag.

Hauptrolle. Man kann nicht ohne Bewegung die rührenden Worte lesen, mit welchen er an seinem 70. Geburtstag seinen Nachfolgern die Fortführung jenes Beobachtungsjournals empfiehlt, dessen Rettung seine erste Sorge bei dem Brand der Stadt gewesen war. Leider erlaubte mir meine beschränkte Zeit nicht, aus der Fülle seiner sorgsam aufzeichnungen in erwünschtem Maß zu schöpfen.

Nach Mitteilung des Herrn Inspektors Edström wird auch jetzt noch für gewöhnlich um 12 Uhr mittags beobachtet, an stürmischen Tagen jedoch auch der niederste überhaupt wahrgenommene Wasserstand angemerkt. Der hölzerne Pegelstab muß wegen Beschädigung durch Eis — obwohl man das Wasser auch hier um den Pegel herum offen zu erhalten sucht — oder durch Schiffe öfters erneuert werden. Als Fixpunkt, mit dem er alljährlich eingemessen wird, dient eine feste Marke<sup>1)</sup>. Bei der Wahl des Nullpunktes ging man von der Schleuse bei Brinkebergs Kulle (Bommen) am Götafluß aus, deren Wasserspiegel Ericsson für nahezu gleich mit jenem des Vassbottn ansah.

Während besonders hoher Wasserstände (1860 Herbst bis 1861 April) wurden korrespondierende Beobachtungen dreimal täglich (9<sup>h</sup> a., 12<sup>h</sup> m., 4<sup>h</sup> p.) in Wenersborg, am Ausfluß des Götaflusses bei Fredrikslund und bei Bommen angestellt, wo damals wegen einer Regulierungsarbeit (bis 1861 in Fredrikslund, bis 1864 in Bommen am Kanal) ab und zu beobachtet wurde. Überdies ist während der ganzen Beobachtungszeit die Windrichtung zur Zeit der Pegelablesung notiert worden.

Ich mußte mich damit begnügen, Monats- und Jahresmittel des Wasserstandes zu ermitteln. Die ersteren entnahm ich für die Jahre seit 1886 dem Journal unmittelbar; für die frühere Zeit lagen sie nur in einer graphischen Tabelle vor, die bis 1872 die Sjötorper Wasserstände und seither jene von Wenersborg enthält. Probeweise Berechnung einiger Monatsmittel aus den einzelnen Tagesangaben erwies diese graphische Darstellung als zuverlässig. Für die Jahre vor 1872 mußte ich aus dem Beobachtungsjournal selbst in der schon bei Station Södertelge erwähnten Weise die Monatssummen gewinnen, woraus hernach die Mittel berechnet wurden<sup>2)</sup>. Die Monatsmittel der Jahre 1890 bis 1892 verdanke ich dem seither nach Ström, Lilla Edet versetzten Herrn Edström.

3) In Fredrikslund wurde vom 15. December 1852 bis Ende April

<sup>1)</sup> Wohl dieselbe, welche nach Ericsson am 9. und 10. Mai 1860 eingehauen wurde (18 Fuß über dem Nullpunkt), „um zu bestimmen, ob die Mauern sinken“.

<sup>2)</sup> Außerdem habe ich zur Vergleichung Wasserstand und Windrichtung am 15. jedes Monats der Jahre 1886 bis 1890 (September) in Wenersborg ausgeschrieben. Es fand sich auch von Ericssons Hand eine Zusammenstellung der Häufigkeit einzelner Windrichtungen im Jahr 1863 vor.

1861 durchschnittlich zweimal wöchentlich, vom 4. November 1860 an dreimal täglich beobachtet. Meine Zeit reichte nur hin, die Beobachtungen von 12 Uhr mittags für die Monate November 1860 bis April 1861 zu excerptieren. Da ich für Fredrikslund ähnliche Windverhältnisse wie für Wenersborg annehmen durfte, verschmerzte ich diese Lücke damals leichter als nachträglich.

4) In Karlstad erhielt ich die Wasserstands-Angaben für den 15. jedes Monats vom Juni 1887 bis Oktober 1889, ferner für April und September 1890. Dieselben sollen im dritten Abschnitt berücksichtigt werden. Hafenskapitän C. F. Svensson sagte mir, daß im Wermlands-Kanal gelegentlich Wassermessungen stattfinden, ferner daß sich bei jeder Frühlingsflut im Fluß Klarelf die künstliche Aufstauung der Gewässer zum Zweck der Flossfahrt als ein die Fluthöhe verstärkendes Moment geltend mache. Die große Insel Hammarö ist nicht hoch genug, um die Winde abzuhalten, die ihren Einfluß auf den Wasserstand auch hier sehr deutlich zeigen sollen.

5) In Köpmanabro an der Endschleuse des Dalslands-Kanals erfuhr ich, daß daselbst Pegelablesungen mehrmals im Jahr stattfinden und ins Kanalkontor nach Upperud eingeschendet werden. Da die regelmäßige Schifffahrt Ende September bereits eingestellt war, reiste ich nicht mehr selbst dorthin; auf meine Anfrage sendete mir aber Herr Kamrere Allin in Upperud die vorhandenen Angaben für diese Station wie für die Seen des Dalslands-Kanals. Es sind dies die Wasserstände vom 15. Februar, 15. Mai, 15. August und 15. November der Jahre 1876 bis 1889. Die Schleuse von Köpmanabro liegt an einem Seitenwasser des Wener, das durch eine Reihe von Inseln fast ganz vom See abgeschlossen ist. Nach Aussage des Aufsehers Simson wird am 15. und letzten jedes Monats beobachtet, aber nicht an einem Pegel, sondern mit einem Maßstab, der jedesmal ins Wasser getaucht wird.

6) In Kristinehamn sowie in Lidköping, deren Häfen übrigens als Flußmündungen für Wasserstandsbeobachtungen nicht besonders geeignet sind, erfuhr ich von gelegentlichen Messungen, welche die „Gesellschaft für Verbesserung der Segelfahrt auf dem See Wenern“ ausführen lasse. In Lidköping sagte man mir im Hafenkontor, daß jeden 15. der Dampfer „Polstein“ (Polheim?) den See umfahre, um vergleichende (!) Messungen des Wasserstandes vorzunehmen. Eine wiederholte Anfrage an Beamte der Gesellschaft führte jedoch zu keinem Ergebnis. Rings um den See ist übrigens der Glaube eingewurzelt, daß die Messungen von Sjötorp den Wasserstand des Gesamtsees richtig bezeichnen, und man verzichtet schon deshalb auf Beobachtungen an den anderen, angeblich dem Wind und Rückstau der Flufswässer mehr ausgesetzten Stationen. Der Pegel von Karlstad und jener

im schönen neuen Hafen von Lidköping sind daher auch mit dem von Sjötorp durch Nivellierung verbunden und ihre Skalen in Übereinstimmung mit jener von Sjötorp gebracht worden. In Lidköping ist am oberen Ende der Skala (etwa  $16\frac{1}{2}$  Fot) die Jahreszahl 1860 eingezeichnet, offenbar als bekanntes Maximum der letzten Zeit.

b) Kanäle von Dalsland und Säffle.

1) Die Seen des Dalsland-Kanals, über welche ich je vier Wassermessungen für die Jahre 1876—89 dem Herrn Allin verdanke (s. unter Köpmannabro), sind die folgenden: (vgl. Sv. Hamnlots 26) Laxsjön, an der oberen Schwelle (*tröskel*) der Schleuse bei Långbron; Lelång, an der unteren Schwelle der Schleuse bei Lennartsfors; Stora Lee, an der oberen Schwelle der Schleuse bei Lennartsfors; Westra Silen, an der unteren Schwelle der Schleuse bei Krokfors; Östra Silen, an der oberen Schwelle der Schleuse bei Krokfors. Dieselben werden im 3. Abschnitt berücksichtigt werden.

2) In Bezug auf den Säffle-Kanal (vgl. Sv. Hamnlots 25) teilte mir Herr Ingenieur Lilliehök mit, dafs bei hohen Wasserständen wie 1851 und 1860 der Fluß Glommen in den Bereich des Kanals überfließt, ferner dafs eine Abnahme der Wasserhöhe in der letzten Zeit vorliegt, die sich aber durch Ausbaggerungen (*rensning och muddring*) im Kanal erklärt. 1887 soll sehr hoher Wasserstand gewesen sein. Da überdies Mühldämme und künstliche Wasseraufstauungen vorliegen, zog ich keine weiteren Erkundigungen über diese Seen ein. Eine Anfrage nach Arvika blieb unbeantwortet.

#### VI. Südschwedische Seen.

Über die Seen von Schonen finden sich einzelne Bemerkungen bei de Geer (S. G. U. Bl. Bäckaskog 54 ff., G. F. F. 1889, 12 und mündl. Mitteil.), auf die in den folgenden Abschnitten zurückgekommen werden soll<sup>1)</sup>. Wasserstandsbeobachtungen genauere Art werden nur am See von Kristianstad (Helgesjö) angestellt. Es ist der lebenswürdigen Bemühung des Herrn Baron G. de Geer gelungen, eine Abschrift derselben im Stockholmer Meteorologischen Institut ausfindig zu machen. Ich bin ihm für die Mitteilung der daraus von ihm selbst berechneten und kritisch bearbeiteten Mittel für Monate und Jahre 1881—90 zu großem Dank verpflichtet. Die Zahl der Beobachtungen

<sup>1)</sup> Meist auf längere historische Zeiten bezüglich. Vom Ifö und Opmannasjö scheint deutlich, dafs sie um 1828 niedriger waren, als 1883, obwohl sie 1873 um 5 F. gesenkt worden waren. Die Aufstauung war wohl künstlich. 1853 hoher Wasserstand. In dieselbe Zeit führt E. Erdmanns Notiz in der Beschreibung des Kartenbl. Helsingborg (1881, S. 5), dafs „vor 30 Jahren“ infolge von heftigem Regen der Lunnomssjö den Damm durchbrach und sich entleerte.

in den einzelnen Monaten schwankt 1881—89 zwischen 2 und 10. Seit September 1889 wird jeden zweiten Tag beobachtet. Ganz interpoliert sind Oktober 1885 und Oktober 1890. Für Immelen giebt de Geer die Wasserstände Null 1885, — 0,16 m 1826 und — 0,21 m 1868 an.

#### VII. Nordschwedische Seen.

Fegræus' graphische Darstellung (vgl. S. 7) teilt unter den Wasserständen an mehreren Stellen der Indalselv auch solche des jämtländischen Storsjö mit, die ich im 3. Abschnitt verwerte. Sie umfassen die Zeit von Anfang (5.—10.) Mai bis Ende Oktober der Jahre 1882 bis 1886.

#### VIII. Norwegische Seen.

Die Angaben, welche ich über dieselben benutzen konnte, wurden mir durch freundliche Vermittlung des Herrn Professors Mohn von Herrn Lieutenant Nysom geliefert. Sie bestanden aus Tabellen, welche folgende Rubriken enthielten: Mittelwasser jedes einzelnen Monats, Mittelwasser, „Normalwasser“, Maximum und Minimum (letztere mit Datum) jedes einzelnen Jahres. Ferner für Zeiträume von je zehn Jahren absolute Extreme und Mittel der einzelnen Monate, Mittelwasser, Normalwasser und mittlere Extreme der Zehnjahrs-Periode. „Normalwasserstand“ und absolute Extreme der Monate fehlen jedoch in den Tabellen mit Ausnahme jener der Stationen Eidsvold und Mörkfos.

Die Stationen sind nun folgende:

1) Eidsvold-Sundfos für Mjösen. Nach dem Briefe Herrn Nysoms an Herrn Professor Mohn (vom 30. Januar 1890) ist dieser See reguliert durch einen Damm bei Sundfos, der den „regulierten Wasserstand auf 3,14 m halten soll“. Die Beobachtungen sind seit Juni 1856 fast ununterbrochen.

2) Mörkfos für Øieren. Dieser See soll nach Nysom durch einen Regulierungsdamm bei Mörkfos auf 4,6 m gehalten werden. Nach Kanalvæsenets Historie (II 109 ff.) sollen die Unterschiede zwischen Hoch- und Niederwasser vorher 12,25 — 13,50 m (1827, 1850), ja sogar 16,96 m (1789) erreicht haben. Die Arbeiten begannen 1857; ihr Einfluss auf den See zeigt sich 1862, allein schon das Hochwasser 1863 überschritt das berechnete Mafs. Die Beobachtungen (seit 1848, lückenlos seit 1858) zerfallen also in zwei nicht vergleichbare Abschnitte.

3) Randsfjord für den nicht regulierten See Randsfjord. Beobachtungen seit 1869, die Wintermonate fehlen meistens, wohl wegen der Eisbedeckung.

4) Spirillen für den See Spirillen, dessen Niederwasserstand durch eine Regulierung um etwa 2 m gesenkt ward; doch ist kein Damm errichtet. In den seit 1868 fast lückenlos durchgeführten

Beobachtungen ist kein Sprung, der das Datum dieser Senkung bezeichnet; sie dürfte vor Beginn unserer Beobachtungsreihe fallen<sup>1)</sup>.

5) Gulsvik für den nicht regulierten Kröderen; lückenlose Beobachtungen seit Mai 1873.

6) Löveid für den See Nordsjön, den ein Damm bei Firingsfos auf dem Stande von 15,06 m halten soll. Er rührt wohl von dem Bau des Nordsjö-Skiens-Kanals her, der im Oktober 1854 begonnen wurde (K. H. VII). Die Beobachtungen mit wenig Lücken seit Juli 1856.

7) Strengen für die drei zusammenhängenden Seen Flaavand, Hvideseidsvand, Bandaksvand. In den letzten Jahren war dort ein Kanal im Bau, dessen Fertigstellung nunmehr die Wirkung einer Regulierung erzielt haben dürfte. Beobachtungen ohne Lücke seit Mai 1879.

8) Über andere Seen Norwegens und ältere Daten, wobei Flufshochwasser wegen des ausgesprochenen Flusseescharakters der meisten Seen mit berücksichtigt wurden, siehe Anm. zu Tabelle I und zu Tabelle V. Hauptquelle ist Kanalvæsenets Historie.

#### IX. Finländische Seen.

Diese wurden nicht eingehend berücksichtigt, da eine ausführliche Bearbeitung des von der Gesellschaft für Geographie Finlands gesammelten Materials im Gange ist (vgl. Fennia I No. 1, S. 25, 28, III Nr. 1, S. 27, IV No. 1, S. 6, 17, V No. 11, VI. S. 80). Einer freundlichen Auskunft des Herrn Oberdirektor A. Thesleff (Helsingfors 28. Februar 1892) entnehme ich, dafs die Beobachtungen, welche am 1., 8., 16. und 24. jedes Monats der Jahre 1872–1889 an den Seen Päijänne und Vesijärvi angestellt wurden, demnächst in der „Fennia“ erscheinen sollen. Das übrige Material, das für 45 Seen des Landes mehr als zehn Jahrgänge umfaßt (viermal im Monat beobachtet), ist noch nicht völlig bearbeitet, soll aber nach und nach ebenfalls veröffentlicht werden. Erschienen sind bisher blos (Fennia I No. 14) die Daten über Saimen bei Lauritsala 1847–87, welche Brückner (Klimaschwankungen S. 126 ff.) bereits benutzt hat. Diese Reihe und jene über die Seen Ladoga und Onega, welche Woeikoff mitgeteilt und Brückner sowie ich selbst in früheren Arbeiten verwertet haben, wurden zum Vergleich herangezogen; im übrigen sei auf die bevorstehenden Veröffentlichungen der Finländer verwiesen.

<sup>1)</sup> Bemerkte mag hier sein, dafs ich 1889 auf dem Dampfer „Bægna“ eine graphische Darstellung über den See und die Bægna von Ingen. Broch, Mai 1885, sah, welche für mehrere Punkte die Fluten von 1860, 1868, 1879, die normale Anschwellung 1881, den niedersten fahrbaren Wasserstand und den niedersten Sommerwasserstand enthält. Dieser Tabelle, der ich die erste Anregung zu dieser Untersuchung verdanke, sind die Zahl für 1860 und ein paar Angaben über Næstryggen am Spirillen-See in den Anm. zur Tabelle V entnommen.

Ehe wir uns zu der zweiten Gruppe der Beobachtungen, jenen an Felsmarken wenden, sei ein Blick auf das Pegelwesen an den Meeresküsten geworfen. Nach gelegentlichen Beobachtungen, wie jene von Wijkström und seinem Nachfolger Frigelius (s. S. 27 f.), wurde erst 1852 in Schweden ein Beobachtungsnetz ins Leben gerufen, dessen Schicksale bereits S. 41 f. vorgeführt wurden. Für die Jahre nach Forfsmans Bearbeitung (1875) liegen nur Jahresmittel von Ystad 1881—86 und Karlskrona 1877—86 bei Holmström 96 im Druck vor. Herrn L. Holmström verdanke ich die betreffenden Journale sowie Bruchstücke einzelner älterer Aufzeichnungen. Dafs auch andere Stationen seit längerem mehr oder weniger regelmäfsig beobachtet, ist mir in letzter Zeit wahrscheinlich geworden, doch konnte ich mit den noch zu nennenden Ausnahmen darüber nichts in Erfahrung bringen. 1885 wurden vom Nautisch-meteorologischen Bureau selbstregistrierende Pegel in Stockholm<sup>1)</sup>, Landsort, Karlskrona<sup>2)</sup>, Ystad und Varberg aufgestellt, deren Beobachtungen noch nicht veröffentlicht sind. Wegen ihrer kurzen Dauer verzichtete ich darauf, die letzteren heranzuziehen. Für die Zukunft aber sind diese Stationen, die hoffentlich bald vermehrt werden, (vgl. Fennia VI S. 77 ff.) ausschlaggebend.

Längere Reihen finden sich jedoch gerade an einigen für die Vergleichung mit den Binnenseen wichtigen Punkten. Seit 1773 beobachtet man die „Salzsee“ bei Stockholm, seit 1868 bei Södertelge an der Schleuse, seit 1863 den Wasserstand bei Mem an der Mündung des Göta-Kanals in die Ostseebucht Slätbaken. Die Beobachtungen in Stockholm sind zumeist zusammen mit jenen des Mälar veröffentlicht, insbesondere bei Erdmann und Lilienberg (s. oben S. 66 ff.). Jene von S. Telge wurden von mir an Ort und Stelle in derselben Weise bearbeitet, wie die des dortigen Mälar-Pegels (s. oben S. 69 ff.). Die Angaben von Mem fand ich graphisch dargestellt in Motala und entwickelte die „angenäherten Mittel“<sup>3)</sup> aus den Extremen der einzelnen

<sup>1)</sup> Bei Lilienberg S. 4 und T. I heifst es „auf Kastellholmen“, bei Rosén aber mehrmals „Skeppsholmen“. Beschreibung des Apparats bei Rosén 83, Abbildung bei Lilienberg T. I.

<sup>2)</sup> wohin schon 1877 die Station Utklippan verlegt war (Rosén 80, Holmström 96).

<sup>3)</sup> Dafs diese auch hier den wirklichen näher kommen, als ihre grofse Fehlergrenze erwarten liefs, ergibt sich aus den wirklichen Mitteln 1884—88, die ich bei Herrn Zander fand und in Tabelle IV einsetzte. Die Korrekturen der angenäherten Mittel ihnen gegenüber sind der Reihe nach: — 0,01 m, — 0,00, + 0,03 m, — 0,01 m, — 0,04 m, im Mittel — 0,006 m. Das sind Differenzen, die sich ebenso gut aus der Umrechnung derselben Zahlen ergeben könnten — obwohl die Grenzkurven der „angenäherten Mittel“ um 0,21 bis 0,50 m von einander abgehen. Ich habe deshalb die angenäherten Mittel 1864—81 ohne Korrektur aufgenommen.

Monate auf dieselbe Art, wie für die Seen des Kanals (s. S. 72).<sup>1)</sup> Diese Reihen sind in Tabelle II und IV mitgeteilt.

Über die Pegelbeobachtungen in Finland seit den fünfziger Jahren gaben die Arbeiten von Moberg und Bonsdorff Aufschluss; in Norwegen sind selbstregistrierende Apparate seit mehreren Jahren in Gang, deren Ergebnisse in den Berichten der norwegischen Gradmessung veröffentlicht werden, leider aber keine vollen Jahresreihen umfassen.

Eine zweite Gruppe von Beobachtungen stellen neben jenen an den Pegeln diejenigen an Felsmarken dar. Soweit sich dieselben an Meeresküsten befinden, hat sie Holmström zusammenfassend behandelt, und seine Ergebnisse sollen uns später beschäftigen. Nachzutragen zu seiner Liste sind fast nur die von Erdmann auf seiner Karte im Bidrag (Tabelle 5 und Note I) zusammengestellten Marken der S. G. U., welche den Späteren völlig entgingen<sup>2)</sup>. Neben dieser Reihe läßt Holmströms Liste nur wenige kleinere Ergänzungen zu, die im 4. und 5. Abschnitt beigebracht werden sollen. Ebenso sollen dort die wichtigen neueren Ergebnisse finländischer und norwegischer Einvermessungen (vgl. oben S. 39, 42) besprochen werden.

Spärlicher sind die Marken an den Binnenseen. Der beiden ältesten ist S. 20 gedacht worden, einiger nicht weiter bekannten am Hjelmars S. 71. Von Erdmanns Anregung und ihrer Ausführung durch die S. G. U. in den sechziger Jahren war S. 54 die Rede. Auch diese Marken Erdmanns gerieten in Vergessenheit. Sein Verzeichnis a. a. O. zählt folgende Marken auf:

Mälar 1) Stockholm. Nach den Beschreibungen bei Erdmann, Öfvers. 1856, 189, S. G. U. Bl. Stockholm 19, 22, Lilienberg 4f. waren hier zwei Marken, eine im südlichen Stadtteil nahe der heutigen Zufahrtstraße auf den Skinnarviksberg im Quartier Bössan, die andre auf der Nordseite der Stadt, auf der Insel Kungsholmen. Erstere bezeichnete den Stand von 17 F. (nicht 16, wie es mitunter irrig heißt) über Pegelnull und wurde 1853 eingehauen. Sie wurde später zerstört, an ihrer Stelle aber 1882 eine neue, um 3,21 F. höher (= Pegelstand

<sup>1)</sup> Dafs diese Station lebhaften Windeinwirkungen unterliegt, läßt die grofse Amplitude der monatlichen und jährlichen Schwankung vermuten. So erreicht die Differenz der Extremwasserstände eines Monats den Betrag von 4 F. = 1,188 m im Novbr. 1888.

<sup>2)</sup> 1) Norrtelge E. v. Badehaus 1867 0,12 m ü. d. M. 2) S. E. v. Näfveqvärn Tunabergs s:n 1863 1,125 m ü. d. M. 3) Rörhällen in der Löfstabucht, Wesslands s:n 1860 0,39 m ü. d. M. 4) W. Gnestavik an Slätbaken 1865 0,84 m ü. d. M. 2,16 m. ü. d. M. 5) W. Ende v. Killingsholm an Slätbaken 1865 0,84 m ü. d. M. — ferner am Westmeer 6) beim Badehaus Uddevalla 1863 0,54 m ü. d. M. und 7) beim Schulhaus Gustafsberg, Bäfve s:n, nahe Uddevalla 1864 0,36 m ü. d. M.

von 6 m) und bei deren Auflassung 1887 eine dritte, ebenfalls 6 m über Null, 100 m weiter nach Westen angebracht. Die Marke von Kungsholm verzeichnet ein paar extreme Wasserstände der Jahre 1851, 1852, 1854 und 1861; die in den Beschreibungen dafür gegebenen Wasserstände der Schleuse entsprechen indes nach Lilienberg den Angaben des Journals nicht, und es ist fraglich, ob die Irrtümer in den Daten oder den Wasserstandsziffern liegen.

2) am Kyavik in Aspö s: n 1,2 F. (0,36 m) ü. Westeråsfjärden, 3,2 F. (0,96 m) ü. d. Meer (1859), 3) „Ängsömarke“ bei Stamdalen, von der in den folgenden Abschnitten mehrfach die Rede sein soll. Vgl. oben S. 51, 4) bei Ekudden in Kung Carl s: n 2,1 F. (0,62 m) ü. Galten, 4,6 F. (1,38 m) ü. d. Meer (1860) (vgl. Bl. Arboga S. G. U. S. 11), 5) „Bykhällen“ S. von Afhulta, Munktorp s: n 3,6 F. (1,08 m) ü. Galten, 6,1 F. (1,83 m) ü. d. Meer (1860), 6) auf der Insel bei der Mündung des Flusses von Enköping 10,9 F. (3,27 m) ü. Björkfjärden, 12,4 F. (3,72 m) ü. d. Meer (1862).

Hjelmar: „Arningemärke“ in Westermo s: n 1757 an dem damaligen Wårhultasjö angelegt, der noch in freier Verbindung mit dem Hjelmar stand. Sie sollte 8 tum über dem niedrigsten, mit der Schifffahrt vereinbaren Wasserstand liegen (S. G. U. Bl. Arboga S. 7) und jenen Wasserstand bezeichnen, der den Wiesen nicht mehr schädlich ist. Man behandelte sie dann als Mittelwassermarke, während sie jetzt etwa  $\frac{1}{2}$  F. über dem Mittelwasser liegt (Laurell II. 3). Schon 1862 (S. G. U. a. a. O.) war man sich bewusst, daß die Marke zwar genau in der Mitte zwischen den Extremen des Wasserstandes (1844 und 1819), aber ziemlich erheblich über Mittelwasser lag. Gleichzeitig mit der Arningemärke wurden bei der damaligen obersten Schleuse und bei Qvislatorp Marken angebracht (S. G. U. a. a. O.).

Wettern: 1) am Südostende von Askersund (1865), 2) auf der Insel zwischen Kanal und „Södre utloppet“ bei Rödesund (1865), Boren: bei Borenhult (1865), Yngaren: Ulfsnäsudden Süd von Åkerö (1864), kurz nach der Senkung des Sees (S. G. U. Bl. Nyköping 8) angebracht. Temnaren: Südost von Aspnäs (1862), Viken: bei Tåtorp (1865).

Wenern: 1) bei Mariestad (1865), 2) auf der Ostseite von Hattufuruholmen in Skållerud s: n (1863), 3) südlich von Wingershamn, Ånimskog s: n (1866), 4) beim Ladeplatz von Tössebäckshamn in Tösse s: n (1866). Laxsjön: auf Baldersnäs 1864.

Aufser diesen Felsmarken, zu deren Wiederauffindung und Beobachtung mein kurzer Besuch im Land keine Gelegenheit bot, erfuhr ich noch von folgenden anderen. Mälaren: bei Södertelge wurden, wie man mir dort erzählte, beim Bau des Kanals Marken angebracht, deren Lage noch bekannt ist. Hjelmaren: bei den Regulierungs-

arbeiten spielte eine Marke im Abflufs des Sees bei (Tysk) Hyndevad eine grofse Rolle. Wenern: über die Marke von Wenersborg vgl. S. 82. Bei der Bestimmung der Niveaudifferenz zwischen Sjötorp und Brinkebergs Kulle sollen auch an diesen beiden Punkten Marken angebracht worden sein (Erdmann und Lovén 48). Über die Wassermarken Norwegens giebt die hydrographische Karte von Nysom Aufschluß. Die Zahl derselben ist sehr erheblich infolge der Messungen bei Kanalbauten; den obengenannten Pegeln entsprechen durchaus Felsmarken, auf die man die Beobachtungsergebnisse bezieht.

In engem Zusammenhang mit den Beobachtungen der Wasserstände brachte schon Vassenius — und in gewissem Sinn auch seine Vorgänger Hjärne, Swedenborg, Tiselius — die Aufzeichnungen und Beobachtungen meteorologischer Natur. Da dieselben in offiziellen Quellenwerken vorliegen, auch nicht sehr weit zurückgehen, kann hier von ihrer Wiedergabe abgesehen werden. Sie in vollem Umfang heranzuziehen, mufs skandinavischen Forschern, die auch das abgelegene private Material kennen, überlassen bleiben. Eine Ausnahme habe ich nur zu Gunsten des Vassenius gemacht, dessen systematische Aufzeichnungen als Vorläufer der genaueren Beobachtungen der letzten anderthalb Jahrhunderte gelten können. Hingegen soll hier noch einiges über die Hilfsmittel bemerkt werden, die uns für die Zeit vor Beginn der meteorologischen Aufzeichnungen strengerer Art zu Gebote stehen.

Als die meteorologischen Beobachtungen in Schweden begannen, suchte man auch Rückschlüsse auf die Vergangenheit zu gewinnen; während auf der einen Seite die Akademie (Handl. 1751, 237 ff.) ein umfassendes Beobachtungsprogramm erlief, bemühte man sich auf der anderen demselben entsprechende Aufzeichnungen aus älterer Zeit ausfindig zu machen. So drängen sich in den folgenden Jahrgängen der Akademieschriften alte und neue Beobachtungen der mannigfaltigsten Art zusammen, auf die ich hier nicht näher eingehen kann. Diese Thätigkeit der Bjerkander, Wargentín, Wallerius und vieler anderer lieferte Ehrenheim das Material zu seiner grofsen klimageschichtlichen Untersuchung, und mit dem negativen Ergebnis derselben erstarb auch der Beobachtungs- und Sammeleifer. Dreierlei Beobachtungen kommen für die Aufhellung älterer Verhältnisse besonders in Betracht: solche über Witterungsextreme, solche phänologischer Art und Eisbeobachtungen der Gewässer.

Die „strengen Winter“ und warmen Sommer sind mit besonderer Vorliebe studiert worden, wobei Pfaff und Ehrenheim mit ihren

Centren und Bewegungen der Kälte einigermaßen an unsere heutige Vorstellung von Zugstraßen der Minima gemahnen. Neikter und Ehrenheim sind es in Skandinavien gewesen, die an der Herstellung jener Liste kalter Winter mitgearbeitet haben, deren Verwertung noch in neuester Zeit Köppen und Brückner nicht verschmäht haben. In dieser Arbeit soll davon kein Gebrauch gemacht werden, aus Gründen, die zum Teil schon Schouw bestimmten. Einerseits würde eine Richtigstellung der überlieferten höchst unkritischen Listen andauernde Arbeit eines gewiegten Historikers erfordern; andererseits ist der Begriff „strenger Winter“ von störender Vieldeutigkeit. Man kann darunter solche Winter verstehen, in welchen niedere Temperatur lange genug andauert, um Unbehagen und Schaden hervorzurufen, ohne daß sie sehr niedrig zu sein braucht, oder Winter mit besonders niedriger Mitteltemperatur oder solche mit sehr niedrigen Temperatur-Extremen oder endlich solche, in welchen begleitende Umstände, wie heftige Winde, reichliche Schneefälle u. s. w., die Kälte besonders empfindlich machen. Der Einfluß dieser verschiedenen Verhältnisse auf das Jahreszeiten- oder Jahresmittel ist aber ein sehr verschiedener. Man kann daher Klimaschwankungen auf Grund der Winterlisten allein nicht ernsthaft verfolgen — und bei aller Anerkennung für Ehrenheims und Köppens geistreiche Versuche einer kritischen und graduellen Anordnung dieser Jahreszahlen kann ich sie doch nicht als gelungen ansehen.

Eine verständlichere Sprache, als die Listen kalter Winter, führen die phänologischen Beobachtungsreihen. Doch bedarf auch ihre Deutung der strengsten Kritik. Insbesondere werden wir der Tierphänologie weit weniger Gewicht beilegen, als die schwedischen Beobachter des vorigen Jahrhunderts und die Nachzügler der Lehre vom Überwintern der Schwalben unter dem Meereise, mit der sich die Stockholmer Akademie noch in den fünfziger Jahren unseres Jahrhunderts beschäftigen mußte. Auch wissenschaftlich höher stehende Versuche, wie der Ljungmans, die Sonnenfleckenperiode in den Häringszügen nachzuweisen, können nicht als gelungen bezeichnet werden. Besser steht es mit der Pflanzenphänologie. Erwähnt sei aus der Überfülle des Materials zunächst der in neuester Zeit wieder von Schwedoff vorgebrachte Gedanke, daß die Jahresringe alter Bäume gleichsam eine Chronik des Klimas darstellen, der mir schon in den Handlingar des Jahres 1763, S. 23 ff. begegnet ist. Wichtiger sind jedoch die Aufzeichnungen über Termine der Saat- und Erntezeit, deren Mittel für längere Zeiträume gewiß Klimaschwankungen ebenso erkennen lassen, wie die Termine der Weinlese, wenn auch die Ausscheidung der nicht klimatischen Faktoren Mühe bereitet. Ich werde versuchen, solche Beob-

achtungsreihen heranzuziehen. Da indes das einzelne Jahr und die einzelne Örtlichkeit von jenen nicht klimatischen Faktoren abhängiger erscheint, als mittlere Werte, kann in diesem Abschnitt keine Tabelle dieser Art gegeben werden<sup>1)</sup>).

Besondere Rücksicht wandte ich hingegen den Eisbeobachtungen zu, soweit sie sich auf die großen Seen und ihre Zuflüsse, sowie auf benachbarte Meeresteile beziehen. In die Tabellen aufgenommen wurden folgende Eisbeobachtungen: jene von Westerås am Mälarsee, vom Fyrisflufs bei Upsala und vom Schärenhof bei Stockholm; ferner ältere Reihen des jämtländischen, wie des gestrikländischen Storsjö.

Bei der Auswahl dieser Reihen folgte ich den Gesichtspunkten 1) weit zurückreichende Reihen auszuwählen, 2) solche, die der näheren Umgebung der hier behandelten Seen angehören, 3) endlich solche, die in neuerer Zeit nicht veröffentlicht wurden. Was andere zum Teil ebenfalls bis ins vorige Jahrhundert zurückreichende Reihen betrifft, die im dritten bis fünften Abschnitt gelegentlich herangezogen wurden, so sei auf die Arbeiten von Hildebrandsson, Cronwall, Hildebrandsson und Rundlund und von Solander für Schweden, auf die Veröffentlichungen in der „Fennia“ für Finland verwiesen. In beiden Ländern ist das Material für die letzten Jahrzehnte ungemein reichhaltig. Die Gesellschaft für Finlands Geographie hat jedoch „mit Rücksicht auf die Unzuverlässigkeit vieler Beobachtungen“ die Einstellung ihrer Veröffentlichungen (Fennia I No. 8 und 9, III No. 10, vgl. ferner IV No. 1 S. 32, V No. 1 S. 20f.) beschlossen.

Die in meinen Tabellen wiedergegebenen Reihen sind derart bearbeitet worden, daß das Datum für Eisbedeckung und Eisauflösung nicht in der üblichen Weise, sondern als fortlaufende Tageszahl des Kalenderjahres gegeben ist, wobei ich die Schaltjahre mit berücksichtigte. Statt der Rubrik „Dauer der Eisbedeckung“ führte ich diejenige „Dauer des eisfreien oder offenen Wassers bzw. der Schiffbarkeit“ ein. Nicht blos weil unmittelbare Angaben für diese vorlagen, sondern namentlich auch deshalb, weil alle anderen Angaben, besonders die des Wasserstandes, notgedrungen dem Kalenderjahr folgen, die Eisbedeckung aber über dessen Grenzen hinausgreift. „Dauer des offenen Wassers“ hingegen fügt sich durchaus in den Rahmen des Kalenderjahres.

---

<sup>1)</sup> Für gewisse Jahre mit starken hydrologischen und klimatischen Extremen sind uns gleichzeitige phänologische Extreme auch als Bestätigung der anderen Beobachtungen von Wert, deren schwer glaubhaften Betrag man sonst leicht auf mangelhafte Beobachtungsmethoden zurückführen möchte, z. B. 1773, 1779.

Die Beobachtungen für Westerås stammen für die Jahre 1712 bis 1793 aus den Veröffentlichungen von Hülphers in Handl. 1765, 116 ff. und 1793, 318 ff. Die späteren Jahrgänge kannte Ehrenheim (S. 86), teilte aber nur das Mittel für 1793—1821 mit. In ihren Besitz gelangte ich durch die Güte des Herrn Dr. A. Kempe in Westerås, der mir Ende 1891 einen Ausschnitt aus der Zeitung „Aros“ vom 7. April 1866 übersandte, worin die Beobachtungen von 1712—1865 (die neueren nach Aufzeichnungen der Wagmeister Widell und Norelius) mitgeteilt werden. Diese älteren Beobachtungen umfassen nur das Datum des Eisaufganges. Herrn Dr. Kempe verdanke ich ferner ein Verzeichnis über Beginn, Schlufs und Dauer der Schifffahrt (*seglation*) im Hafen von Westerås 1856—90, welches er für 1856—60 und 1871—90 aus den Fünfjahrsberichten der Provinzverwaltung Westerås in „Sveriges officiella statistik“ —, für 1861—70 aus Mitteilungen des Bürgermeisteramtes zusammenstellte. Die erste Spalte dieser Liste weicht von den Daten des „Aros“ um 0 bis 5 Tage (Mittel 1856/65: 1,5 Tage) ab, da sie nicht das erste Auftauen, sondern einen etwas späteren Termin bezeichnet. In Tabelle II gab ich die Originalzahlen; um eine ganz homogene Liste bis 1890 zu erhalten, mufs man 1 bis 2 Tage von den Zahlen dieser Spalte für 1866—90 abziehen, welche Korrektur gelegentlich längerer Mittel beachtet werden soll.

Die Zahlen für Stockholm, Meerseite, sind dem Årsberätt. 1885 S. 138 entnommen; jene für Fyrisån den Listen Cronvalls und Solanders, für den jämtländischen Storsjö (bei Östersund) den Handl. 1767 S. 3, für den Storsjö bei Ofvansjö in Gestrikland den Handl. 1785, 234 f. — Von anderen älteren Beobachtungsreihen sei die von Åbo seit 1740 (Handl. 1763 und Fennia III) an der Aura a, jene an der Kumo å seit 1794 (Fennia I No. 8), in Luleå 1750—66 (Handl. 1768), an der Gefle å 1789—1809 (Handl. 1810), am See von Wexiö seit 1785 (Cronvall), am Hugn in Wermland seit 1811, am Klarelf seit 1803 (ebendort), sowie die weniger weit zurückgehende Reihe am Hjelmär (Cronvall) hervorgehoben, von denen jedoch viele recht lückenhaft sind.

Damit wäre das Beobachtungsmaterial erschöpfend vorgeführt, auf dem die folgenden Untersuchungen beruhen. Trotz alles Bestrebens, mich kurz zu fassen, hielt ich es für notwendig, dem Leser alle Behelfe zur Beurteilung und Weiterführung meiner Ergebnisse zur Verfügung zu stellen und mir selbst durch diese Tabellen und ihre Erläuterungen weitere Auseinandersetzungen in den folgenden Abschnitten zu ersparen.

---

## Anmerkungen zu Tabelle I.

1) Angaben vor 1690. 1400 Überschwemmungen Östergötland (besonders bei Söderköping), Widegren I, 1, S. 214. — 1422 vermutlich Hochwasser Hjelmar, Laurell 1885, II, 1. — 1557 ungewöhnliche Frühlingsflut Mälär, (Urkunde bei Lilienberg S. 32). — 1601 Frostjahr Finland, Handl. 1742, S. 265 ff. — 1617 Regen — kein Winter. 1618 Hochwasser Upsala. 1622 Hochwasser Upsala. 1625 Mai Hochwasser bei Säter. 1627 — 1639 Wetteraufzeichnungen von J. B. Rudbeck — Nicander, Handl. 1781, S. 176 ff. — 1634 Überschwemmungen Norwegen, Browallius S. 179. — 1640 Hjelmarhochwasser, dem Kanal schädlich, Laurell 1888, 3, vgl. 1650. — 1649 „Olafsmefsflut“ Östergötland, so stark, daß sie den Anfang einer Art Ära abgab (27. Juli), Sw. Merc. IV, S. 22 f. — 1650 Mälär-Hochwasser, fast jenem von 1780 gleich. Man riß Häuser nieder und dachte daran, den S. Telge-Kanal (Telgegrafven) auszuführen. Handl. 1781, Handl. 1791, S. 184, Lilienberg S. 35 (wo einmal irrig 1640). Frostjahr in Finland, Handl. 1742, S. 265 ff. — 1651 Mälär hoch, Lilienberg S. 35. — 1654 oder 55 die erste Überschwemmung von der man nähere Kunde hat, am Hjelmar, Djurklou 1863, 4. — 1655 Dammerstörung durch die Bauern, wie 1442, Laurell 1885, II, 1. — 1656 und 1659 Überschwemmungen, Browallius S. 179. — 1657 trocken, Fallen des Mälär, 1658 kalt. 1660 viel Schnee, Handl. 1793, S. 310 ff. — 1661 heftige Frühlingsflut Mälär „infolge von Regen, Eis und Schnee“. Maßregeln, wie 1650. Hochwasser geringer als 1650 und 1730, Lilienberg S. 35 f. — 1669—1726 Aufzeichnungen des Klimas bei Westerås, vgl. Handl. 1793, S. 310 ff. — 1675 Glommen, Hochwasser. Pontoppidan I. 168. 1677 Fyriså s. oben S. 16. — 1680 starke Regen, Hjärne I, S. 39. — 1684 große Überschwemmung Östergötland, Widegren I, 1, S. 215. Norwegen, Dürre, Pontopp. II, 84. — 1685 starke Regen, Hjärne I, S. 39. — 1689 und 1693 floß eine „Hungerquelle“, während alle Quellen ringsum austrockneten. Eekman in Falun bei Hjärne I, S. 52 — also wohl trockene Jahre? —

Zu bemerken ist, daß die älteren Angaben, auch die des Vassenius, der julianischen Zeitrechnung folgen, da der gregorianische Kalender erst 1753 in Schweden eingeführt wurde. Wo Ziffernreihen vorliegen, sind dieselben, z. B. bei den Eisbeobachtungen in Westerås, umgerechnet. Dagegen folge ich in Bezug auf ältere Daten (also z. B. Olafsmefsflut s. oben 1649) dem üblichen Vorgang der Historiker, dieselben ohne Umrechnung zu bringen. Das Jahr, das Vassenius charakterisiert, und jenes, welches die Eisbeobachtungen in Westerås im Auge haben, ist also nicht genau dasselbe; die Differenz der Epochen ist jedoch eine zu geringe, als daß sie die Vergleichung hindern könnte.

2) Wenern. Vassenius zeilengetreu wiedergegeben. Nach je 5 Zeilen hat er einen Strich gezogen, der Text geht ohne Rücksicht darauf fort. Abkürzungen, wo ihre Bedeutung nicht zweifellos, beibehalten. 1697—1698 Tiselius S. 64 nach Angaben eines Greises. — 1700 Hjärne I, S. 31 f. — 1711 Reuter bei Tiselius S. 64.

— 1710—1722 Tiselius S. 64 (nach Kagg). Vassenius S. 413: 1719 trocken es Jahr, dessen Wirkungen zunächst aber noch durch den Schneereichtum des vorangehenden Winters gemildert wurden. 1720 ungewöhnlich gefallen. 1721 noch niedriger. 1719 lag nach Kagg der Busen bei Årnäs ganz trocken. — 1727 Herbst nieder, Vassenius S. 413. — 1728 *oförlik.* = unvergl. V. heißt wohl „unverhältnismäßig wenig“, da sonst wohl das Maximum bei diesem Jahr angemerkt wäre. — 1729 Hagström S. 15 f. Nach Bürgermeister Vallin in Mariestad reichte der See im Frühjahr bis zu einer genau bezeichneten Stelle der Landstraße, wo er auch 1745 stand. 1819 bei der Einmessung Hagströms lag dieselbe 4,83 F. über dem Wasserstand des 19. März. Dieser war in Sjötorp + 1,42, der Nullpunkt 12,12 über dem Schleusenboden. Also 18,37 F. = 5,45 m; hier wie bei den späteren Messungen vorausgesetzt, daß der See bei Sjötorp gleich hoch stand, wie bei Mariestad. — 1745 Vallin a. a. O. s. 1729. — 1756—58 Lillie in den einführenden Worten zu Vassenius: Die Sommeranschwellung 1756 in weniger, als 14 Tagen, das Sinken, Herbst 1757, während 3 Wochen erfolgt. — 1760 Hagström S. 18: nach Eurenus 10,5 F. über der Gustav-Schleuse im Karlsgraben bei Trollhätta, also 11,46 F. = 3,40 m über der Sjötorper Schleuse. — 1764 Eurenus 1773 (bei Hagström S. 16) 14,20 über der Gustav-Schleuse, also 15,16 F. = 4,50 m nach Hagström. — 1767 Eurenus 8,55 über der Gustav-Schleuse, also 9,51 F. = 2,82 m Hagström a. a. O. — 1773 Hagström S. 16 f. und S. 39: Eurenus Maximum 1. Jan. 1773 = 18,75 über der Gustav-Schleuse = 10,71 F. = 5,85 m. Wassermarke am Schloß Nynäs, Kils s. n. 5,08 über dem Wasserstand des 12. Jan. 1819, der in Sjötorp 2,09 F. über dem 12,12 F. hoch gelegenen Nullpunkt war, also 10,20 F. über dem Sjötorper Schleusenboden = 5,73 m. — 1782 Hagström S. 18: Wassermarke Nynäs am 12. Jan. 1819 = 4,93 + 2,09 + 12,12 = 19,14 F. = 5,68 m. — 1790 Bedemar I, S. 24: „1803 hatte sein Sinken angefangen, und er war zur Zeit meiner Anwesenheit (1810) so seicht, als man ihn seit 20 Jahren nicht gesehen hatte“. 1805 niedrig, Hagström (Grans-Gosse über Wasser).

3) Wetter. 1692 Pontin in Wadstena bei Hjärne I, S. 122 f., Tiselius S. 84 (104) ff. — 1694 Tiselius S. 63 (Pontins Angabe bei Hjärne I, S. 41, daß damals zu trockener Zeit das Wasser stieg, wohl auf die Jahresschwankung zu beziehen). — 1696—1698 Pontin bei Hjärne I, S. 122 f. Reinigung des Abflusses behob das Hochwasser nicht. 1697 und 1698 ziemliche Hochwasser. Tiselius S. 64. — 1700 „gegen das Jahr 1700 plötzliches Fallen“ Pontin. 1700 im Abnehmen. Lundelius in Jönköping 23. Febr. 1701 bei Hjärne I, 70, 76. — 1701 Pontin a. a. O. — 1705 erzählten die ältesten Leute von Kumleby im Verhör, daß der See jährlich etwas vom Lande auf Wisingsö wegnehme. Tiselius S. 17. Da solche Berichte auch sonst vorkommen (vgl. Allvin und Bohman), sind sie kein sicheres Anzeichen für Hochwasser. Von einem noch nicht lange vergangenen Hochwasser, wegen dessen der „verstorbene Reuter“ (s. Wener 1711) in Jönköping war, erzählt indes Tiselius S. 47. Er selbst fand noch die Spuren eines Maximums von 32 tum deutlich vor. Vielleicht gehört dieses also doch in die Zeit von 1705—1708. Vgl. Roxen 1706. — 1711 Tiselius S. 64, Acta lit. Suec. I, S. 113. — 1719 Tiselius S. 64, aber in Widerspruch zu S. 82 (112) ff. und Act. Ups. I, S. 114. — 1720 bis 1722 Beobachtungen des Tiselius s. III. Abschnitt. — 1740 Hochstand vermutet, weil Rhyzelius in einer Denkschrift von 1741 (vgl. Sw. Merc. III, S. 7—20,

besonders 9) die Schädlichkeit der Überschwemmungen am Wettersee und besonders am Roxen stark hervorhebt. — 1790 Bjerkander, Handl. 1791, S. 292.

4) Mälär. 1697 und 1703 vgl. Handl. 1793, S. 310 ff. — 1730 Lilienberg S. 8 u. 39. — 1752 Lilienberg 5 (siehe unten im 5. Abschnitt). — 1755 und 1756 Lilienberg S. 5 u. 39. — Etwa 1758 Handl. 1759, S. 272 ff. „nach zwei dürren Jahren“. — Die Zahlen 1769—1770 in Tabelle I und II nach Lilienberg S. 5 u. 40 f.; sie bedürften auf den Messungen von Marelius (Tal 1771, S. 7 f.) an Mälär und Salzsee beruhen, da die von mir aus diesen abgeleiteten Zahlen mit ihnen bis auf 1 cm zusammenfallen. Das Hochwasser von 1780 beschreibt aus frischer Erinnerung Fischerström 319 und klagt über die häufigen Überschwemmungen. Vgl. über Strömsholm oben S. 70.

5) Hjelmar. 1734. Die Bauern zerstören den Damm, vgl. 1654. Laurell 1885 II, 1. — 1755 Djurklou 1863, 5. Faggots damaliges Gutachten bei Laurell a. a. O. 2 bezeichnet ausdrücklich die ungewöhnliche Feuchtigkeit mit als Ursache des Hochwassers. — 1756 Laurell a. a. O. 2, S. G. U. Bl. Arboga 9 f. — 1770. Auf häufige Überschwemmungen um diese Zeit weist eine Bemerkung Handl. 1772, 83 hin, daß der See „*somliga år*“ zu hoch steige und beim Zurücktreten die junge Fischbrut auf dem Trockenen lasse. Bestimmter ist Hillebrandssons Angabe (Tal 1786, 31), daß Streit zwischen der Stadt Örebro und den Seeanwohnern statthatte, „*under de åren sjön på vatten öfverflodad*“. Aus der Stelle selbst geht hervor, daß dies nach 1758 war. Laurell a. a. O. erwähnt nun solche Zwiſtigkeiten im Jahre 1769 und meint, hernach hätten die Klagen der Strandbewohner sich gelegt. Der Hjelmar dürfte somit um dieselbe Zeit hoch gestanden haben, wie der Mälär.

6) Andere Seen. 1701 Tåkern Pontin bei Hjärne a. a. O. — 1706 Block S. 1 ff. und 15 ff.: Motalaström Anfang December so wasserreich, wie nach großen Frühlingsfluten. Nach dem Ausbleiben vom 9. bis 11. December nur langsames Steigen bis über den früheren Stand. Der trockene Winter bringt dann Fallen. Glan um diese Zeit sehr hoch. Block bestreitet die Nachricht, daß die Seen nicht gestiegen seien: „alle Seen müssen bei diesem Wind gestiegen sein“. — 1714 Widegren II, 2, S. 613. — 1727 Arendal Kan. Hist. VIII, S. 88. — 1740 Roxen s. Wetter. — 1744/45 Widegren II, 2, S. 613. — 1749 Pontoppidan I. 166. — 1752 Solumsmoen Kan. Hist. IV, S. 145. — 1754 Handl. 1767, S. 296. — 1755 Roxen Handl. 1757, S. 290. — 1756 Kumo Elf Schultén Praesidiital 4. Febr. 1801, S. 29 n. (Sthm. 1802) Torne Elf „vor 13 Jahren“ Handl. 1770, S. 256. — 1769 Torne Elf ebendort S. 249 ff. „so daß sich kein Lebender an eine solche Flut erinnern konnte“, was S. 256 widerspricht. — 1773 Kan. Hist. II, S. 217, 263 Glommen, IV, 5 Drammen? — 1782 nach vielem Regen. Marelius Tal 1784, 6, 8. — 1784 Widegren I, 1, S. 215 fast so große Überschwemmung, wie 100 Jahre früher. — 1788 20. April und die folgenden Tage „strömflod“ — ob des Flusses oder Meeres? — ebendort S. 178. — 1789 Øieren, Differenz zwischen Maximum und Minimum 16,96 m, Kan. Hist. II, S. 109 ff. (nur 10,68 nach Gaea norveg 183). Glommen II, S. 217, 263. Laugen III, S. 224. Arendal, wo wie 1727 der Holzfang brach VIII, S. 88, Fäm und Bedemar I, 269. — 1795 Anschwellung am See Mjösen in diesem Jahr blos Folge eines Bergsturzes, also hier nicht zu erwähnen. — 1798 Solumsmoen Kan. Hist. IV, S. 145. — 1801 Überschwemmungen Kumo Elf s. 1756 Schultén.

7) Eis. Westerås. Die Zahlen vor 1710, aus Handl. 1793, S. 310 ff. in Klammer, da vielleicht julianische Daten. 1696 am 15. Febr. schon offen, dann wieder gefroren. 1701 kleine Seen 28. April (118). 1703 frühes Aufgehen. 1710 bis über Weihnacht offen. 1768 blieb der See bis 13. Jan. 1769 offen. 1750 froh er schon im Oktober zu (Hülphers Handl. 1767 und 1793). — Für 1794 stehen im „Aros“ drei Zahlen nebeneinander: 20. März, 8. April, 1. Mai, ohne daß eine Erklärung dafür gegeben wird. Zur Richtigstellung bieten sich zwei Wege: 1) Rekonstruktion aus den Mitteln bei Ehrenheim und im „Aros“. 2) Vergleich mit dem Verhalten des Jahres 1794 zu den Nachbarjahren in anderen Beobachtungsreihen. Ehrenheims Mittel 1793—1821 (= 1. Mai) führt auf den April oder Mai (S. 86 f.). Berücksichtigen wir nämlich die (6) Schaltjahre, so führt die Einsetzung des 8. April für 1794 auf ein Mittel von April 30,9 — jene des 1. Mai auf April 31,8, endlich die des 20. März auf April 30,0. Lassen wir die Schalttage außer Rechnung, so ergeben diese Werte April 30,7, April 31,5 und April 30,0. Ob Ehrenheim die Schaltung berücksichtigt, läßt leider sein Mittel 1712—1738 = 16. April nicht erkennen, da die sieben Schalttage dieses Mittel nur von 16,2 auf 16,5 erhöhen könnten. Jedenfalls ergibt aber die Einsetzung des 20. März für 1794 ein niedrigeres Mittel (30. April), als das Ehrenheimsche. Das Mittel 1792—1801 im Aros = 26. April ist nur durch Einsetzen des 8. April für 1794 zu erhalten. Nehmen wir anderweitige Eisbeobachtungen zu Hilfe, so finden wir den Eisaufgang

	am Fyrisfluß bei Upsala	am Gefefluß	am Kumofluß
1793	4. April	21. März	—
1794	16. März	17. März	2. April
1795	16. April	12. April	26. April
also Diff. 1795—1794	31 Tage	25 Tage	24 Tage
1793—1794	19 Tage	4 Tage	—

Die erste Differenz ist ziemlich gleichmäßig, die andere hängt mehr von örtlichen Verhältnissen ab. Wir gehen also von der ersten und dem Datum für Westerås 1795 aus und kommen auf den 4. bis 10. April 1794; gingen wir von 1793 aus, so erhielten wir den 5. oder gar 20. Mai, was ganz außerhalb der vorhin gezogenen Grenzen fällt. — Das Datum von Upsala für 1794 scheint, bei der Nähe beider Orte, zu Gunsten des 20. März zu sprechen. Allein die Mittel für diese Station ergeben durchaus viel frühere Daten, als jene von Westerås, so für 1792—1801: 5. April d. h. 21 Tage früher. Setzen wir diese Mitteldifferenz ein, die sich aus dem Unterschied zwischen einem Fluß und einer stillen Seebucht erklärt, so kommen wir für Westerås 1794 auf den 6. April, also ganz in die Nähe des zweiten der im Aros angeführten Tage. Zu Gunsten des 8. April spricht endlich auch die Bemerkung im Aros, es sei im 18. Jahrhundert (1700 talet ohne 1800) das Aufgehen 6 mal im März, 23 mal im Mai erfolgt. Wäre in einer dieser Spalten die Zahl für 1794 mitgezählt worden, so würden wir „7 mal im März“ oder „24 mal im Mai“ erhalten. Ehrenheims Zählung, wonach 1766—1821 das Eis 22 mal „im Mai“ aufgegangen sei, läßt uns im Stich; denn sie ist überhaupt nur dann richtig, wenn der erste Mai selbst, der außer 1794 noch viermal begegnet, ausgeschlossen wird. Jedenfalls zeigen die vorstehenden Erörterungen, daß auch der Verfertiger der Zusammenstellung im Aros das Datum

8. April für das richtige hielt — sei es, daß er drei Daten vorfand und das in der Mitte liegende als das wahrscheinlichste annahm, sei es, daß in seiner Liste nur das mittlere Datum stand, die beiden anderen aber durch Druckfehler daneben-gerieten. Im Fall schon das Manuskript drei Daten nebeneinander bot, hätte man indes wahrscheinlich durch Klammern, Fragezeichen oder eine Anmerkung darauf hingewiesen; für einen Druckfehler spricht auch die Stellung der Zahl 1794 am Anfang einer neuen Spalte der Zeitung, wo der Satz umgebrochen wurde. Wie gerade „20“ und „1“ in die März- und Mai-Spalte gerieten, läßt sich dadurch erklären, daß es die nächst vorhergehenden Ziffern in diesen Reihen (1790 und 1793) waren. Aus all den vorggeführten Gründen setze ich für 1794 das Datum „8. April“ ein.

Für 1771 giebt der Aros 28., mein Excerpt aus Hülphers 26. April. Das Mittel läßt keine Entscheidung zu.

Storsjön (Jämtland). Nach Handl. 1763, S. 302 Eisaufgang in Jämtland 1758 und 1759 „spät“. — 1784 3. Juni nach Ehrenheim S. 125.

Verschiedenes. Um 1743 ging das Eis in Norrland das ganze Jahr nicht auf. Handl. 1763, S. 302. — 1762 rasches Auftauen (Handl. 1764, S. 148), 1763 sehr lange Eisbedeckung in Westerbottn (ebendort S. 29), desgleichen in Österbottn, wie nicht seit 1709. — 1763 frühes Gefrieren, 1764 ungewöhnlich später Aufgang in Lappmarken (Handl. 1772), hingegen 1764 Wenern, den 8. Febr. eisfrei (Handl. 1776, S. 295). — Wetteru gefriert selten für länger zu. Die Kurven des Wasserstandes in Motala umfassen zumeist April bis November; 1841/42 fehlt nur Febr.; mitunter beginnen die Beobachtungen schon mit März, manchmal erst mit Mai. Doch scheinen ihre Lücken nicht durch das Eis allein bedingt. Tiselius S. 76 (106) hebt die lange Eisdauer 1720 (bis 18. April jul.) und 1721 (von Febr. bis April jul.) hervor, Tham (II, 1, S. 49) nennt ein wochen- oder monatelanges Liegenbleiben, wie 1853 fast unerhört. Die Kurven beginnen in diesem Jahr aber mit März. Andererseits hebt Bjerkander (Handl. 1794, S. 197) besonders hervor, daß der See 1793/94 gar nicht zufror. — Eisbeobachtungen jüngeren Datums s. unten 4. Abschnitt; ältere oben S. 92 f., ferner Handl. 1780, S. 313 ff. (Meer bei Vermdö 1774–80) 1789, S. 179 ff. (Uleå 1784–87), Radloff II, S. 258 (Jerken-See früh gethaut 1779, 1790; spät 1780, 1786, 1788, 1789, 1799, 1804) u. s. w.

8) Klima. V. = Vassenius, Hj. = Hjärne, W. = Handl. 1793, S. 310 ff. (Westerås). Des Vassenius Beobachtungen seit 1714 beziehen sich wohl nicht alle auf die Umgebung des Wener. Lillie in den einleitenden Worten zu seinem Aufsatz erwähnt, daß Vassenius eine Zeitlang in Upsala ansässig war, dann in Göteborg. — 1692 Pontin a. a. O., kalter Frühling, W. — 1693 Hj. I, S. 52 s. 1689. — 1694–97 Hj. I, S. 41. 1696 mild, Sommer trocken, W. 1696/97 Finland, Handl. 1742, S. 265 ff. — 1698 W. — 1699 Rhodin bei Hj. I, S. 51: „diese starke Trockenheit, die jetzt 1699 hier herrscht“. — 1701 Hj. I, S. 49: Frühling und ein Teil des Sommers regenlos in Roslagen, dagegen weiter N. E. wie in Östergötland Regen im Überflus. Winter mild W. — 1704 ist bei V. statt watn wohl „wäta“ (Nässe) zu lesen. — 1705 Block S. 109 f. — 1706 Block 1 ff., 5. — 1707 Block 109 f. — 1710 Sommer sehr warm, Trockenheit bis in den Herbst, V. 413. Tiselius 86 (116). — 1726 eines der feuchtesten Jahre, an die wir uns erinnern, V. S. 413. — 1727 Frühling gemäßig, Sommer starke Dürre, Sept. etwas Regen. — 1728 „Med. fas. w.

6., 7. Aug.“ V., heißt wohl „*fastlig warmt den 6. och 7. Aug.*“, vielleicht auch „*fastlig wäta*“. — 1737 „*kalt, mäst wätår*“ könnte auch „*kalt, beinahe feuchtes Jahr*“ heißen. — 1745 w. wohl „*warmt*“. — 1753 „*Wät. hade öf hand*“. — 1757 *torkår ansenliga*. — 1758 *torka wåren* V. (Der Aufsatz erschien Sept. 1758.) — Von etwa 1740 an mit dem Beginn der met. Beobachtungen zugleich werden die Angaben über Witterungsverhältnisse immer massenhafter. Hier kann nur einiges zur Ergänzung des Vassenius erwähnt werden. Der berühmte strenge Winter 1740 ist auch in Skandinavien bezeugt (vgl. Ehrenheim, Gadd, Handl. 1761, S. 324, Linné Sk. R. S. 193 f. Öl. u. s. w. R. 28, Handl. 1742, S. 265 ff. u. s. w.) — auch der folgende 1740/41 war streng genug und die kalten Jahre bis 1744 (Pontoppidan I. 176 f.) blieben in Norwegen bis heute in Erinnerung (*grønår*). — 1746 Vass. feuchter Sommer und Herbst mit trübem, der Verdunstung ungünstigem Wetter; aus beiden Ursachen stieg der See. — 1747 Vass. S. 411 f. starke Dürre, klares Wetter, Fallen des Sees aus beiden Ursachen. — 1748 Trockenheit und Hitze, Handl. 1779, S. 16. — 1749 Linné Sk. R. S. 193 f. — Handl. 1749, S. 158. — 1757 Sinken infolge der Dürre, später (1757/58) infolge der klaren Wintertage und der Nordwinde, welche die Luftfeuchtigkeit fortführten. Vassenius. — Der strenge Winter 1759/60 (in Åbo angeblich strenger, als 1709) ist z. B. bezeugt Handl. 1760, S. 71, 312; 1761, S. 19 ff., 1771, S. 75 ff. (Carlsrona). Ungemein scharf ausgeprägt erscheint dann das milde warme Jahr 1779, das in den phänologischen und Eisbeobachtungen bei der ersten Durchsicht auffällt. Es wird als ungewöhnlich milde in Skandinavien und zugleich als sehr schneearm bezeichnet (vgl. u. a. Handl. 1780, S. 130 ff.; 1784, S. 12 ff., Ehrenheim öfters.)

9) Zur Vergleichung auch einige Daten über die Ostsee. 1693 und 1694 sehr hoch. Hjärne I. 100. 1774 niedrig wegen Regenmangels Handl. 1781, 30 ff., 1795 große Herbstflut. Bladh. Handl. 1803. Nach Wijkström (Handl. 1760) bei Kalmar folgende Mittelwasser (in Meter umgerechnet): 1754: 1,03, 1755: 1,01, 1756: 1,08, 1757: 1,00, 1758: 0,95 m.

#### Anmerkungen zur Tabelle II.

1) Stockholm. Mälar und Meer nach Lilienberg Tab. 1, 2, 3 a. L. berechnet aus dem arithmetischen Mittel der einzelnen Beobachtungen die Monats- und aus diesen die Jahresmittel. Es fehlen Mittel für folgende Monate: Mälar 1777 Febr., Juni; 1778 Febr., April, Juni bis Septbr.; 1779 Febr., März, Mai bis Septbr., Decbr.; 1780 März, Novbr.; 1781 Febr., Oktbr.; 1783 Febr., Septbr., Novbr.; 1786 Febr.; 1786 Juli bis 1787 April; 1788 Jan., Febr.; 1791 Novbr., Decbr.; 1792—1795 mit Ausnahme der Monate März bis Mai und Septbr. 1792 und Mai 1793 gänzlich; 1796 Jan. bis März; 1798 Septbr. bis 1799 März; 1799 Decbr. bis 1801 Febr.; 1812 Febr. bis 1816 März; 1816 Aug.; 1817 Novbr.; 1818 Aug. bis 1819 März; 1819 Juni bis Oktbr.; 1820 Juli bis 1823 März; 1823 Juni bis 1824 März. — Meer: 1776 Jan. bis März; 1776 Oktbr. bis 1777 Febr.; 1777 Juni; 1778 Jan. bis 1783 Mai; 1783 Septbr.; 1783 Novbr. bis 1784 Juli; 1786 Febr.; 1786 Juli bis 1787 April; 1788 Jan., Febr.; 1791 Novbr. bis 1792 Febr.; 1792 Juni bis Aug.; 1792 Oktbr. bis 1793 April; 1793 Juni bis 1797 Decbr.; 1798 Septbr. bis 1799 Septbr.; 1800; 1801 Jan., Febr.; 1804 Febr., Oktbr., Decbr.; 1812 Febr. bis 1816 März; 1816 August; 1816 Novbr. bis 1819 März; 1819 Juni

bis Oktbr.; 1820 Juli bis 1824 April; 1824 Juni, Septbr., Oktbr. Diese Jahre sind in Klammern gesetzt. In Fällen, wo Lilienberg aus wenigen Monatsmitteln ein Jahresmittel zu bilden wagt, liegen vereinzelte Beobachtungen anderer Monate auch vor. Fett gedruckt sind in meiner Tabelle nur jene Jahresmittel, die auf mindestens sechs Monatsmitteln beruhen. 1791 wurde aber nicht hervorgehoben, da seine 10 Mittel auf höchstens 20 Beobachtungen beruhen. 1785 Salzsee giebt Lilienberg kein Mittel; ich ergänzte es aus den 12 Monatsmitteln, die er für dieses Jahr mitteilt. Auch die absoluten Extreme des Meeres für dieses Jahr fehlen in seiner Tabelle 3a); nach Tabelle 2 bewegen sich die Monatsmittel desselben zwischen 4,21 und 4,76 m, die Jahresschwankung muß also größer sein, als 0,55 m. 1890 nach freundl. Mitteilung v. Hr. Lilienberg.

2) Hjelmar: Maximum unzuverlässig (wegen Lücken der Kurve), wahrscheinlich höher: 1826, 1828. Minimum unzuverlässig, wahrscheinlich niedriger: 1816, 1828. Abweichungen: (in Metern über oder unter der Arningemarke): **Maxima:** 1832 S. G. U. und La. I. — 0,015, Li. — 0,045. Auf einer von beiden Seiten ein Irrtum um 0,1 F. Da beide graph. Darstellungen von einander unabhängig entstanden, folgte ich hier der Mehrheit der Quellen. — 1835 S. G. U. — 0,21, Li. — 0,20 (in Fot dieselbe Zahl) La. I ungefähr 0,15. Ich folge S. G. U. 1837 S. G. U. u. Li. + 0,15, La. I wohl irrig + 0,25. — 1838 S. G. U. u. La. I + 0,21 Li. + 0,23. Ich folge der Mehrheit, obwohl Lilienbergs Zahl vielleicht die genauere ist. — 1841 Das Max. 2,58 genau an der Jahreswende 1841/2 wurde, um nicht doppelt zu erscheinen, nach Lilienbergs Vorgange zu 1842 gestellt. — 1852 Das Max. am Jahresende erscheint in der genauesten Kurve La. VII = + 0,40, bei S. G. U. = + 0,42. Lilienberg nimmt das sekundäre Maximum am Jahresanfang + 0,30. Bei der eigentümlichen Kurve dieses Jahres, die kein Sommermaximum aufweist, während Ende 1851 und Anfang 1853 sehr hohe Wintermaxima vorliegen, deren letzteres das einzige Maximum des Jahres 1853, ist sein Vorgang berechtigt, sobald man nicht die absolute Amplitude innerhalb des bürgerlichen Jahres festhalten will. 1853 La. VII u. Li. 0,60, S. G. U. 0,63 wohl irrig. — 1854 Lilienbergs + 0,51 gegen — 0,36 der anderen Quellen muß auf Irrtum beruhen. — 1858 Max. am Jahresanfang — 0,30, im Sommer — 0,33, was Li. vorzieht. — 1872 Max. am Jahresende beim Ansteigen zum Max. von 1873. Sommermax. nur — 0,1 (1,90) m. — 1878 La. IX ganz oder nahezu + 0,12 (also 0,1 Fufs mehr) aber unsicher. Li: + 0,09. 1880 La. IX — 0,09, Li. — 0,11. 1881 La. IX (und I) etwa + 0,19 bis + 0,20, Li. + 0,21. In diesen Fällen hat Lilienberg vermutlich die genauere Zahl. — 1882 haben La. I und La. IX Max. am Jahresanfang + 0,06, im Sommer — 0,15. Beides stimmt nicht zu Lilienbergs Zahl — 0,04, die wohl auf Versehen beruht. — 1883 La. IX — 0,49, Li. — 0,44. 1885 La. IX — 0,94, Li. — 0,99. Da die Ursache beider Differenzen nicht zu ermitteln ist, folge ich Lilienberg umsomehr, als der Fehler fast genau 0,2 F. beträgt und in der graphischen Tabelle ein solches Abirren um ganze Einheiten sich eher verstehen läßt, als beim Rechnen. — Meine Tabelle der Maxima giebt also nach der Geol. Aufnahme die Jahre: 1816—1851, 1861, nach Laurells Tabelle VII 1853 bis 1860, nach Laurells Tabelle IX 1882, 1886, 1887, nach Lilienbergs handschriftlicher Fufs-Tabelle 1852, 1862—1881, 1883—1885 wieder, wobei aber zu bemerken ist, daß diese Quellen zumeist übereinstimmen. Das absolute Maximum

1844 ist dem Text S. G. U. Bl. Arboga S. 9 entnommen. **Minima:** 1847 S. G. U. und La. I — 0,48, Li. — 0,17. 1850 S. G. U. und La. I — 0,42, Li. — 0,23. (Fehler der einen oder andern Seite 1,0 F. 1847, 0,6 F. 1850). Ich folgte S. G. U., da Lilienberg 1851 — 0,41 für 0,24 der anderen Tabellen hat; er hat, wie seine Fußtabelle zeigt, die beiden Zahlen verwechselt (die Diff. von 0,01 m ist Folge seiner abweichenden Reduktion in Meter). Für 1851 wird S. G. U. von La. VII bestätigt, dessen Werte 1851—60 mit jenen von S. G. U. zusammenfallen. Bei 1860, wo infolge der Dicke und Steile der sich schneidenden Linien die Kurven ungenau zwischen — 0,63 und 0,66 zeigen, nahm ich Lilienbergs Zahl — 0,65. 1853 die Kurven — 0,42, Li. — 0,38, 1857 die Kurven — 0,39, Li. in der handschriftl. Fußtabelle — 0,36, in der Metertabelle — 0,38. Für die Jahre 1862—73, wo neben Lilienberg nur die ungenaue Kurve La. I. vorlag, folgte ich des ersteren Tabelle in Fuß. — 1879 hat Li. statt des Decembermaximums — 0,18 das des Februar — 0,15 m (0,14 m). — 1882 La. I und La. IX — 0,63, Li. — 0,72 m (0,71 m), wahrscheinlich Abschreibefehler, indem 2,4 F. statt 2,1 F. gelesen wurde. 1885 die Tabelle IX — 1,36, Li. — 1,41 (— 1,40) m. Ich folge auch hier der Tabelle. Benutzt wurde also für die Minima S. G. U. 1816—59, 1861, La. IX, 1874—1885, Lilienbergs Metertabelle 1860, Fußtabelle: 1862—73.

3) Eisverhältnisse. Westerås vgl. Tabelle I und Anmerkung dazu. — Für 1856—65 lauten die Zahlen für Anfang der Schifffahrt, Differenz gegen das Datum des Eisaufganges (vgl. oben S. 93) und Ende der Schifffahrt der Reihe nach: 120, + 3, 355; 114, 0, 357; 112, + 1, 323; 94, 0, 346; 119, + 1, 345; 106, 0, 356; 126, + 3, 345; 91, + 5, 356; 126, 0, 350; 118, + 2, 356. Aus ihnen ist das „offene Wasser“ der Jahre 1856—65 abgeleitet. — 1786 sagt Fischerström (352), die Schifffahrt daure meist von Mitte April bis Mitte November, in den einzelnen Buchten kürzer. — 1770 (?) bei strengem Winter fror Prästfjärden erst im Januar zu. (Handl. 1784, 19). — 1784 s. Stockholm.

Stockholm; Årsber. 1885 (vgl. Description de Stockholm LXXXVIII und Cronvall) ist auch Anfang und Ende der Schifffahrt verzeichnet. Die hohen Zahlen einzelner Jahre in letzter Zeit weisen wohl darauf hin, daß minder starke Vereisungen künstlich zerstört wurden. — 1784 wurde der Mälär bei Stockholm ungewöhnlich spät eisfrei (Ehrenheim 125), nämlich 18. Mai = Tag 139 des Jahres.

Fyrisån bei der Mühle von Upsala nach Cronvall Tab. XVIII und Solander. — 1863 fand sich kein Eis in nennenswerter Menge; das erste Dampfboot kam an am 9. April (99. Tag des Jahres). — Fischerström S. 352 berichtet, daß nach Olof Celsius (um 1720) der Upsalafluß nie später aufgehe, als am 19. April (109. Tag).

#### Anmerkungen zu Tabelle III.

1) Sjötorp Mittel. Raummangel verhindert mich, ausführlich die Werte  $D_1$  = Lilienberg minus Ausmessung,  $D_2$  = Lilienberg minus Mediomittel,  $D_3$  =  $D_1$  minus  $D_2$ , die ich für alle Jahre berechnet habe, wiederzugeben.  $D_1$  bewegt sich zwischen + 34 und — 46,  $D_2$  zwischen + 34 und — 49,  $D_3$  zwischen 0 und 8 cm.  $D_1$  und  $D_2$  überschreiten  $\pm 10$  cm. 1833, 1838, 1842, 1843, 1848, 1851, 1860, 1875, 1884,  $D_1$  überdies 1845. Diese Jahrgänge wurden in Klammer gesetzt.

Die Werte nach Stadls Ausmessung betragen für diese zehn Jahrgänge in ihrer zeitlichen Reihenfolge: (1845)

4,23 4,57 4,83 3,73 4,01 4,33 4,79 4,45 4,07 4,50.

Bilden wir die Differenzen und Mittel Sjötorp-Wenersborg nach den Ausmessungen von Stadl für die Jahre, welche sie nach Lilienbergs Mitteln sehr groß zeigen, so erhalten wir 1853: + 0,16 und 4,85; 1854: + 0,16 und 3,65; 1860: + 0,06 und 4,42; 1869: + 0,10 und 4,35; 1875: + 0,09 und 4,03; 1884: + 0,11 und 4,45. Daraus geht hervor, daß die ungewöhnlich große Differenz beider Stationen in einigen Fällen auf einem Irrtum Lilienbergs beruhen dürfte, der 1860 genau 1 Fuß betragen würde. In andern Fällen, wie 1853 und 1854, scheint die Differenz hingegen wirklich recht groß gewesen zu sein.

2) Sjötorp Extreme. Für 1807—1818 folgte ich Hagströms Zifferntabelle II, die Fallen und Steigen zwischen je zwei Extremen angiebt, und berechnete die Wasserstände derselben ausgehend vom Minimum 1810 = 11,00 F. Wo das absolute Maximum oder Minimum an der Jahreswende liegt, das Fallen oder Steigen aber über dieselbe hinausdauert (z. B. fiel der See von August 1812 bis Mai 1813, von Juli 1813 bis April 1814, von 1. Juni 1815 bis April 1816), wurde, um die Extreme des Kalenderjahres festzustellen, die bei Lilliehöök gefundene Tabelle herangezogen. Doch weichen die Werte derselben von den aus Hagström ermittelten, wo es sich um denselben Zeitpunkt handelt, ab und zwar mit einer einzigen Ausnahme nach der negativen Richtung. Es möchte scheinen, als ob der Fehler den letzteren anhafte, da sie für 1817 18,03, für 1818 18,05 F. geben, während Hagström selbst (S. 37) 17,97 als Maximum 1817 anführt. Die Tabelle Strömbergs giebt für Januar 1819 um 0,10 Fot weniger, als die bei Lilliehöök. In den weiter herangezogenen Vergleichsjahren weicht sie 1830 und 1831 sehr erheblich von derselben ab, stimmt aber 1820, 1838 und 1839 mit ihr überein. Die betr. Zahlen und gegenseitigen Abweichungen sind in Fuß: für 1807 Maximum 13,66 Hagstr. (+ 0,06) Minimum 11,75 Lill. 1808: 13,50 H. (+ 0,07) 11,34 L. 1809: 13,81 H. (+ 0,04) 11,13 H. (+ 0,03). 1810: 12,13 H. (+ 0,03) 11,00 L. H. 1811: 14,92 H. (+ 0,15) 12,90 L. (— 0,18). 1812: 15,83 H. (+ 0,06) 13,47 L. 1813: Jan. 15,00 L. sec. 14,75 H. (+ 0,09) 12,67 L. 1814: 13,57 L. 11,66 H. (+ 0,07). 1815: 16,18 H. (— 0,19) 13,34 L. 1816: 17,61 H. (+ 0,02) 13,30 H. (+ 0,06). 1817: 18,03 H. (+ 0,05 gegen seinen Text + 0,06) 16,08 H. (+ 0,11). 1818: 18,05 H. (+ 0,10) 15,83 H. (+ 0,09) am Jahresende 14,36 L. 1819: Jahresanfang: 14,36 L. (14,3 Strömberg) April 14,26 H. (+ 0,08) 11,48 L. 1820: 15,10 und 11,27 L. und Strömberg, für Jan. 11,44 H. 11,3 Strömberg. Bei dieser Unklarheit setzte ich überwiegend die aus der graphischen Tabelle gewonnenen Zahlen in meine Tabelle, nur das Maximum 1815 mit dem aus Hagströms Tabelle II ermittelten Wert und jenes von 1817 mit dem Wert des Hagströmschen Textes, endlich das zusammenfallende Maximum 1819 und Minimum 1818 nach Strömberg. Einer späteren genauen Durchsicht des mir nicht mehr zugänglichen Buches von Hagström, sowie seiner Originaltabelle muß es anheim gestellt bleiben, diese fragwürdigen Werte richtig zu stellen. Von 1819 ab sind die Extreme den graphischen Tabellen Strömbergs entnommen, bis 1831 zu ihnen die Liste Lilienbergs als neue Quelle hinzutritt. Zu bemerken ist dazu: 1826 St. 15,6 und 13,0 F. Lilliehöök 16,98 und 11,74; 1830: St. 17,4 und 13,6 Lilliehöök 20,00 und 13,55;

1831: St. 18,0 und 16,1 Lilliehöök 18,53 und 15,57. Lilienberg: 18,12 und 15,90 Fot. Die Angaben der graphischen Tabelle bei Lilliehöök sind nicht ungläubwürdig, da die Vergleichung zwischen Strömberg und Lilienberg zeigt, daß der erstere plötzliche vorübergehende Anschwellungen (vielleicht solche, die sicher auf Stürme zurückgehen) nicht berücksichtigte. Solcher Art ist das von Lilienberg (S. 18) besprochene absolute Maximum von 1862 (19,90 Fot!), für welches Jahr die Strömbergsche Tabelle nur 16,3 F. aufweist. Ich folge deshalb von 1831 an für die Extreme durchaus Lilienberg und verzeichne hier nur die Abweichungen bei Strömberg. 1831: 5,34 und 4,78 m; 1833: 4,54 u. 4,04 (vgl. Jahresmittel); 1836: Maximum 4,72; 1847: Minimum 3,92. — Maximum; 1848: 4,84; 1850: 4,48; 1851: 5,28; 1854: 4,45; 1858: 3,53 (die bei Lilienberg verzeichnete Anschwellung kann nur von kurzem Verlauf gewesen sein); 1860: Minimum 3,21; 1861: 5,34 und 4,31; 1862: Maximum 4,84; 1874: 5,49 und 4,31; 1877: Maximum 4,56; 1880: Minimum 3,24; 1885: Minimum 3,95. — Lilliehööks Tabelle ergibt 1838: 5,04 und 4,05; 1839: 4,94 und 4,47 m. Die Extreme für 1881 und 1889 sind nach der Kurve, für 1887 und 1888 nach Zander wiedergegeben. Aus der Kurve ergeben sich für 1887: 3,83 und 3,46, für 1888: 4,08 und 3,27 m.

3) Wenersborg Jahresmittel (nach Hr. Edström) 1891: 4,13 m, 1892: 4,10 m.

4) Wetter. In folgenden Fällen weicht Lilienberg von den Kurven ab:  
a) Infolge Nichtberücksichtigung der in zwei Jahre hinüberspielenden Extreme in den Jahren: 1842 Maximum (Januar). Nach der Kurve 4,92 m (Diff. + 0,15 m). — 1858 Minimum (December). Nach der Kurve 3,91 m (Diff. — 0,08 m). Hingegen wurden 1843/44 der Stand des December 1843 und Januar 1844, 1852/53 der Stand des December 1852 und Januar 1853 in Lilienbergs Tabelle aufgenommen. Seine Zahl entspricht 1842 dem März, 1858 dem April und Mai.

b) Ansonst in folgenden Jahren, wo die abweichenden Daten der Kurve die nachstehenden sind (hier, wie oben mit Hinzurechnung der Korrektur 1,24 m):

1855	Maximum	4,51 (+ 0,15)	Minimum	4,21 (+ 0,14) m
1856	„	4,57 (+ 0,18)	„	4,21 (+ 0,14) m
1857	„	4,66 (+ 0,15)	„	4,18 (+ 0,12) m.

Der Verlauf der Kurve scheint hier die in ihr gegebenen Extreme zu beglaubigen; doch ist möglich, daß beide Exemplare der Kurventafeln für diese Jahre einen ziemlich konstanten Fehler besitzen. Sollte nämlich der Fehler auf Seite Lilienbergs liegen, so müßten auch die Jahresmittel korrigiert werden, namentlich jenes von 1855 (4,20), das dann unter das absolute Minimum zu liegen käme. Es ist aber nicht anzunehmen, daß die Lilienbergsche Abschrift oder Umrechnung des Journals gerade bei diesen drei Jahren einen konstanten Fehler gemacht hätte; hingegen bei der Konstruktion einer Kurve erklärt er sich von selbst, wenn wir annehmen, daß der Zeichner nicht bei jeder Ordinate auf die Nulllinie zurückging, sondern einfach die Höhendifferenz gegen den letzteingezeichneten Punkt auftrug. Die zweite Tabelle müßte dann freilich als Kopie der ersten angesehen werden.

Ferner finden sich folgende Abweichungen: 1859 Maximum 4,48 (+ 0,15) m. — 1863 Maximum (in der Kurve durch Punktierung als unsicher bezeichnet) 5,10 (+ 0,30 m, genau 1 Fufs). — 1872 Maximum 4,80 (+ 0,20) m, Minimum 3,76 (— 0,30) m. — 1875 Maximum 4,65 (+ 0,05) m. — 1876 Jahresmittel

s. S. 73 Anm. (0,06 m). — 1880 Maximum 4,51 (— 0,23) m. — 1883 Maximum 4,74 (+ 0,08) m, Minimum 4,21 (— 0,12) m. Hier können nur Einzelfehler angenommen werden, auf welcher Seite, muß dahingestellt bleiben. Nur für 1872 legt der sonstige Verlauf der Kurve nahe, den Fehler auf ihrer Seite anzunehmen: die übrigen hier angegebenen Extreme springen nicht auffällig aus ihr heraus, ja man muß mitunter (z. B. 1883 und 1880) ein größeres Stück derselben ändern, um die Lilienbergschen Extreme möglich zu machen. — Nach Bohman II 251 war Wetter 1826 unerhört niedrig, 1828 sehr hoch.

Auch die Jahresmittel, welche auf unvollständigen Jahren beruhen, sind in Klammer gesetzt. Es sind die auf S. 73 angeführten Jahrgänge. Da im übrigen zumeist dieselben Monate fehlen, sind die Mittel 1831—75 recht wohl untereinander vergleichbar und erlauben die Bildung von Lustrenmitteln.

#### Anmerkungen zur Tabelle IV.

Die Fehlergrenzen der „annähernden Mittel“ (halber Abstand der beiden Grenzwerte) betragen für Viken 1850—88  $\pm 2,7$  bis  $+ 9,2$  cm; für die Jahre ohne Interpolation 1872—88 betragen sie  $\pm 3,9$  bis  $\pm 9,2$  cm; für Unden 1876—88  $\pm 2,1$  bis  $\pm 3,6$  cm, für die Ostsee bei Mem 1863—88  $\pm 10,4$  bis  $\pm 25,2$  cm. — Viken. Die lückenhaften Jahrgänge sind 1850—71. Davon umfassen April—Dec. 1868, 1869, 1871. April—Nov. 1854—63, 1866—67, 1870. Mai—Dec. 1853, Mai—Nov. 1864—65, Mai—Okt. 1851, Juni—Nov. 1850, 1852. Interpoliert wurde auf Grund des Mittels 1872—88. — 1888 nach Zander. Nach den Kurven bekam ich als Extreme 3.44 und 2.76. — Unden. 1876 beginnt erst mit Mai. Interpoliert wurde auf Grund des Mittels 1877—88. — 1887 und 1888 nach Zander. Extreme nach der Kurve übereinstimmend mit Z., Mittel 0,849 (0,844 Z.) und 0,894 (0,897 Z.) — Roxen: 1848 Das Mittel 3.30 bei Lilienberg Tafel 10 ist Druckfehler statt 3.90. — 1886—1888 s. S. 77. Die „annähernden“ Mittel nach den Kurven weichen in einigen Fällen stark von jenen Lilienbergs ab, bes. 1867, 1869, 1871, 1873, 1880. In den 4 letzteren Fällen wurde die Zahl der Kurve mit Korrektur von — 0,02 m von mir vorgezogen. — 1869 L. Mittel 3,65 m = 12,30 F. — die Kurve ergibt aber 12,40 als Mittel der niedersten Monatswasserstände. — 1871 L. 3,53 = 11,88 F. = dem Mittel des niedersten Wasserstandes nach der Kurve. — 1873 L. 3,93 = 13,23 F.; Kurve angenähertes Mittel 13,53, Mittel der niedersten Wasserstände 13,27 — also wohl ein Schreibfehler 2 statt 5 bei L. — 1880 L. 3,31 = 11,16 F. Mittel des niedersten Wasserstandes nach der Kurve 11,54. Mittel nach der Kurve 11,74. — In diesen Fällen ist ein Irrtum bei L. augenscheinlich; die Grenzwerte für die angen. Mittel dieser Jahre ergeben Fehlergrenzen von  $\pm 5$  bis  $\pm 8$  cm. — Abweichungen der Extreme nach den Kurven: Max. 1865: 4,45; — 1867: 5,94; — 1868: 5,04; — 1870: 3,71; — 1872: 4,34. Min. 1868: 3,56; — 1873: 3,65; — 1877: 3,74. — Ostsee bei Mem 1863 Mai—Ende, 1882 Jan.—Juli, 1883 fehlt. Interpoliert wurde auf Grund des Mittels der Jahre 1864 bis 81 und 1884 bis 88.

## Anmerkungen zu Tabelle V.

1) Ältere norwegische Daten siehe Anm. zu Tabelle I. Aus unserem Jahrhundert werden folgende Hochwasser in Norwegen in Kanalvæs. Historie berichtet: 1808 Glommen II, 263. — 1822 Solumsmoen 5,87 m (s. 1798) IV, 145. — Bekanntes Maximum im Stromgebiet v. Skien (Nordsjön 18,84 m?) VII passim. — Tinsjö Gebiet VII, 347. — 1826 Størdalselv (N. Thronhj. Amt) IX, 370. — 1827 Øieren Unterschied der Extreme 12,25 bis 13,50 m (s. 1789) II, 109 ff. Glommen-Gebiet II, 197, 201, 239, 263 u. ö. — 1828 Glommen II, 239. — 1835 Størdalselv (s. 1826) IX, 370. — 1837 Otteraa: die Flut sprengt den Holzfang VIII, 349. Vallebo (VIII, 414) 7,5 m. — 1839 Arendal Holzfang gesprengt (s. 1789) VIII, 88. — 1844 Sundalselv (von Snohætten) IX, 223. — 1846 Herbst ebendort größer, als 1844 IX, 224; Glommen II, 210, 263. — 1850 Øieren etwa wie 1827 II, 109, Glommen-Gebiet II, 118 ff., 217, Drammens Elv IV, 37 ff. u. ö., bei Støren (S. Thronhj. Amt) IX, 298. — Birkelangen I, 119. — 1853. In Haugsund Maximum des Jahrhunderts vor 1860 IV, 67, Baegna IV, 366. — 1855 Fyrisvand VIII, 241. — 1856 Svendalselv, Sæby und Fledsjø VI, 64. — 1857 Glommen II, 222. — 1858 Solumsmoen (s. 1822) 5,90 m, IV, 145. Tinsjö (s. 1822) VII, 347, Fyrisvand (s. 1855) VIII, 242. — 1860 allgemeines Hochwasser nach sehr schneereichem Winter IV, 65, Glommen II, 263, Vormen III, 27, Nordsjö-Skiens-Kanal VII, 63 u. ö., Enavand III, 95, Laugen III, 243, 251, Drammens Elv IV, 37 ff. u. ö., Femsevand VIII, 197 f., b. Arendal (wie 1839) VIII, 88, Otteraa VIII, 385, Mandalselv VIII, 462. — Am Nisservand (s. 1864) 2,95 m. In Haugsund 1,12 m höher, als 1853 IV, 67; Fyrisvand größer als 1855 VIII, 242, Vallebo (s. 1837) 6,9 m, VIII, 414. Gering dagegen im Tinsjö Gebiet VII, 347 (s. 1855). — 1862 Vallebo (s. 1860) 6,6 m, VIII, 414. — 1863 Laugen Gebiet III, 289. Øieren; Vallebo (s. 1862) 4 bis 4,4 m VIII, 414. — 1864 Svendalselv etc. (s. 1856), wo 1863 nur normales Hochwasser war VI, 64. Nisservand (s. 1860) 2,67 m (normal 1,73) VIII, 124. — Lister und Mandal Sept. VIII, 486. — 1867 Glommen II, 263, Thronhjems Stromgebiet (Ørkla) IX, 326; vergleiche die Tabelle. — 1868 Femsevand (s. 1860) VIII, 198. — 1871 Sundalselv (s. 1846) IX, 228 f. — 1872 Enavand (s. 1860) III, 95. Værdalselv IX, 403, Laugen Gebiet V, 28, Gjellevand VII, 89. — 1873 Ørklaelv (s. 1867, 1879) IX, 330. — 1875 Arendal Oct. VII, 137. — 1878 Herbst die größte bekannte Flut der Gjøvedalselv VIII, 225. — 1879 Frühling Ulaelv III, 234, Tyrifjord IV, 93, Støren (s. 1850) IX, 291, Tinsjö VII, 347, Otteraa (s. 1837) VIII, 349, 385, Ørkla (s. 1873) IX, 331. — In Solumsmoen (s. 1858) geringer, als die vorher erwähnten Hochwasser IV, 145. — 1879 bis 1882, besonders 1881 Surendalselv IX, 236, 1881 S. Bergenhus Amt IX, 154 (December). — 1882 bis 1884 N. Thronhjems Amt IX, 391, 408, 414. — Wohl in das Jahr 1835 oder 1837 dürfte das Hochwasser gehören, von dem 1839 Keilhau berichtet (Nyt Mag. II, 397), daß es „vor ein paar Jahren im Herbst“ das Siredalsvand um 3,14 m (10 Fod) erhoben habe. Was die älteren Hochwasser des Glommen betrifft, so sind dieselben der Intensität nach von Ort zu Ort verschieden. Bei Grindalsund (K. H. II, 265 f.) war ihre Rangordnung: 1789 (1,19 m über 1850), 1773 (0,25 m

über 1850) 1850, 1827 (3,14 m unter 1850). — Bedemar I, 50 berichtet, dafs 28. August 1808 die künstlich aufgestaute Bäum Elv durch grofse und plötzliche Regengüsse in gefährlicher Weise answoll. „Vor 11 Jahren“, also etwa 1800, soll bei Arendal eine Überschwemmung gewesen sein (I, 95).

2) Mjösen: 1856 Juni bis Ende. Mittel: 3,21. Mittlere Abweichung dieser Monate vom Jahresmittel 1856—85 0,54. Interpoliert 2,67. — 1866 fehlt März. Mittel 4,06. Abweichung 0,065. Interpoliert 4,00. — 1889 fehlt Decbr., 1886—88 differieren November und December nur um 0,00 bis 0,01 m; indes ist die Kurve 1889 lebhafter. Mittel 3,57. Abweichung für 1856—85 0,015, für 1886—88 0,005. Interpoliert 3,55. — Randsfjord: Nur vier vollständige Jahre, sonst blos April bis November. Mittel dieser Monate in eckiger Klammer (1869 Mai bis December). — Minima sind nur vier bekannt: 1870 0,60; 1871 0,53; 1887 0,87; 1888: 0,35. — Øieren. Zur Interpolation 1855—57 wurden mit Rücksicht auf die grofse Amplitude der Schwankungen nicht Abweichungen der Gesamtperiode 1858—89, sondern jene der vorhergehenden drei Jahre 1852—54 ( $A_1$ ) und der folgenden acht Jahre 1858—65 ( $A_2$ ) verwendet. — 1855 Januar bis September 1,88  $A_1 = + 0,15$   $A_2 = + 0,12$ . Interpoliert 1,76. — 1856 Juni bis Oktober 5,47.  $A_1 = + 2,03$   $A_2 = + 2,00$ . Interpoliert 3,47. — 1857 Juni bis December 3,78  $A_1 = + 1,03$   $A_2 = + 1,14$ . Interpoliert 2,64. — Bis 1862 neg. Vorzeichen nicht selten, bei den Min. Regel; von 1862 ab (Regulierung?) verschwinden sie und zugleich die extremen Max. — Nach Kan. Hist. II 109 war der niederste Stand 1850 39—43 Fod unter d. höchsten (12,25—13,50 m), also etwa — 0,23 bis — 1,48 m. — Spirillen: 1860 Flut 9,7; ebensoviel bei Næstryggen. Brochs Diagram. — 1868 Mai bis December. Mittel 4,31. Abweichung 1869—71 + 0,29; 1874—75 + 0,33; 1876—85 + 0,40. Benutzt wurde das Mittel der beiden ersteren Abweichungen und 4,00 interpoliert. — 1872—73 April bis December. Mittel 4,76 und 4,46.  $A_1 + 0,24$   $A_2 + 0,26$   $A_3 + 0,32$ . Interpoliert unter Vorzug von  $A_2$  4,50 und 4,20. — 1875 Min. fehlt in der mir vorliegenden Abschrift, wurde aus dem Mittel d. abs. Min. rekonstruiert. — Brochs Diagram 1868, 1879, 1881, mit den benutzten Tabellen ziemlich genau stimmend, zeigt für Næstryggen höhere Maxima 1879: 7,9 m, 1881: 6,35 m. — Kröderen 1873 Mai bis December 3,28. Abweichung 1874—85 + 0,38. Interpoliert 2,90. — Nordsjön 1856 Juli bis December 15,15. Abweichung 30j. Mittel + 0,18. Interpoliert 14,97. — 1857 Januar, Februar, Juni bis December Mittel 14,98. Abweichung + 0,13. Interpoliert 14,85. — 1862 April fehlt. Mittel 14,93. Abweichung + 0,05. Interpoliert 14,88. Für die Zeit vor 1852, also vor der Regulierung, giebt K. H. VII. als Maximum 18,20 m (1822 angeblich etwa 60 Fod = 18,84 m!), als Min. 13,69, als gewöhnliche Fluthöhe 17,27 bis 17,58 m an. Dieselbe Quelle bestätigt das Maximum 1860 und macht folgende Angaben für das Gjellvand, das ebenfalls zum Stromgebiet von Skien gehört. Vor 1852—53 bek. Max. 7,85 (1822 angeblich sogar 8,79 m), niederster Stand 0,31, gewöhnliche Flut 6,91 m. Später Flutmaximum 1860 9,58; 1872 8,85; 1875 7,25; 1879 9,48. — Strengen 1879 Mai bis December 1,35. Abweichung (1880—88) + 0,25. Interpoliert 1,10. In Telemarken nennt K. H. als besondere Hochwasserjahre 1853, 1860, 1870, 1879.