

Werk

Titel: Vorträge und Abhandlungen

Ort: Berlin

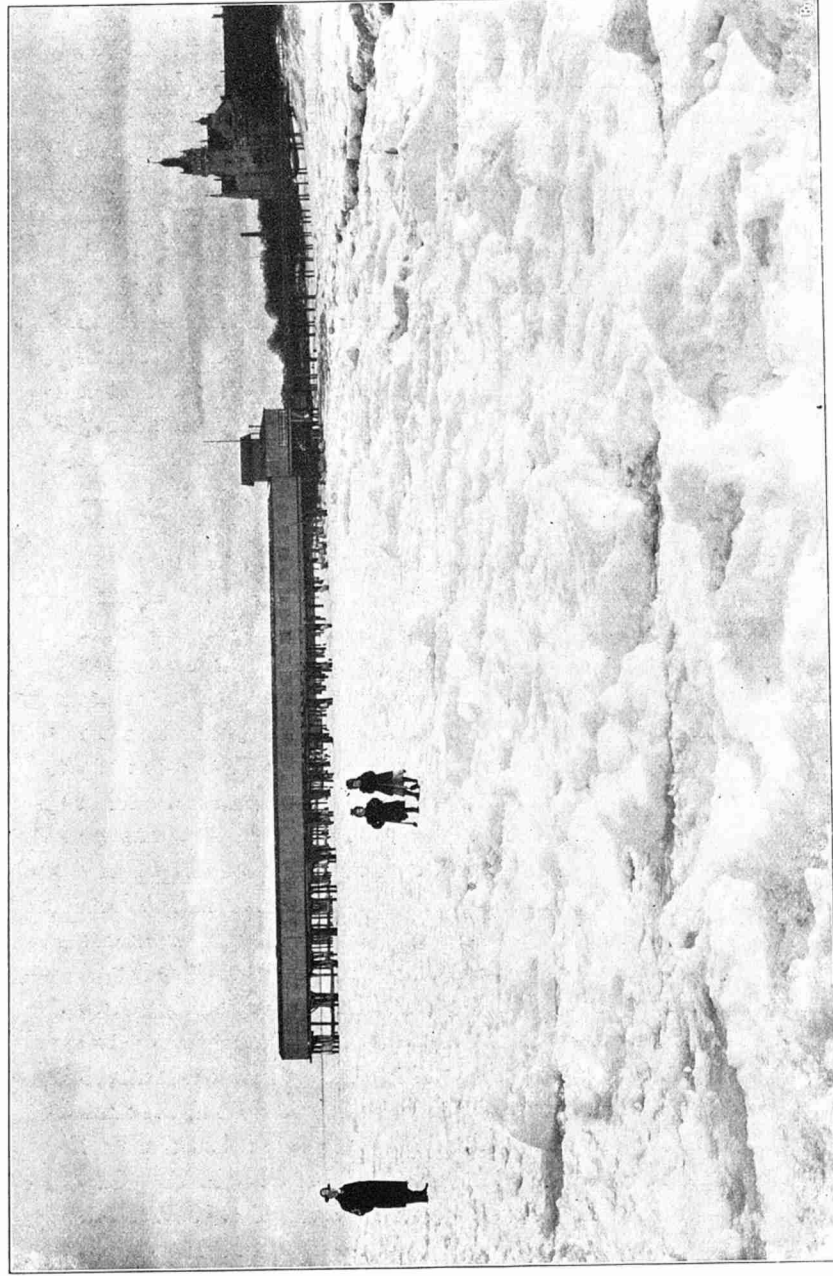
Jahr: 1912

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1912|LOG_0170

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de



Phot. Paul Moecke, Hofphotograph, Kolberg.

Abbild. 36. Die Ostsee in Eis (Kolberg 1909).

Beiträge zur Kenntnis des Ostseegebietes.

Die Hydrographie der Ostsee.

Versuch einer Zusammenfassung.

Von Rolf Witting-Helsingfors.

Die Hydrographie eines Meeresgebietes ist durch dessen geographische Merkmale bestimmt: von der Form des Beckens und des Zufuhrgebietes, von der Verbindung mit den angrenzenden Meeresgebieten, vom Klima, speziell von den Niederschlags-, Wärme- und Windverhältnissen. Unsere ersten hydrographischen Kenntnisse sind im allgemeinen aus vereinzelt Angaben, welche sich auf beschränkte Gebietsteile beziehen, gebildet und tragen gewöhnlich einen mehr deskriptiven Charakter. Sind nun aber die hydrographischen Zustände durch ein einigermaßen genügendes Beobachtungsmaterial festgestellt, dann werden es die Vorgänge im Meere sein, welche unsere Aufmerksamkeit am meisten beanspruchen; diese werden uns aber erst verständlich, wenn wir sie mit den oben angedeuteten bestimmenden Faktoren verknüpfen können. Von solchem Verständnis, welches uns einen Überblick über die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Erscheinungen gestattet, wird die weitere Arbeit zur Enttöselung und genauen Präzisierung der allgemeinen Gesetze für die Vorgänge im Meere schreiten müssen, und erst auf solchen Wegen wird uns eine wissenschaftlich befestigte Auffassung der Hydrographie unserer Meere vermittelt.

Die Hydrographie der Ostsee erhält ihr besonderes Gepräge durch die große Süßwasserzufuhr, welche die Verdunstung im eigenen Gebiete mehrmals überwiegt, und welche eine stete Wasserabgabe zum Weltmeere hervorruft, sowie durch die Verbindung mit dem Ozean, welche wieder, obwohl nur eng, doch von solcher Weite ist,

daß sie von den ausströmenden Wassermassen nicht beherrscht wird; vielmehr kann anhaltende Einströmung schweren salzigen Wassers dem Boden entlang wie auch in der ganzen Wassermasse eintreten. Diese zwei Faktoren, die Süßwasserzufuhr und der Andrang von salzigem Wasser von außen her, sind es, welche in ihrer verschiedenen Ausgestaltung die Hauptzüge im Aufbau der Wasserfüllung ergeben. Entscheidende Bedeutung hat hierbei die Form des Ostsee-Beckens: dessen Zerfall in verschiedene von seichteren Übergangsgebieten verbundene Mulden.

Hydrographisch gefaßt ist das Arkonabecken, zwischen Rügen und Schonen, westlich von Bornholm, als der äußerste Teil der Ostsee zu bezeichnen. Es steht durch den Sund im NW, die Kadetrinne und weiter die Beltsee im SW in Verbindung mit dem Kattegat. Zwischen Bornholm und Rügen durch die Rönnebank mit Adlergrund für seine tieferen Schichten nach Osten abgegrenzt, steht es nördlich von Bornholm in ziemlich guter Verbindung mit der Bornholmer Mulde. Diese, in den tiefsten Teilen über 200 m tief, ist nach Osten durch die Stolper Bank und die Mittelbank begrenzt. Südlich von der Mittelbank ist die Verbindung mit dem Zentralbecken der Ostsee tiefer und breiter. Dieses Zentralbecken kann als eine einzige Mulde von der Danziger Bucht bis in den Finnischen Meerbusen hinein aufgefaßt werden; auch die Landsorter Mulde, westlich bis nordwestlich von Gotland, kann als ein von diesem ausgehender Zipfel betrachtet werden; es umfaßt somit den überwiegenden Teil der Ostsee außer den Bottnischen Meerbusen. Das Zentralbecken hat die Form eines schwach gekrümmten S mit rund 250 m Tiefe im Osten von Gotland, über 460 m im Südosten von Landsort, 100—200 m im Nordosten. (Es können natürlich bei speziellen Untersuchungen in diesem Becken mehrere Teilgebiete unterschieden werden.) Der östlich hiervon gelegene Meerbusen von Riga ist durch eine Bank und die seichten Gewässer um Dagö und Ösel deutlich abgegrenzt. Im Nordosten geht das Zentralbecken ziemlich ebenmäßig in den Finnischen Meerbusen über.

Im Norden erstreckt sich der zweite große Teil der Ostsee, der Bott-nische Meerbusen. Er ist durch die Gewässer um Åland abgegrenzt: im Osten das seichte, von unzähligen Inseln erfüllte und von unzähligen Rinnen durchzogene Schärenmeer, im Südwesten und Westen die Gewässer über der südlich von Åland nach Stockholm sich hinziehenden Bank und das tiefe, nördlich von dieser gelegene Ålandsmeer (größte Tiefe 301 m). Durch eine tiefe Rinne ist dieses Meer mit dem Tiefenbecken der Bottensee verbunden. Das Tiefenbecken zeigt gewisse Ähnlichkeiten mit dem Zentralbecken der Ostsee, wir haben Bänke, die in ihrer Lage mit Gotland und Mittelbank korrespondieren; die größte Tiefe liegt im Nordosten, ist nach alten, in den Seekarten eingezeichneten Lotungen 294 m, sicher aber 254 m

tief. Durch den weiten seichten Nord-Kvark ist die Bottenwiek von der Bottensee abgegrenzt. In den großen Zügen bildet die Bottenwiek eine einzige Mulde. 

Die Wasserfüllung.

Eine ausgeprägte Schichtung sowohl nach Salzgehalt wie Temperatur ist für die Ostsee charakteristisch. Die haline Schichtung ist eine natürliche Folge der Ungleichheit im Salzgehalt der beiden speisenden Wasserarten. Einmal durch die Pforten der Ostsee eingeströmt, wird das schwere Salzwasser nach unten sinken und in die nächste Mulde hineinströmen. Durch Mischung mit den darüberliegenden, ausströmenden Schichten werden diese einen gewissen Salzgehalt erhalten, und das Salzwasser selbst wird allmählich ausgesüßt, so daß es seinerseits durch später eindringendes schwereres Wasser unterlagert, gehoben und nach innen geschoben wird. Es ist daher ohne weiteres begreiflich, daß wir in den engeren und seichteren Gebieten, den Übergangsgebieten, größere Unterschiede im Salzgehalt in horizontaler Richtung vorfinden müssen, daß aber über den größeren Becken die Verhältnisse sich mehr gleichartig ausbilden können; daß wir also in hydrographischer Hinsicht im großen dieselben Gebiete zu unterscheiden haben wie in morphologischer.

Die thermischen Veränderungen im Meere gehen zu ihrem Hauptteil von der Oberfläche aus. Der Wärmeaustausch durch Strahlung und durch Berührung mit der Atmosphäre beschränkt sich auf die alleroberste Schicht. Nach unten dringen die Veränderungen im Wärmezustand hauptsächlich durch Mischung bei Bewegungen wie durch die sogenannte Vertikalzirkulation oder thermische Konvektion. Die thermische Schichtung muß dabei selbstverständlich in mannigfacher Beziehung mit der halinen stehen, und man könnte erwarten, daß durch das Zusammenwirken dieser beiden Prinzipien, des halinen und des thermischen, ganz bestimmte Schichten von individuellem Charakter entstehen sollten. Man kann solche wirklich auch auseinander halten, und erhält mit Hilfe dieser leichter und schneller einen Überblick über die Verhältnisse in unserem ganzen Gebiete.

Die Schichtungsarten, welche man auf solche Weise in der Ostsee vorfindet, sind von zwei Typen, dem Typus der engeren Gewässer und dem Typus der großen Becken. In den engen Gewässern, welche zugleich seicht sind, dringt die jährliche Wärmewelle deutlich bis zum Boden; wir haben hier also hauptsächlich haline Schichtung mit einer Oberschicht und einer Unterschicht; doch kann dabei, wie im inneren Teile des Finnischen Meerbusens vom Spätwinter bis zum Spätsommer, eine thermische Schichtung mit der halinen zusammenfallen.

Von diesem Typus sind die westlichen Gewässer vom Kattegat bis

einschließlich zum Arkona-Becken. Im Kattegat findet man vor dem Sund und den Belten einen Salzgehalt von ca. 20‰ an der Oberfläche und ca. 30‰ in der Tiefe. In den tieferen Teilen des Sundes kommen bis nördlich von Kopenhagen Unterschiede bis zu 10‰ zwischen dem Salzgehalt an der Oberfläche und demjenigen in der Tiefe vor; klein sind sie dagegen auf der seichten Schwelle im Süden des Sundes, der Salzgehalt ist hier im allgemeinen etwa 10‰ . Durch die Beltsee nimmt der Salzgehalt in horizontaler Richtung auch ziemlich stark ab, in der Kadetrinne beträgt der Salzgehalt am Boden bis an 20‰ , an der Oberfläche um 10‰ schwankende Werte, im Arkona-Becken sind die entsprechenden Werte ca. 15‰ und ca. 8‰ .

Der zweite Typus wurde der der großen Becken genannt. Diese haben schon verhältnismäßig beträchtliche Tiefen, 100 m und darüber. Die relativ salzarme Schicht ist hier schon dicker, und da ja die Dichtesprünge Hindernisse für Mischung und Vertikalzirkulation darstellen, kommen das thermische und das haline Schichtungsprinzip zu einer gewissen stationären Art des Zusammenwirkens. Wir betrachten zuerst das Zentralbecken. Hier sehen wir sogleich, daß die Tiefe, zu welcher die jährliche Wärmequelle mit beachtenswerteren Beträgen dringt, 50–60 m, eben die Mächtigkeit der relativ salzarmen Oberschicht ist. Diese ist ziemlich homohalin; doch die Sommererwärmung, welche die oberen 10–40 m deutlich durchdringt, erzeugt auch in dieser Oberschicht eine in gewissen Fällen nicht unbedeutende haline Zweiteilung, welche im Winterhalbjahr wieder zur Ausgleichung strebt. Krümmel hat schon in den neunziger Jahren die Aufmerksamkeit auf die homohaline Deckschicht der Ostsee als ein hydrographisches Charakteristikum gerichtet; ich möchte aber, da nicht volle Homohalinität besteht, im Anschluß an die übrigen in diesem Aufsatz vorgeschlagenen Unterscheidungen, die oberen 50–60 m als Oberschicht, die Sommerdeckschicht kurz als Deckschicht und den unteren Teil der Oberschicht als intermediäre Deckschicht bezeichnen.

Die Deckschicht streckt sich von dem äußeren Teil des Finnischen Meerbusens bis in das Arkonabecken hinein, die intermediäre Schicht darunter wird schon im äußeren Teil des Finnischen Busens, sowie im Süden in der Bornholm-Mulde schmal und reicht nicht in das Arkonabecken hinein. Selbstverständlich existieren in horizontaler Richtung in der Deckschicht Unterschiede im Salzgehalt, dieser beträgt im Arkonabecken ca. 8‰ , im Norden ca. 6‰ . Wir mögen diese als baltische Schichten von den übrigen in unserem Gebiete vorkommenden unterscheiden, wobei zur Lokalisierung noch Ausdrücke wie „nordbaltisch“, „südbaltisch“ usw. gebraucht werden können.

Auch in der Unterschicht des Zentralbeckens können wir zwischen

zwei verschiedenen Wasserarten unterscheiden. Hier haben wir von ca. 80—100 m Tiefe bis zum Boden von der Danziger Bucht bis in die Mündung des Finnischen Meerbusens hinein eine Wasserschicht, deren Temperatur über ungefähr 4° , deren Salzgehalt über etwa $9\text{--}10\text{‰}$ liegt und deren Sättigung mit Sauerstoff gewöhnlich unter 40 Prozent bleibt. Alle Elemente weisen sehr kleine Schwankungen auf. Darüber haben wir eine Schicht bis ca. 50—70 m, in welcher der Salzgehalt rasch nach oben, um ca. 3‰ , abnimmt, die mehrere Sprünge aufweisen kann, gewöhnlich das Temperaturminimum der Wassersäule enthält und eine höhere Sauerstoffsättigung (60—70%) aufweist. Diese möchte ich baltisches Tiefwasser, jene baltisches oder eher gotländisches Muldenwasser nennen. Selbstverständlich existieren auch in diesen Schichten Unterschiede im Salzgehalt in horizontaler Richtung.

In der Bornholm-Mulde ist die Schichtung der Unterschicht hiermit verwandt, aber doch eine andere. Man könnte hier von bornischem Muldenwasser und bornischem Tiefwasser sprechen. Das Muldenwasser ist durch die Schwelle deutlich von dem gotländischen Muldenwasser abgegrenzt und hat höheren Salzgehalt, ca. 15‰ , die Temperatur schwankt aber hier auch sehr wenig im Jahre und der Sauerstoffgehalt ist niedrig. Das bornische Tiefwasser geht in das baltische mehr allmählich über, zeigt aber größere Temperaturschwankungen und schließt sich im Herbst thermisch der Oberschicht näher an.

In den Finnischen Meerbusen reicht ein Zipfel des gotländischen Muldenwassers hinein, und es bestehen im großen in der Mündung die Verhältnisse des Zentralbeckens. Je weiter man hineinkommt, um so mehr nimmt die intermediäre Deckschicht an Dicke ab, und gleichzeitig werden Deckschicht und Tiefwasser salzärmer. In der Mitte ist die intermediäre Deckschicht verschwunden und die zwei eben genannten Schichten gehen in eine gewöhnliche Ober- und Unterschicht über.

Kurz dargestellt, verläuft die Schichtung von außen bis St. Petersburg also so, daß wir überall zwischen einer Oberschicht und einer Unterschicht unterscheiden können, daß diese bis in das Arkonabecken einfach sind, von der Bornholm-Mulde aber bis in den Finnischen Meerbusen hinein beide in zwei Schichten deutlich aufgeteilt werden können, daß in der inneren Hälfte des Finnischen Meerbusens wieder nur zwei einfachere Schichten bestehen. Die Deckschicht geht dabei allmählich in die einfache Oberschicht der seichteren Gebiete über, indem die intermediäre Deckschicht verschwindet, das Tiefwasser gleichartig in die einfache Unterschicht, indem das Muldenwasser verschwindet. Das bornische und das gotländische Muldenwasser hängen nicht direkt zusammen. In seitlichen seichteren Randgebieten der großen Becken, wo wegen großer Zufuhr

von Süßwasser mit keiner größeren Veränderung des Salzgehaltes zu rechnen ist, kann man sich die Schichtung klarlegen, indem man einfach den betreffenden unteren Teil der Wassersäule wegnimmt.

Im Busen von Riga ist auf der Schwelle und in den seichten Teilen das Wasser ziemlich homogen; es scheint, als ob in den tiefsten Partien schon unterhalb 25 m eine Schicht vorkäme, welche in geringerem Maße in thermischer Hinsicht variierte. Im innersten Teile, nach der Mündung der Düna hin, ist die Schichtung ausgesprochen halin.

Der Bottnische Meerbusen ist von der eigentlichen Ostsee in ähnlicher, obgleich nicht so scharfer Weise abgegrenzt wie die Ostsee vom Kattegat. Hydrographisch könnte man den Bottnischen Meerbusen (den Bottnik) ebenso gut als Meer wie die eigentliche Ostsee (den Baltik) und sogar die Bottensee und die Bottenwiek als zwei verschiedene Meere unterscheiden.

Im Bottnischen Meerbusen sind die Salzgehaltsunterschiede nicht so ausgeprägt wie in der Ostsee, wenngleich man hier dieselbe Schichtung wahrnehmen kann wie im Zentralbassin. Die Deckschicht der Bottensee umfaßt ca. 20 m, das Muldenwasser beginnt bei ca. 90 m; halin sind Tiefwasser und intermediäre Deckschicht ziemlich gut unterschieden, im Frühjahr sind sie thermisch ziemlich ähnlich. Der Salzgehalt schwankt zwischen ca. 4,5—6,5‰. In der Bottenwiek ist dieselbe Schichtung noch deutlich wiederzufinden, das Muldenwasser hat aber sehr kleine Ausdehnung (Salzgehalt zwischen ca. 0‰—4‰). Die Wasserarten dieses Meeres können mit dem Attribute wiekische, in jenem als bottnische bezeichnet werden. Von den zwei Pforten zwischen der Ostsee und der Bottensee enthält das Schärenmeer, je nach der Jahreszeit, nordbaltisches oder südostbottnisches Deckwasser, das Aland-Meer hauptsächlich Wasser von der westbottnischen Oberschicht und nordbaltisches Tiefwasser. Im Nord-Kvark, zwischen der Bottensee und der Bottenwiek, überlagern einander gewöhnlich südwiekisches Deckwasser und intermediäres nordbottnisches Deckwasser.

Die Veränderungen in der Wasserfüllung.

Die Veränderungen der Wasserfüllung können zweierlei Art sein, sind jedoch schwer voneinander ganz abzusondern; teils können sie nämlich die innere Konstitution der Schichten beeinflussen, teils mehr auf ihr Volumen einwirken.

Die thermischen Schwankungen sind in ihrer Art schon angedeutet. Die Oberschicht ist während des Winters und Vorfrühlings beinahe homotherm und homohalin, oder doch wenigstens stufenweise, gewöhnlich mit einer Temperatur unter der des Dichtemaximums. Bei dem Eintritt der wärmeren Jahreszeit wird die Oberschicht in Vertikalzirkulation gebracht,

aber nach erreichter Temperatur des Dichtemaximums wird sich schon die Deckschicht auszuprägen beginnen; dazu trägt auch die Zunahme der Süßwasserzufuhr bei, welche im Süden im April, im Norden im Mai-Juni eintritt. Es erreicht die Deckschicht in ihren 10 obersten Metern gewöhnlich eine Temperatur von ca. 15° , in der Beltsee geht die Erwärmung, praktisch genommen, bis zum Boden. Es ist auch klar, daß wir in dieser Deckschicht in der ganzen Ostsee den niedrigsten Salzgehalt im Frühling oder Sommer vorfinden müssen; je näher den Küsten, umso früher, im Spätsommer erst in der Mitte der großen Becken. Gegen den Herbst vermindert sich die Süßwasserzufuhr und die Temperatur der Deckschicht nimmt ab. Durch Mischung dringt dann die Wärmewelle des Sommers tiefer ein, es tritt die Vertikalzirkulation des Herbstes ein; dadurch wird die intermediäre Deckschicht (sogar die einfache Unterschicht) allmählich ausgesüßt, so daß wir hier im allgemeinen im Herbst oder noch später den niedrigsten Salzgehalt vorfinden; in der Deckschicht wird aber damit der Salzgehalt schon steigen, er erreicht sein Maximum im Winter ein wenig früher oder später, je nach der Küstennähe. Im Kattegat haben wir Salzgehaltsmaxima im Februar und sekundär im August. Diese Maxima machen sich nicht direkt in der Deckschicht der Ostsee, wohl aber in der Beltsee bemerkbar. Dagegen wird die Unterschicht der Beltsee, der Kadetrinne und des Arkona-Beckens infolgedessen zwei Maxima aufweisen; dabei ist in der Beltsee das Wintermaximum größer, nur an einigen tieferen Orten dicht am Boden das Sommermaximum, wo wir zur Sommerzeit Ansätze zur „Muldenwasser“-bildung in der Unterschicht haben. Auch im Sunde ist im Winterhalbjahr der Salzgehalt größer als im Sommer, somit wird im Arkona-Becken die Unterschicht das Hauptmaximum des Salzgehalts im Winter zeigen.

In der Bornholm-Mulde könnten wir zuerst die vierteilige Schichtung unterscheiden. Das bornische Muldenwasser, wie überhaupt die übrigen nach innen hin vorkommenden Muldenwasser, das gotländische, bottnische und wiekische, zeigt kleine Schwankungen im Salzgehalt; dies kann sogar als ein Merkmal des „Muldenwassers“ bezeichnet werden. Im bornischen Tiefwasser zeigen sich, obwohl abgeschwächt, gleichartige Veränderungen wie in der Unterschicht des Arkona-Beckens. Die thermischen Schwankungen im Jahre sind hier aber nicht groß. In der poikilothermen Schichtung, die wir hier besonders im Sommer und Herbst vorfinden, können wir eine um ein paar Monate verspätete Einwirkung der Arkonaverhältnisse spüren, also Transport in horizontaler Richtung und Einmischung. Es ist somit erklärlich, daß wir in diesem bornischen Tiefwasser Salzgehaltsmaxima im Frühling und Herbst, also etwa ein Vierteljahr später als in der Unterschicht des Arkonabeckens, vorfinden, und daß hier das Hauptmaximum im Frühling eintritt. Im bornischen Muldenwasser, das einen

beträchtlichen Salzgehalt besitzt, wird ein Eindringen von Arkonawasser nur vorkommen, wenn dieses dichter als das bornische Muldenwasser ist, also hauptsächlich im Spätwinter und Spätsommer. Es wird somit, da dies bei mehr sporadischen und in kurzer Zeit vollzogenen Umlagerungen stattfindet, keine eigentliche Verspätung der Salzgehaltsmaxima hier im Verhältnis zu denjenigen in der Arkona-Unterschicht eintreten, wir finden auch hier die zwei Maxima im Winter und Sommer, das Hauptmaximum im Winter. Die Erscheinungen, die diese Veränderungen hervorrufen, sind somit hauptsächlich horizontale Verschiebungen und die Maxima bedeuten hier in erster Linie einen Zuwachs des bornischen Muldenwassers, wie auch das bornische Tiefwasser dabei wenigstens gehoben wird.

Im großen Zentralbecken mangelt es an genügenden Beobachtungen, um sicher über die Salzgehaltsveränderungen des gotländischen Muldenwassers urteilen zu können. Das steht allerdings fest, daß zwar die Veränderungen nicht groß sind ($= 1\text{‰}$), daß wir aber immer, wenn Beobachtungen kurz nacheinander gemacht worden sind, deutliche Veränderungen haben spüren können. Ziemlich wahrscheinlich haben wir hier höhere Salzgehaltswerte im Sommer als im Winter. Was wir aber sicher behaupten können ist, daß diesem Muldenwasser zweimal jährlich, im Frühling und Herbst, durch Einströmungen in der Unterschicht Wasser zugeführt wird; es zeigt sich dies sowohl an den Stationen in der nördlichen Ostsee wie am Boden der Danziger Bucht; dabei steigt vom Sommer zum Herbst die Temperatur in dem Teil der Wassersäule, welcher unter dem Temperaturminimum der Säule gelegen ist. In diesen Niveaux wird also durch Heben des gotländischen Muldenwassers und des baltischen Tiefwassers der Salzgehalt in bestimmten Tiefen zwei Maxima, im Frühling und Herbst, zeigen, das Hauptmaximum im Frühjahr.

Die thermischen Schwankungen erreichen im baltischen Tiefwasser kleine Beträge. Man kann hier noch eine jährliche Wärmewelle von oben spüren, aber auch gleich große Einwirkungen von horizontalen Strömungen. Dabei ist zu bemerken, daß die direkte Wirkung der Winterabkühlung größer als diejenige der Sommererwärmung ausfällt.

In dem inneren, größeren Teil des Finnischen Meerbusens fanden wir eine Schichtung nur in Ober- und Unterschicht. Die Winterabkühlung erstreckt sich bis zur Grenzschicht; wenn dann die Sommererwärmung einsetzt, finden wir ebenda ein Wärmeminimum. Durch Beimischung zu den ausströmenden Schichten wird der Unterschicht stetig Wasser entnommen, welches durch einströmendes nordbaltisches Tiefwasser ersetzt wird. Dies zeigt sich, obwohl die Temperatur des einströmenden Wassers nicht hoch ist, ca. 3° und weniger, darin, daß die Temperatur unter dem Temperaturminimum in der Wassersäule stetig um ca. 1° steigt, bis die

Wärmewelle des Sommers, im Herbst von obenher die Kältereste des Winters angreifend, das Minimum in den unteren Teil der Säule verschoben hat. Infolge der starken sommerlichen Einströmung tritt zu dieser Zeit das Salzgehaltsmaximum des Jahres für die besprochene Unterschicht auf. Zur selben Zeit hatten wir, wie schon erwähnt, das Salzgehaltsminimum der Oberschicht; es verschärfen sich also die Salzgehaltsunterschiede in der Wassersäule im Sommer, gleichen sich dagegen im Winter aus.

In der Bottensee sind die Salzgehaltsunterschiede zwischen Oberfläche und Boden ja ziemlich klein, ungefähr $1^0/_{00}$; außer bei größeren Flußmündungen. In der Deckschicht und in der intermediären Deckschicht sind die jährlichen Salzgehaltsschwankungen denjenigen der Ostsee ähnlich. Im Tief- und Muldenwasser tritt das Maximum im Sommer bis Herbst auf, um so später, je weiter nach innen wir gelangen. Im Muldenwasser sind, außer im Süden, die Temperaturschwankungen sehr klein; die Einwirkung der vorhergehenden Jahreszeit zeigt sich sehr deutlich, weil das Wasser in den ziemlich seichten Pforten in dem Bereich der deutlichen Wirkung der jährlichen Wärmewelle gewesen ist. Hier kann man während des Sommers überall im Tiefwasser und auch im Muldenwasser Temperaturzunahme beobachten, die durch das Zuströmen von wärmerem Wasser erzeugt wird.

Was man in der Bottenwiek als Muldenwasser bezeichnen könnte — also durch kleine jährliche Schwankungen charakterisiertes —, findet man nur in der tiefsten Schicht. Auch in der Bottenwiek tritt das Salzgehaltsminimum in der Deckschicht im Sommer, in der intermediären Deckschicht im Herbst, mit Verspätung in den zentralen Teilen, ein. Das Tiefwasser hat sein Salzgehaltsmaximum im Sommer, im Winter sein Minimum.

Die jährlichen Salzgehaltsschwankungen betragen im Süden $0,5^0/_{00}$ oder weniger in der Oberschicht, in der Unterschicht im Arkonabecken mehrere Promille, auch sonst mehr als $1^0/_{00}$; im Norden sind die entsprechenden Werte $0,25^0/_{00}$ und $0,1^0/_{00}$.

Die Wasserbewegungen.

Die Vorgänge, welche uns in der vorangehenden Darstellung den Zusammenhang vermittelt haben, können auf die Wasserbewegungen und die dabei entstehenden Ummischungen zurückgeführt werden. Inwieweit diese Wasserbewegungen Veränderungen in der Wassermenge der Ostsee hervorrufen, müssen uns die Wasserstandsbeobachtungen zeigen, und man möchte im voraus wohl nicht einen Zusammenhang zwischen diesen Erscheinungen unwahrscheinlich nennen.

Wir haben im ganzen Ostseegebiet, und sogar in den Gewässern vor der Ostsee, eine ausgesprochene jährliche Wasserstandsschwan-

971/2 A

 kung, welche in langjährigen Mitteln deutlich doppeltperiodisch herauskommt. Das Hauptminimum tritt im Frühling (April) auf, ein Maximum, im Süden Hauptmaximum, im August, ein zweites Minimum im November, und ein Maximum im Winter, im Norden das Hauptmaximum. Hierbei ist der absolute Betrag der Schwankung im Norden größer, ca. 30 cm, im Süden kleiner, weniger als 15 cm. Ein solcher doppeltperiodischer Gang kommt auch in den einzelnen Jahren immer vor, dabei können die Zeitpunkte für das Eintreffen der Extreme auf verschiedene Art bedeutend verschoben sein, und die Amplituden dementsprechend 0,5 m oder mehr erreichen. Die Ursachen dieser Ungleichmäßigkeiten sind in erster Linie in den Ausströmungsbedingungen an den Pforten der Ostsee zu suchen. Allerdings wirkt sicher die jährliche Periodizität der Süßwasserzufuhr hierbei auch mit; das Maximum der Süßwasserzufuhr fällt ja eben auf die Zeit, wo der Wasserstand nach dem Hauptminimum schnell zu steigen anfängt. Es sind aber hauptsächlich die Windverhältnisse vor den Pforten der Ostsee, welche diesen Gang hervorrufen. Im Februar bis April und im Oktober und November haben wir über dem Skagerrak vorherrschend Ost- und Südostwinde, welche das Wasser aus der Ostsee saugen. Hiermit korrespondiert also auch die Tatsache, daß die Strommessungen an den dänischen Feuerschiffen den stärksten ausgehenden Strom im Frühling ergeben haben.

Es ist auch leicht verständlich, daß zur Zeit des niedrigen Wasserstandes, also der reichen Wasserabgabe der Ostsee, der Salzgehalt in und vor den Pforten der Ostsee niedrig sein muß, daß aber in den Zwischenzeiten, also im Winter und Sommer, bei einwehenden Winden und hohem Wasserstand, hier Salzgehalts-Maxima vorkommen. Wie eben dargestellt, zeigen sich diese ziemlich gleichzeitig in der Unterschicht bis in die Arkonamulde; in dem gotländischen Muldenwasser wird sich dann wegen eintretender Verspätung die Schwellung ungefähr gleichzeitig mit den Niedrigstwerten des Wasserstandes zeigen.

Es wird uns somit begreiflich, daß in der ganzen Wassersäule der Beltsee und in der Unterschicht des Arkonabeckens und in dem bornischen Tiefwasser und Muldenwasser, sowie in diesen beiden Schichten des Zentralbeckens, da ja diese den Pforten der Ostsee näher stehen, eine doppelte jährliche Periodizität vorhanden sein muß, dagegen in der baltischen Oberschicht und in allen Wasserschichten der inneren Teile nur eine einfache jährliche Periode des Salzgehaltes in Erscheinung treten kann, weil ja diese, auf welche die Süßwasserzufuhr direkter wirkt, deren einfacheren jährlichen Gang folgen müssen; das schwache sekundäre Maximum in der Süßwasserzufuhr, welches die Herbstregen hervorrufen, wird dadurch ausgeglichen, daß zu dieser Zeit durch die thermische Vertikalzirkulation

größere Wassermengen in den Aussüßungsprozeß einbegriffen werden; andere Ansätze zu doppelter Periodizität haben mehr lokale Bedeutung.

Es sind bis jetzt die Verhältnisse nur in großen Zügen geschildert worden. In Wirklichkeit greifen viele andere Faktoren stark ein, so stark, daß sie sich der Forschung in erster Linie aufzwingen. Dem Beschauer zeigen sich die Verhältnisse nämlich an einem Orte sehr wechselnd. Je nach der Wetterlage, hauptsächlich nach Wind- und Luftdruckverhältnissen, strömen die Wassermassen hin und her in verschiedener Richtung, die Wasseroberfläche wird dabei ziemlich unregelmäßig gehoben und gesenkt. Die Wasserstandsschwankungen von Tag zu Tag können bei Sturmfluten in Metern gemessen werden, im Mittel kann diese interdiurne Veränderlichkeit bis 20 cm betragen. 20—30 cm/sec sind gewöhnliche Stromgeschwindigkeiten, diese können aber bei besonderen Gelegenheiten bis ca. 70 cm/sec, in den engeren Pforten sogar ein paar Knoten betragen.

Ein stärkerer Sturm kann somit große Veränderungen in der hydrographischen Lage hervorrufen. Überhaupt setzen sich oft die vorkommenden Verschiebungen aus wenigeren, gewaltsameren Vorgängen zusammen, welche durch ruhigere Zwischenzeiten voneinander geschieden sind. Es haben dabei solche „Umwälzungen“ im allgemeinen größere Bedeutung in den engeren Passagen als in den großen Becken. Die Verschiebungen der Wasserpartikel können sich hier gewöhnlich nur über einen Teil des Gebietes erstrecken, und können darum zum Teile wieder zurückgehen. In seichteren Gebieten läßt sich, speziell wenn es sich um die schwerere Unterschicht handelt, wenig von der früheren Lage wieder herstellen. Es charakterisieren darum in den Pforten die Umwälzungen mehr den Wasseraustausch, in den großen Becken sind dagegen die resultierenden Bewegungen wichtiger.

In der Oberfläche sind die Ströme ganz entschieden von den Winden bestimmt, hierbei sind Stauerscheinungen und Rechtsdrehung wegen der Erddotation zu beachten. Da ja die Winde in unserem Gebiete ziemlich stark schwanken, tun es auch die Strömungen. Der resultierende Wassertransport beträgt somit im Frühling etwa ein Viertel des ganzen Stromweges, nähert sich im Sommer der Hälfte und übersteigt sogar im Herbst die Hälfte des Stromweges. Der resultierende Strom in der Oberfläche ist während des ganzen Jahres an der schwedischen Küste von der Bottenwiek im Norden bis an Schonen vorbei im Süden nach außen gerichtet. Er ist schwächer im Frühling, nur einige cm/sec, stärker im Sommer und Herbst, 5—10 cm/sec. Im Frühling herrschen aber dieselben Verhältnisse wie an der Oberfläche tiefer nach unten als im Sommer (und es erstreckt sich die auswärts gerichtete Bewegung beinahe über die ganze Breite des

Bottnischen und Finnischen Meerbusens. In der eigentlichen Ostsee sind die Bewegungen an der russischen Küste im Frühjahr schon einwärts gerichtet. Im Sommer und Herbst finden wir dann an der Süd- und Ostküste des großen Zentralbeckens und des Finnischen Meerbusens, sowie an der Ostküste des Bottnischen Meerbusens einwärts gehende resultierende Bewegungen, im Sommer von ein paar bis fast 10 cm/sec, im Herbst von 5 bis über 10 cm/sec. Wir haben dann, da nicht alles einwärts strömende Oberschichtwasser durch die Pforten ausströmen kann, in der Oberschicht jedes der großen Becken eine Zirkulation im Sinne gegen den Uhrzeiger. Hierbei können wir z. B. in der Bottensee, wo wir genügend Beobachtungen haben, deutliche kleinere Wirbelbewegungen konstatieren, und haben im Nord-Kvark an der finnischen Seite und im Schärenmeere einwärts gehende Bewegungen, an der schwedischen Seite im Nord-Kvark und im Alandsmeere auswärtsgehende.)

(Auch in der Unterschicht können die Strömungen im allgemeinen ziemlich stark wechseln, sich sogar in Stufen abspielen. Die resultierende Bewegung, welche im allgemeinen ein paar cm/sec beträgt, ist entschieden einwärts gerichtet. Vom Arkonabecken nördlich von Bornholm zur Bornholm-Mulde, von da hauptsächlich südlich der Mittelbank zum großen Zentralbecken, diesem entlang östlich von Gotland nach Norden und dann in drei Richtungen nach Südwesten nördlich um Gotland herum zur Landsortstiefe usw., nach Norden über die Bänke südlich vom Alandsmeer in das Alandsmeer und die Bottensee hinein und nach Nordosten in den Finnischen Meerbusen. Im Norden der Bottensee teilt sich die einwärts verlaufende Verschiebung der Unterschicht in zwei Zweige; es biegt sich ein Zweig links und geht, ähnlich wie im Zentralbecken um Gotland herum, ein wenig nach Süden. Von der bottnischen intermediären Deckschicht wie auch vom bottnischen Tiefwasser geht ein Teil allmählich durch den Nord-Kvark dem Boden entlang in die Bottenwiek hinein. Hier wie am inneren Ende des Finnischen Meerbusen kommen dann bedeutende aufsteigende Bewegungen vor, wie solche, obwohl weniger kräftig, überall vor sich gehen. Bei diesem ganzen Transport einwärts spielen sich die Verschiebungen hauptsächlich in den sogenannten Tiefwassern ab, das Muldenwasser liegt mehr unberührt, nimmt durch einströmendes Salzwasser ruckweise an Menge zu und gibt in seinem oberen Teil stetig Partikeln zum Tiefwasser ab.)

Die Wassermassen, welche bei diesen resultierenden Bewegungen in Frage kommen, sind ziemlich beträchtlich. Da ja auch eine bedeutende Einströmung in unser Gebiet hinein vor sich geht, wird das abströmende Wasser den Belauf der Süßwasserzufuhr und des einwärtsgehenden Stromes zusammengekommen erreichen. Nach einer Schätzung von Martin

K n u d s e n kann man annehmen, daß durch den Sund und die Kadetrinne mehr Salzwasser hereinkommt als die Süßwasserzufuhr des ganzen Gebietes beträgt; es wird also mehr als der doppelte Belauf der Süßwasserzufuhr von dem ausgehenden Strome abgeführt. Es ist hierbei zu beachten, daß im allgemeinen in den Pforten der Ostsee die jeweilige von den Windverhältnissen bestimmte Strömung von der Oberfläche bis zum Boden ungefähr dieselbe Richtung hat. Es hat aber doch J. P. J a c o b s e n neulich erwiesen, daß in der tiefsten Rinne des großen Belts im Juni 1909 eine deutliche einwärtsgehende, ziemlich konstante Strömung vorgekommen ist. Ebenso habe ich bei vereinzelt, doch nicht ganz wenigen Strommessungen in der Tiefe, wo die Rinne vom Ålandsmeere in die Bottensee einschneidet, beinahe immer sehr starke einwärtsgehende Strömungen (ca. 30 cm/sec) nachweisen können.

Zwischen dem Finnischen Meerbusen und der Ostsee ist der Wasseraustausch noch viel reger als durch die Beltsee und den Sund. Wir sind gezwungen anzunehmen, daß aus dem Finnischen Meerbusen jährlich auswärts Wasservolumina getrieben werden, welche den halben Betrag des ganzen Volumens des Meerbusens übersteigen, einwärts dann natürlich beinahe ebensoviel. Die zwischen der eigentlichen Ostsee und dem Bottnischen Meerbusen, wie die zwischen der Bottensee und der Bottenwiek ausgetauschten Volumina übersteigen auch ein Drittel des Volumens der Bottensee bzw. der Bottenwiek. Der ausgehende Strom ist selbstverständlich hier um den Betrag der Süßwasserzufuhr größer.

Es ist somit der Wasseraustausch innerhalb der Ostsee selbst, sowie mit dem Bottnischen Meerbusen bedeutend reger als durch die Pforten der Ostsee. Die eben angeführten numerischen Angaben sind als Mindestwerte zu betrachten; es ist zurzeit unmöglich, exakte Ziffern anzugeben.

Auf Grund dieser Tatsachen, sowie auch nach der früher hervorgerufenen Art, in welcher die Wärmezunahme unterhalb des Temperaturminimums der Wassersäule durch horizontale Strömungen erfolgt, ferner nach der Art der Salzgehaltsveränderungen und endlich auf Grund der Schwankungen des Sauerstoffgehaltes müssen wir auf sehr rege Erneuerung der Wasserschichten schließen. Fassen wir die Erneuerung örtlich (rein lokal) auf, so kann diese beinahe überall als stetig vor sich gehend betrachtet werden; außer im Muldenwasser wird man selten dasselbe Wasser nach ein paar Tagen wieder am Orte antreffen. Fassen wir aber die Erneuerung als Umsetzung auf, indem wir zu bestimmen versuchen, nach welcher Zeit ungefähr von den in einem bestimmten Zeitpunkt vorhandenen Wasserpartikeln die Mehrzahl noch in der bestimmten Schicht zu finden ist, so kommen wir natürlich zu längeren Zeitabschnitten. Nach einem halben Jahre finden wir dann in der Hauptsache neue Wasser-

lager; in der Beltsee, der Arkona-Mulde und in den innersten Gewässern im Norden und Osten nach viel kürzerer Zeit, so auch in der Bornholm-Mulde; im „Muldenwasser“ aber vielleicht nach etwas längerer Zeit. Man kann aber auch hier, sogar im gotländischen Muldenwasser, wenn man Beobachtungen mit kurzer Zwischenzeit, z. B. einem Monat oder noch weniger, besitzt, immer die Einwirkung von anderem Wasser feststellen.

Wie wir gesehen haben, sind mehrere charakteristische Merkmale der Wasserbewegungen in der Ostsee hauptsächlich auf die Dichtedifferenzen und Windverhältnisse zurückzuführen. Die Dichteverteilung ist sozusagen die primäre Ursache der ganzen Zirkulation. Sie wird von der Süßwasserzufuhr und dem eindringenden Ozeanwasser erzeugt. Man möge sich aber noch den Unterschied klarmachen, daß die Süßwasserzufuhr in höherem Grade eine quantitative Vermehrung der Wassermenge bedeutet, das einströmende Ozeanwasser in die Schichtung hauptsächlich eingreift, also die Wasserfüllung in erster Linie qualitativ verändert. Die Windverhältnisse rufen in der Oberschicht größere Bewegungen hervor als die Dichteverteilung. Es läßt sich aus Vergleichen der Verteilung des resultierenden Oberflächenstromes mit den Windverhältnissen und der Dichteverteilung herleiten, daß die Wirkung der Winde (und des Luftdrucks) in der Oberschicht sogar einige Mal größer als die der Dichteverteilung ist.

Diese durch die Windverhältnisse erzeugten Strömungen bilden dabei Systeme, welche in der ganzen Ostsee oder in einem der Teilgebiete in der Deckschicht ineinander verlaufen und sich gegenseitig kompensieren. Dagegen kann man in dem sogenannten Tief- und Muldenwasser keine direkte Wirkung der Windverhältnisse spüren. Die Kompensation der Dichteströmungen geht aber durch die Schichten, indem einige stetig verzehrt, andere wieder stetig neu gebildet werden. Wir haben also hier in den Windverhältnissen und der Dichteverteilung zwei Strömungsursachen, welche in verschiedener Weise wirken, wie es auch früher J. W. S a n d s t r ö m prinzipiell hervorgehoben hat.

Nun sind aber die Winde über der Ostsee keineswegs stetig, die Dichteunterschiede gehören aber absolut und räumlich zu den größten überhaupt vorkommenden. Da aber im großen Ganzen die Gesetze in den Meeren überall dieselben sind, kann ich nicht umhin, hierin eine Entscheidung der alten Streitfrage von der Bedeutung der Dichte und der Windströmungen zu sehen. Somit muß der Wind die Zirkulation in den oberen, einigermaßen homogenen Schichten viel mehr beeinflussen als es die Dichteverteilung vermag; auch der Hauptteil der entsprechenden kompensierenden Bewegungen wird von den Windverhältnissen bestimmt. Tiefer unten wird die Druckverteilung eine immer entscheidendere Wirkung bekommen, und es entsteht eine Zirkulation mit Kompensation hauptsächlich von Schicht zu Schicht.

Trotz der störenden Stauerscheinungen ist die Ostsee kein ungeeignetes Gebiet für das Studium der Bewegungen im Meere, weil die Gezeiten hier so klein sind. Wie bekannt, sind die Gezeitenströmungen in der Nordsee schwer zu enträtseln und überdecken hier manche andere Erscheinungen.

Sowohl E b b e und F l u t, wie die Gezeitenströmungen verschwinden bei dem ersten Blick im Verhältnis zu den von Wind und Luftdruck erzeugten Bewegungen. Die Gezeitenamplituden betragen nur einige cm, die Gezeitenströme nur einige cm/sec. Dabei verlaufen die gantztägigen Wellen als eine gegen den Sinn des Uhrzeigers gerichtete Amphidromie über der Ostsee inklusive dem Finnischen Meerbusen. Die halbtägigen Wellen zeigen drei Knotenpunkte, die beiden äußeren Amphidromien sind positiv.

Im Bottnischen Meerbusen ist das Gezeitenphänomen weniger bekannt, man kann jedoch schließen, daß es im wesentlichen unabhängig ist, von noch kleinerer Größenordnung, und daß es Amphidromien aufweist.

Überhaupt haben hier beinahe überall die gantztägigen Wellen den Vorrang.

Die Farbe.

Die Farbe des Wassers kann auf verschiedene Weise definiert werden. Die zwei wichtigsten Farbenbegriffe können wir drastisch als die Farbe vom Standpunkte der Fische und die vom Standpunkte des Menschen bezeichnen; im letzten Falle sei die Reflexion des Lichtes von der Wasseroberfläche ausgeschlossen gedacht.

Im ersten Falle haben wir mit der Farbdurchlässigkeit des Wassers selbst und der Lichtabschwächung durch zwischenliegende Partikelchen und Plankton zu tun, im zweiten Falle ist die Reflexion dieser Partikelchen und Planktonen außerdem zu berücksichtigen. Die Farbe des Wassers selbst ist in der Ostsee von aufgelösten organischen Substanzen, in erster Linie Humus, beeinflusst. Es führen nämlich unsere Flüsse Humussubstanzen, und man erhält bei spektralphotometrischer Untersuchung dieselben Herabminderungen und Verschiebungen des spektralen Durchlässigkeitskoeffizienten, wenn man humusreiches Flußwasser mit humusfreiem sukzessiv verdünnt, wie wenn man bei den Beobachtungen allmählich mehr nach außen im Meere zieht.

Man kann in den innersten Teilen des Finnischen Meerbusens und der Bottenwiek, und in der Nähe der Flußmündungen überhaupt, sogar rotbraunes Wasser beobachten.

In der südlichen Ostsee ist das Wasser, wie bekannt, grünlich. Im Norden und Osten geht die Farbe erst schnell in gelb über, dann langsamer in die grünlichen Nüancen der Ostsee. Es beruht der wahrgenommene

Farbenton in der Ostsee außer in den Strandgegenden, wo wir viel aufgewirbelten Schlamm und viel Plankton finden können, da ja überhaupt die Planktonten eine graue indifferente Farbe haben, hauptsächlich auf der selektiven Absorption des Wassers selbst, bei durchgelassenem Lichte mehr als bei reflektiertem.

Die Sichttiefe, welche mehr ein Maß der Klarheit als der Farbe ist, erreicht in der Bottenwiek die größten Beträge, sogar über 15 m, ist überhaupt in den zentralen Teilen des Gebietes ein wenig über 10 m und beträgt bei einigen Flußmündungen nur Bruchteile von einem Meter. Sie ist von der Menge der kleinen Partikelchen und des Planktons deutlich beeinflusst.

Da die Durchlässigkeit des Meerwassers für die Licht- und Wärmestrahlen also bedeutend verschieden ist, könnte man erwarten, daß die Sommerdeckschicht nach innen schmaler werden müßte. Wo dies tatsächlich in einigem Umfange der Fall ist, sind die Unterschiede doch nicht groß und lassen sich auch durch andere Umstände erklären, nämlich durch die Seichtheit des Gebietes. Es ist dies ein deutlicher Beweis dafür, daß in allererster Linie die Mischung des Wassers die Wärme nach unten führt.

Die Eisverhältnisse.

Es möge hier noch eine Erscheinung erörtert werden, die für den Wärmehaushalt der Ostsee sowie auch praktische Bedeutung hat: die Eisbildung.

Es läßt sich die Eisbildung ziemlich leicht in der Wärmebilanz berücksichtigen, wenn man die Menge des Eises kennt; man kann nämlich leicht eine negative potentielle Temperatur des Oberflächenwassers einführen. Die Bildung des Eises fängt an, erst wenn der Wärmevorrat der Deckschicht verbraucht ist. Eine eigentliche Eisbildung findet nur während der Kälteperioden statt. Sie fängt gewöhnlich erst im Norden, dann im Osten an, und es entwickelt sich der Küste entlang ein fester Eissaum, der sich allmählich nach Süden hinzieht und, nach kleinen Rückgängen gewöhnlich von Schären und Untiefen festgehalten, den ganzen Winter steht. Im offenen Meere entsteht Tellereis und Treibeis.

Während des März ist meistens der Höhepunkt der Vereisung erreicht. Wir haben dann in mittleren Jahren meistens die Bottenwiek und die innere Hälfte des Finnischen Meerbusens vollständig mit zusammengefrorenem Treibeis bedeckt, indem zusammengeschobene Eisbänder von bedeutender Mächtigkeit, speziell dem festen Eissaume entlang, vorkommen können. In der südlichen Hälfte der Ostsee kommt Eis gewöhnlich nur an einigen Tagen der Küste entlang vor; die eigentliche Ostsee ist in der Regel offen und es erstreckt sich das offene Wasser bis in die Mündung des Finnischen Meerbusen und durch das Ålandsmeer in die Bottensee hinein.

Wenn die Rückbildung des Eises anfängt, wird die Eisdecke lockerer und es werden Eisfelder losgerissen und umher getrieben. Durch die Winde kann eine bestimmte Küstenstrecke blockiert werden. Im allgemeinen treiben diese Eisfelder im Finnischen und Bottnischen Meerbusen herum, noch nachdem die Küstengebiete von Eis befreit sind. Im Finnischen Meerbusen werden sie von den im Frühling oft vorkommenden Ostwinden nach außen getrieben und ziemlich schnell abgeschmolzen, gewöhnlich schon im Mai. Im Bottnischen Meerbusen, wo der Wärmevorrat im Frühling sehr gering ist, muß die Insolation die Eisfelder allmählich verzehren; man kann in der Bottenwiek nicht ganz selten Ende Juni Treibeis vorfinden.

S ä k u l ä r e V e r ä n d e r u n g e n .

Bei der Beschreibung der Wasserfüllung der Ostsee haben wir hervorheben können, daß die verschiedenen Schichten eine ziemlich große Konstanz der Eigenschaften besitzen, welche von der Konfiguration dieses Meeres bedingt ist. Wir wissen, daß in geologischer Zeit ziemlich große Verschiedenheiten in der Beckengestaltung wie in der Wasserfüllung gegenüber den jetzigen Verhältnissen bestanden haben. Auch in historischer Zeit zeigen sich Merkmale von Veränderungen, speziell in den klimatischen Verhältnissen; so sind Zeiten mit besserem Heringsfang und Zeiten mit leichter Eisbildung zu verzeichnen.

Es fragt sich nun, ob nicht während der 35 Jahre, für welche wir ein wenig ausführlichere hydrographische Beobachtungen haben, Veränderungen wahrgenommen werden können. Es scheint, als ob wirklich eine gewisse Aussüßung des Ostseewassers stattgefunden habe, es ist aber keineswegs sicher, es kann auch nur eine Schwankung sein, wie solche auch von kürzerer Dauer zu beobachten sind. Vielleicht kann zugleich auf die in den letzten zwei Dezennien herrschenden verhältnismäßig leichteren Eisverhältnisse der nördlichen Hälfte der Ostsee hingewiesen werden, wie auch auf die schon seit längerer Zeit abnehmende Kontinentalität des Klimas des europäischen Nordens. Es ist auch dies eine Frage, die zur Ausführung einer planmäßigen Beobachtungsarbeit mahnt.

In der unten aufgeführten Literatur findet man ausführlichere Darstellungen der Verhältnisse spezieller Untersuchungsgebiete, die aber von verschiedenen Gesichtspunkten geleitet sind.

J o h a n G e h r k e: Beiträge zur Hydrographie des Ostseebassins. Publ. de Circonst. N 52. Kopenhagen 1910.

J. P. J a c o b s e n: Mittelwerte von Temperatur und Salzgehalt, bearbeitet nach hydrographischen Beobachtungen in den dänischen Ge-
Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin. 1912. No. 10.

wässern. Medd. f. Kommiss. for Havunders. Serie: Hydrografi. Bd. 1. Nr. 10. Kopenhagen 1908.

Ernst Ruppin: Betrag zur Hydrographie der Belt- und Ostsee. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. 14. Abt. Kiel. Nr. 10. Kiel 1912.

Rolf Witting: Zur Kenntnis der Wasserbewegungen und der Wassermischung in den Finnland umgebenden Meeren. I. Finnland. Hydr.-Biol. Unters. Nr. 2. Helsingfors 1908.

Rolf Witting: Zusammenfassende Übersicht der Hydrographie des Bottnischen und Finnischen Meerbusens und der nördlichen Ostsee. Finnland. Hydr.-Biol. Unters. Nr. 7. Helsingfors 1912.

Diese letzte Abhandlung erhält auch eine kurze geschichtliche Darstellung der Entwicklung der Auffassung von der Hydrographie der Ostsee.

Der Wasserhaushalt der Ostsee.

Von Hans Spethmann, Berlin.

Die großen Fortschritte, die die Ozeanographie gegenwärtig zeitigt, nötigen dazu, die Meeresflächen schärfer zu gliedern und Unterteile gesondert zu behandeln. So hat man aus der Ostsee oder dem „baltischen Mittelmeer“, wie sie zuweilen genannt wird, neben den schon seit langem als Individuen betrachteten Gebieten des Kattegat, des Finnischen und des Bottnischen Busens in neuerer Zeit die Beltsee, die Ålandssee und das Schärenmeer ausgeschieden. Dadurch ist eine Schwierigkeit in die Nomenklatur eingedrungen, indem nunmehr unter dem Worte Ostsee zwei verschieden ausgedehnte Wasserflächen verstanden werden, einmal das gesamte Meer von der Linie Skagen-Marstrand bis nach Haparanda und St. Petersburg, andererseits aber nur der Rest, der übrig bleibt, wenn man von ihm die genannten Teile abzieht. Es ist der Rumpf, der von Falster bis zu den Ålandsinseln und zum Eingang des Finnischen Meerbusens reicht und den man im Gegensatz zur gesamten Ostsee des öfteren als „eigentliche Ostsee“ bezeichnet hat. Durch diese doppelte Verwendung des Namens Ostsee ist mancherlei Unklarheit in die Literatur eingedrungen und immer dringender wird es, auch dieser Wasserfläche einen eigenen Namen beizulegen. Ungefähr in ihrer Mitte ist die große Insel Gotland gelegen, und das Gotlandbecken, das im Süden bis auf die Höhe von Memel reicht, drückt ihr das ozeanographische und morphologische Gepräge auf. Wir wollen sie deshalb die „Gotlandssee“ nennen, die uns zugleich daran erinnert, daß Götaland weithin ihre westliche Küste bildet.

Ihren eigentlichen Charakter verliert die Gotlandsee bei Bornholm. Der Zentralausschuß für die internationale Erforschung der nordeuropäischen Meere hat im Einverständnis mit Krümmel in die Beltsee nicht die Gewässer

zwischen Bornholm und der Linie Darss—Falster einbezogen, ferner auch nicht den Sund, obwohl viele hydrographische und physiographische Erscheinungen, namentlich was den Sund angeht, dafür sprechen. Vielleicht scheidet man später nach weiterem Fortgang der Untersuchungen eine „Arkona-see“ aus, die den weiteren Umkreis des Arkonabeckens umfaßt und von Bornholm bis zur Darsser Schwelle reicht; einstweilen wollen wir aber diese Fläche trotz ihrer starken individuellen Züge in die Gotlandsee einbeziehen. Wir unterscheiden demnach als Teile der Ostsee das Kattegat, die Beltsee und den Sund, die Gotlandsee, den Finnischen und den Bottnischen Busen einschließlich Ålandsee und Schärenmeer. Das Umland dieser Ostsee fassen wir mitsamt der Wasserfläche als Baltikum zusammen.

Bisherige Arbeiten über den Wasserhaushalt der Ostsee. Über den Wasserhaushalt der Ostsee liegen bereits von Murray und Fritzsche allgemeinere Vorstudien vor, von Krümmel und Keller speziellere Untersuchungen. Murray leitete für eine Reihe von Flußgebieten der Ostsee die Niederschlagsmengen aus den Regenkarten von Loomis her und berechnete daraus die Abflußmengen; über die Art der Berechnung hat er aber nichts veröffentlicht¹⁾. Da seit dem Erscheinen der seinerzeit sehr verdienstvollen Arbeit von Murray zweieinhalb Jahrzehnte verstrichen sind, so ist klar, daß bei der reichen Mehrung, die der Beobachtungsschatz seitdem gerade auf diesem Gebiete erfahren hat, die Grundlagen der Murrayschen Zahlen veraltet sind und die aus ihnen hergeleiteten Resultate bei einer Neubearbeitung zu verändern waren. Eine solche wurde von R. Fritzsche unternommen²⁾. Er führt Abflußmengen für Newa, Düna, Memel, Pregel, Weichsel und Oder auf und teilt zugleich ausführlich seine Quellen mit. Für das deutsche Gebiet bot meistens das gute Material der Stromwerke die Grundlage. Allein Fritzsche übersah, daß die in ihnen berechneten Abflußmengen sich auf Pegelstrecken beziehen, die ein Stück oberhalb der Mündung gelegen sind und sich nicht auf das gesamte Stromgebiet erstrecken, dessen Arealzahlen er in die Rechnung einstellt. Durch diesen Irrtum hat er durchgehends einen zu großen Abflußfaktor erhalten, was für ein vergleichsweise so kleines Sammelgebiet, wie es die Ostsee verkörpert, in die Wagschale fällt. Hierzu kommt, daß Fritzsche seine An-

¹⁾ J. Murray, On the total annual rainfall on the land of the globe, and the relation of the rainfall to the annual discharge of rivers. Scottish Geographical Magazine, Band III. Edinburgh 1887.

²⁾ R. Fritzsche, Niederschlag, Abfluß und Verdunstung auf den Landflächen der Erde. Zeitschrift für Gewässerkunde, Band 7. Leipzig 1905.

gaben über die Größe der Einzugsgebiete planimetrisch auf Grund einer Karte vom Maßstab 1 : 13 500 000 berechnet hatte, in die von ihm nach der 9. Auflage von Stieler's Handatlas die Stromareale mit den Wasserscheiden eingetragen waren; es geschah, um eine einheitliche Grundlage für seine die ganze Erde umspannenden Berechnungen zu schaffen. Für die Ostsee aber ist dieses Verfahren zu roh. Aus diesen beiden Gründen konnten Fritzsches Angaben nicht übernommen werden.

Der erste, der lediglich die Ostsee zum Gegenstand einer Bearbeitung ihrer Wasserbilanz nimmt, ist Krümmel¹⁾. Er kommt zu dem Ergebnis, daß 490 km³ Süßwasser jährlich der Höhlform zugeführt werden, hierin sind jedoch 79 km³ jährlichen Niederschlages auf der See nicht mit einbezogen, von denen Krümmel annimmt, daß sie im Laufe eines Jahres wieder verdunsten. Aus der Größe des Areals, das Krümmel zugrunde legt, ersieht man, daß er die Fläche des Skagerrak mit verrechnete, während er sie bei den übrigen Faktoren ausgeschieden hat. Durch dieses Versehen ist in die Ausgleichung eine größere Ungenauigkeit eingedrungen, die sich nicht beseitigen läßt, da Krümmel nicht ausführlich die einzelnen Posten seiner Ableitung mitteilt, sondern nur eine Überschlagsrechnung vorgenommen hat.

Auch Keller, dem eine zweite Schätzung der Bilanz unseres Gebietes zu danken ist, übermittelt nicht die einzelnen Faktoren. Sein Resultat ist, daß jährlich etwa 400—500 km³ Süßwasser „in die eigentliche Ostsee“ fließen.²⁾

Da, wie aus den vorstehenden Angaben zu ersehen, keine ins Einzelne gehende Bilanz für den Wasserhaushalt der Ostsee vorliegt, so war es nötig, in der vorliegenden Arbeit die für Teilgebiete vorhandenen Beobachtungen und Berechnungen zusammenzuarbeiten und für die Lücken, die sich hierbei ergaben, Überschlagsrechnungen vorzunehmen. Diese durch genauere Ableitungen auszufüllen, muß späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, der gegenwärtige Augenblick wäre hierzu bei der raschen Zunahme an Beobachtungsmaterial recht ungeeignet.

Areal und Volumen der Ostsee. Für die Größe des Areals, das der Wasserspiegel der Ostsee okkupiert, liegen neben älteren Berechnungen von Etzel, Krümmel und Ackermann Neuvermessungen von Karstens und Krümmel vor. Ersterer³⁾ fand für das „baltische Mittelmeer“ abzüglich des Skagerrak 406 433 km², die von Grund auf durch-

¹⁾ O. Krümmel, Die deutschen Meere im Rahmen der internationalen Meeresforschung. Berlin 1904.

²⁾ In dem Werk: J. Kres, Deutsche Küstenflüsse. Berlin 1911; ferner H. Keller, Das Mittelwasser der Ostsee und der Nordsee. Zentralblatt der Bauverwaltung, Jg. 31. Berlin 1911.

³⁾ K. Karstens, Eine neue Berechnung der mittleren Tiefe der Ozeane. Kiel 1894.

geführte Neuberechnung Krümmels¹⁾ lieferte für die gleiche Fläche 406 720 km². Beide Autoren überliefern nicht, wo sie die Grenze zwischen Skagerrak und Kattegat gezogen haben, doch vermute ich mit Hilfe der Flächenangaben, die Krümmel 1879 für die Zone des Kattegat zwischen 58° und 57° 30' übermittelt²⁾ und auf Grund des Vergleiches, den Krümmels Schüler Karstens zwischen den Zahlen Ackermanns und der Erstberechnung Krümmels gezogen hat, daß die Linie Skagens Horn—Marstrand die beiden Wasserflächen scheidet.

Neben diesen Angaben über das Gesamtareal sind einzelne Unterabteilungen der hier behandelten Wasserfläche ihren Arealen nach verrechnet worden. Witting³⁾ fand für den Bottnischen Busen 103 600 km², für Schärenmeer und Alandsee 13 530 km², für den Finnischen Meerbusen 29 500 km², während Piccard für den letzteren bei gleicher Begrenzung 29 884 km² erhielt⁴⁾. Ich selber⁵⁾ ermittelte die Ausdehnung des Beltseespiegels zu 19 465 km². Für die Gotlandsee und das Kattegat liegen neuere Spezialberechnungen noch nicht vor.

Die Ermittlung des Volumens hat denselben historischen Gang wie die Arealbestimmung durchgemacht, so daß es genügt, hier kurz die Zahlen zusammenzustellen. Krümmel berechnete 1879 21 822 km³, Karstens 1894 22 859 km³, Krümmel 1907 22 360 km³. Witting fand für den Bottnischen Busen einschließlich Alandsee und Schärenmeer 6733 km³, für den Finnischen Busen 1125 km³, ich für die Beltsee 279 km³. Die Neuberechnung Krümmels legen wir dieser Arbeit zugrunde.

Areal des Einzugsgebietes. Über den Umfang des gesamten Einzugsgebietes der Ostsee liegt seitens Krümmels eine Schätzung zu 1 663 000 km² vor. Über einzelne Teile bringt Rolf Witting Daten. Das Einzugsgebiet des Bottnischen Busens umfaßt nach ihm 479 900 km², das des Finnischen 391 000 km². Die Zahl für den Bottnischen Busen wurde auf Roßbergs Karte von Finnland und Roths Karte von Schweden und Norwegen gewonnen, beide im Maßstab 1 : 2 000 000. Für den schwedischen Anteil des Bottnischen Busens hat das vor wenigen Jahren zu

¹⁾ O. Krümmel, Handbuch der Ozeanographie, Band I. Stuttgart 1907.

²⁾ O. Krümmel, Versuch einer vergleichenden Morphologie der Meeresräume. Leipzig 1879.

³⁾ R. Witting, Der Bottnische Meerbusen. Finnländische hydrographische-biologische Untersuchungen Nr. 2. Helsingfors 1908.

R. Witting, Zusammenfassende Übersicht der Hydrographie des Bottnischen und Finnischen Meerbusens und der nördlichen Ostsee. Ebenda Nr. 7. Helsingfors 1912.

⁴⁾ E. Piccard, Beiträge zur physischen Geographie des finnischen Meerbusens. Kiel 1906.

⁵⁾ H. Spethmann, Tiefenkarte der Beltsee. Petermanns geographische Mitteilungen, Band 57. Gotha 1911.

Stockholm gegründete hydrographische Bureau eine Neuberechnung der Flußgebiete auf Grund der topographischen Landesaufnahme vorgenommen, doch sind die zahlreichen Flußgebiete unter 200 km² nicht in der tabellarischen Zusammenstellung berücksichtigt worden¹⁾. Deshalb können keine neuen Werte in Wittings Zahlen für den Bottnischen Busen eingesetzt werden, die sehr wahrscheinlich auch nur eine geringe Änderung bringen würden. Wie die Zahlen für den Finnischen Busen von Witting im einzelnen gewonnen wurden, ist nicht klar zu ersehen, eine Nachprüfung im großen an der Hand der gleich zu erwähnenden Tilloschen Zahlen macht mir ihren Wert sehr wahrscheinlich, so daß ich sie in Ansatz gebracht habe. Für die Flüsse, die sich auf dem Rest des russischen Küstengebietes zur Gotlandsee bewegen, hat v. Tillo neue Ausmessungen geliefert²⁾. Nach ihm entwässert die Düna 84 441 km², die übrigen Flüsse decken nach einer Berechnung, die ich nach der Feldermethode auf Kupffers Karte 1 : 2 250 000 der Höhen und Gewässer von Est-, Liv- und Kurland vorgenommen habe³⁾, insgesamt 68 068 km², so daß sich der noch fehlende festländische Anteil Rußlands auf 152 509 km² beläuft.

Die Areale der Gerinne, die auf deutschem Küstengebiet die Ostsee erreichen, lassen sich recht schnell aus den jetzt vollständig für unser Gebiet vorliegenden Stromwerken zusammenstellen, so daß die mühsame Ableitung mit Hilfe der Flächenangaben seitens des preußischen Ministeriums der Landwirtschaft (1893) nunmehr fortfällt. Es entwässern 453 779 km² an der deutschen Küste zur Ostsee. Für die gegenüberliegende schwedische Küste kommen abzüglich der Küste des Bottnischen Meerbusens 139 350 km² in Frage. Sie sind aus dem schon erwähnten neuen schwedischen Jahrbuch von mir derart hergeleitet, daß aus ihm die Flußgebiete von über 200 km² entnommen und auf 151 000 km², d. h. um 8%, vermehrt wurden, eine Zahl, die der Wirklichkeit auf Grund der Berechnungen in anderen schwedischen Flußgebieten recht nahe kommen dürfte. Für das von Dänemark in Betracht kommende Küstengebiet liefert die amtliche dänische Statistik von 1906 auf Grund einer Planimetrierung für die Inseln von Bornholm bis Skagen 13 502 km². Den Anteil Jütlands schätze ich mit Hilfe der Feldermethode auf einer oro-hydrographischen Karte von Dänemark im Maßstab 1 : 2 250 000 auf 8790 km². Die Grenze im Limfjord ist bei Aalborg gezogen.

¹⁾ Hydrografiska Byrån, Årsbok I, 1908—1909. Stockholm 1911. Ebenso A. Wallén, Sveriges Vattenområden och deras hydrografiska Undersökning, Ymer, 32. Jg. Stockholm 1912.

²⁾ Mitgeteilt in: A. Supan, Die Bevölkerung der Erde, XIII, Europa. Gotha 1909.

³⁾ K. R. Kupffer, Baltische Landeskunde. Riga 1911.

Außer den schon genannten Flächen kommt noch das Abflußgebiet einer Anzahl schwedischer, finnischer und russischer Inseln in Frage, namentlich von Gotland, Öland, Dagö, Ösel und den Alandsinseln nebst den benachbarten Schären. Das Einzugsgebiet des Schärenmeeres hat Witting zu 7,4 km² bereits berechnet, Öland, Gotland, Fårö und Sandön okkupieren nach der offiziellen schwedischen Statistik (Stockholm 1906) 4505 km², Dagö, Ösel und die benachbarten kleineren Inseln wurden von mir unter Benutzung der veralteten Angaben von Strelbitzky zu 2800 km² geschätzt.

Als Areal des Einzugsgebietes ergeben sich demnach 1657 792 km², rund 5000 km² weniger als Krümmels Rechnung lieferte.

Zuflußmenge. 1. Bottnischer und Finnischer Busen. Für das Einzugsgebiet des Bottnischen Busens sind für eine Anzahl von Gerinnen Abflußmessungen vorhanden. Wallén¹⁾ berechnete für den Dalelf aus Beobachtungen, die 1899, 1901—02 und 1905 hydrotachymetrisch vorgenommen waren, den Abflußfaktor auf 73%, die jährliche Gesamtmenge auf 11,87 km³. Lindström²⁾ fand für den Angermanelf 0,00013 km³, Ahlenius³⁾ auf Grund von Appelbergs Zahlen für den gleichen Fluß 0,032 km³. Die beiden Werte sind recht verschieden, doch kommt dem jüngeren eine größere Wahrscheinlichkeit zu. Neuerdings gibt das erste Jahrbuch des schwedischen hydrographischen Bureaus eine Zusammenstellung aller älteren Strommessungen, denen sich Mitteilungen über solche aus neuester Zeit anschließen. Die Auswertung dieser Zahlen wäre jetzt verfrüht, da die Beobachtungen noch nicht abgeschlossen sind; sobald dieses geschehen, werden sie die Abflußmenge des schwedischen Einzugsgebietes der Ostsee bedeutend sicherer als gegenwärtig zu bestimmen ermöglichen. Außerdem übermittelt Witting noch die Ergebnisse einer Anzahl von Messungen⁴⁾, die für einzelne Jahre umgerechnet sind. An Abflußfaktoren fand er für den Dalelf 1904: 78%, 1905: 73%, für den Kumo Elf 1904: 65%, 1905: 76%, für den Lappo Elf 1903: 63%, für den Uleå Elf 1904: 76%, 1905: 73%, für den Kemi Elf 1904: 95%, 1905: 97%. Das Fazit der verschiedenen Einzelangaben, denen natürlich nur

¹⁾ A. Wallén, Regime hydrologique du Dalelf. Bulletin des géologiques Instituts, VIII. Upsala 1908.

²⁾ A. Lindström, Jordslagen inom Vesternorrlands Län. Sveriges geologisk Undersökning. Ser. C. No. 92. Stockholm 1888.

³⁾ Ahlenius, Angermanälvens Flodområde. Upsala 1903.

⁴⁾ Kürzlich hat das finnländische hydrographische Bureau weitere veröffentlicht in der Zusammenstellung: Förteckning öfver Finlands viktigare Forsar. Helsingfors 1911.

ein approximativer Wert zukommt, ist, daß der Abflußfaktor von etwa 70 an der Südgrenze des Gebietes bis fast auf 97 an der Nordgrenze steigt, wobei aber zu bedenken ist, daß wir namentlich bei den Flächen mit sehr hohen Abflußfaktoren über den Niederschlag im Quellgebiet der Flüsse nur unsicher orientiert sind. Eine auf dieser Grundlage von Witting für das Gebiet des Bottnischen Meerbusens durchgeführte Rechnung ergab für 1904 182 km³, für 1905 199 km³ Speisung seitens des Landes. Wir führen demnach 190 km³ in die Rechnung ein. Ebenso liegt für den Finnischen Busen eine Berechnung von Witting vor, die auf einer Anzahl mir nicht zugänglicher Quellen beruht. Sie gab 122 km³ jährliche Zufuhr durch Flüsse. Um ein Bild des Abflußfaktors zu geben, sei mitgeteilt, daß für das Saima-Gebiet die Kommission zum Studium der Überschwemmungen in Finnland für die Jahre 1889—1899 den Abflußfaktor 34,3 fand¹⁾, ein Wert, der dem älteren von Juselius vorzuziehen ist. Für den Kymmene-elf ermittelte Blomqvist einen jährlichen mittleren Abflußfaktor von 54%²⁾. Für die Neva berichtet Woeikoff in dem Werke: „Klimate der Erde“, wohl nach den Messungen von Boguslawsky, 94 km³ jährlichen Abfluß.

2. Die deutsche Küste. Nach Koppins vorläufigen Berechnungen ist P. Graeve der erste, der für die Memel bei Tilsit auf Grund „amtlicher Mitteilungen“ 600 $\frac{\text{cbm}}{\text{sec}}$ als Abflußmenge feststellt, die nach ihm 18,92 km³ im Jahr entspricht³⁾. Franzius und Sonne geben 608 $\frac{\text{cbm}}{\text{sec}}$ an⁴⁾, die im Jahre 19,17 km³ ausmachen. Das Stromwerk bringt eine sehr genaue Berechnung⁵⁾. Sie wurde aus der Wasserstandsdauerlinie gewonnen, hergeleitet aus den Tilsiter Pegelbeobachtungen unterhalb der Juramündung und aus den Werten für die äußersten Wasserstände. Aus diesen beiden Kurven wurde die Mengenlinie konstruiert, aus der die Dauerlinie für die Wassermengen gezogen wurde. Sie ergab durch planimetrische Ausmessung als mittleren jährlichen Abfluß 22,62 km³. Hierbei blieb jedoch der Eisstau unberücksichtigt, der auf Grund von Vergleichen mit der Weichsel zu etwa 33% während des hydrologischen Winters angesetzt wurde, so daß sich nach Einfügung dieses Quotienten die mittlere Abflußmenge zu 17,88 km³ im Jahre herausstellte. Sie entstammt einem Nieder-

¹⁾ Amtlicher Bericht: Die Überschwemmungen in Finnland in den Jahren 1889—1899. Fennia 19, 1. Helsingfors 1903.

²⁾ E. Blomqvist, Kymmeneälf och dess Vattensystem. Bidrag til Finlands Hydrografi. Helsingfors 1911.

³⁾ P. Graeve, Über den Wasserreichtum der deutschen Ströme und dessen Verteilung. Der Zivilingenieur, N. F., Band 25. Leipzig 1879.

⁴⁾ Franzius und Sonne, Handbuch des Wasserbaues. Leipzig 1892.

⁵⁾ H. Keller, Memel-, Pregel- und Weichselstrom. Berlin 1899.

schlagsgebiet von 91 252 km², in dem jährlich im Mittel 578,6 mm Niederschlag fallen, so daß der Abflußfaktor 33,9% beträgt.

Für den Pregel finden sich weder gute Daten aus früherer Zeit vor, noch bietet das Stromwerk genaue Zahlen. Das letztere bringt nur die Abflußmenge bei Mittelwasser, 60 $\frac{\text{cbm}}{\text{sec}}$ oder 1,89 km³ im Jahre, die erfahrungsgemäß geringer ist als die mittlere Abflußmenge. Seit einigen Jahren haben oberhalb der Stromteilung bei Tapiaw zahlreiche Messungen stattgefunden, aus denen Keller 154 mm Abflußhöhe für eine Gebietsfläche von 13 595 km² ableitete¹⁾, was einem jährlichen Abfluß von 2,09 km³ entspricht. Der Abflußfaktor ist 26,6%, da die jährliche Niederschlagshöhe im Pregelstromgebiet 580 mm beträgt.

Spittel überliefert für verschiedene Pegelstationen der Weichsel Wassermengen und mittlere Geschwindigkeiten²⁾, doch ist aus den Angaben nicht der mittlere Pegelstand zu ersehen und demgemäß auch keine rohe Schätzung vorzunehmen. P. Graeve führt für die Wassermenge bei der Montauerspitze 937 $\frac{\text{cbm}}{\text{sec}}$ an, die gleiche Zahl legen Franzius und Sonne für die Berechnung des jährlichen Wasserabflusses auf 29,5 km³ zugrunde. Das Stromwerk stützt sich auf direkte Messungen und hat die gleiche Methode wie bei dem Memelstrom eingeschlagen. Es fand auf Grund der vierzigjährigen Reihe von 1851—1890 für den ungeteilten Strom oberhalb der Montauerspitze 30,52 km³ Wasserabfluß aus einer Fläche von 193 014 km². Da in dieser die Niederschlagshöhe sich auf 620,1 mm bezieht, beträgt der Abflußfaktor 25,5%.

Die Wassermenge des Oderstromes, die sich oberhalb Stettins zwischen Greifenhagen und Mescherin bewegt, stellte Herr zu 7869 Kubikfuß in der Sekunde fest³⁾. An einer anderen Stelle der gleichen Arbeit werden freilich 3871 Kubikfuß in die Rechnung eingeführt. P. Graeve teilt 410 $\frac{\text{cbm}}{\text{sec}}$ für die Oder unterhalb der Warthemündung mit, was im Jahre 12,9 km³ ausmacht. Da das Stromwerk über die Oder⁴⁾ noch keine exakten Messungen für das ganze Stromgebiet oder größere Teile von ihm lieferte, so schätzte Penck mit Hilfe von Vergleichen mit der Elbe und Moldau das Abflußquantum für das gesamte Oderstrom-Gebiet zu rund 17,9 km³ ⁵⁾. Fritzsche

¹⁾ H. Keller, Abflußerscheinungen in Mitteleuropa. Jahrbuch für Gewässerkunde, Besondere Mitteilungen, Band I, Nr. 4. Berlin 1906.

²⁾ Spittel, Nachrichten über die Ströme des preussischen Staates. 6. Der Weichsel- und Nogatstrom. Zeitschrift für Bauwesen, Jg. XII. Berlin 1862.

³⁾ Herr, Der Oderstrom mit seinen Ausflüssen in die Ostsee im Regierungsbezirk Stettin. Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. XIV. Berlin 1864.

⁴⁾ Der Oderstrom, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse. Berlin 1896.

⁵⁾ A. Penck, Der Oderstrom. Geographische Zeitschrift, Bd. V. Leipzig 1899.

bestätigte diese Zahl durch Auswertung einer größeren Zahl von Pegelbeobachtungen, die die Landesanstalt für Gewässerkunde inzwischen veröffentlicht hatte¹⁾. Neuerdings sind sorgfältige Abflußmessungen bei Hohensaathen vorgenommen, die das beste Material liefern²⁾. Nach ihnen ergibt sich die Abflußmenge aus einem 109 500 km² großen Gebiet zu 16,43 km³. Da in ihm 588 mm mittlerer Niederschlag im Jahre zu Boden fällt, so ist der Abflußfaktor gleich 25,5%.

Für die Abflußmessungen der deutschen Küstengebiete liegen recht ungleichwertige Daten vor, dagegen ist die Höhe des jährlichen Niederschlags gut bekannt, so daß es mit Hilfe der Formel, die Ule für den Abfluß des norddeutschen Tieflandes entwickelt hat³⁾, möglich gewesen wäre, das noch fehlende Abflußquantum zu berechnen. Ich habe die Stichtichtigkeit der Uleschen Formel $y = 25,88 x - 0,108 x^2 + 0,234 x^3$ geprüft an einer Reihe von Flußgebieten des norddeutschen Flachlandes, deren Abflußmengen erst nach dem Erscheinen der Uleschen Arbeit bekannt wurden und deren Zusammenstellung H. Keller zu danken ist. Das Ergebnis des Vergleiches zwischen Berechnung und Beobachtung für Obere Netze, Ossa, Warthe, Drewenz, Untere Netze, Masurische Seen, Schwarzwasser, Alle, Havel, Ferse, Küddow, Ihna, Drage, Persante, Rega und Stolpe, also für Flüsse aus verschiedenen Gegenden, zeigte ganz erhebliche Abweichungen, so daß die Berechnung der noch fehlenden Abflußmenge mir auf mathematischem Wege nicht geboten schien. Ich habe deshalb den Weg einer Überschlagsrechnung beschritten und schätze aus den Küstenflüssen, deren Abflußmenge bekannt ist, einen mittleren Abflußfaktor von 35%. Über diesen hinaus gehen die Gewässer Schleswig-Holsteins, deren Abflußfaktor im Küstenstromwerk auf 40% veranschlagt wird, ebenso die hinterpommerschen Küstenflüsse, über die von Kellers Hand eine Zusammenstellung in seiner Arbeit über Niederschlag, Abfluß und Verdunstung von Mitteleuropa vorliegt, die aber in einigen Punkten vom Küstenstromwerk abweicht. Auch die Trave geht mit 38% über den angenommenen Faktor hinaus, während die Warnow ihn mit 26% und vor allen Dingen die Zuflüsse zu den Haffen der Provinzen Ost- und Westpreußen bei weitem nicht erreichen. Die mittlere Niederschlagshöhe schätze ich auf Grund von Hellmanns Regenkarte auf 675 mm, dabei bedenkend, daß die in Schleswig-Holstein über 800 mm jährlichen Niederschlag hinausgehenden Gebiete bei längeren Beobachtungsreihen unter diesen Wert

¹⁾ Jahrbuch für Gewässerkunde Norddeutschlands, Abflußjahr 1901. Berlin 1904.

²⁾ H. Keller, Niederschlag, Abfluß und Verdunstung in Mitteleuropa. Jahrbuch für Gewässerkunde Norddeutschlands, Besondere Mitteilungen I, 4. Berlin 1906.

³⁾ W. Ule, Niederschlag und Abfluß in Mitteleuropa. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. 14. Stuttgart 1903.

hinabsinken¹⁾. Mit dieser Annahme, die unter der Gennerichs mit gegen 700 mm mittleren Niederschlag und einem Abflußfaktor von 39,3% bleibt²⁾, erhalte ich für das mit Inseln und Nehrungen 46 418 km² große Areal bei einer Abflußhöhe von 236 mm 10,9 km³ Oberflächenwasser, die sich aus dem deutschen Küstengebiet ins Meer ergießen, und 77,8 km³ für die gesamte Fläche, die von Nimmersatt bis zur deutsch-dänischen Grenze der baltischen Hohlform tributär ist.

Da die Rechnung nur einen angenäherten Wert geliefert haben kann, so habe ich eine Korrektur fortgelassen, die später, wenn genauere Daten vorliegen, unbedingt anzubringen ist. Auf den Wasserscheiden der Küstenflüsse liegen nämlich größere abflußlose Flächen, die bei der Arealbestimmung der Flußgebiete aufgeteilt sind; desgleichen sind die abflußlosen Hohlformen der Sölle, die zwar klein sind, aber durch ihre Menge doch ins Gewicht fallen, nicht ausgeschieden worden. Ich habe an anderer Stelle gezeigt, daß auf Rügen gegenwärtig 1½% des Landes abflußlos sind und daß dieser Fehler für das ganze Küstengebiet in Ansatz zu bringen ist³⁾.

3. Rest der russischen Küste, dänische und südschwedische Küste. Auf das fehlende Stück russischen Einzugsgebietes mitsamt den vorgelagerten Inseln übertragen wir den Abflußfaktor 34% der Memel⁴⁾. Setzen wir auf Grund der 15 jährigen Mittelwerte von Stresnewsky, die Kupffer mitteilt, 565 mm als durchschnittliche Niederschlagshöhe, so erhalten wir als Abflußhöhe 192 mm und als jährliche Abflußmenge 29,8 km³ Süßwasser. Die Einzugsmenge im Schärengebiet ist so gering, daß sie mit einer Dezimale nicht ausgedrückt werden kann.

Für das gesamte dänische Gebiet legen wir den Abflußfaktor von Schleswig-Holstein, 40%, zugrunde. Bei einem Areal von 22 292 km² und einem mittleren Niederschlag von 600 mm finde ich 240 mm Abflußhöhe und 5,4 km³ Abflußmenge.

Über den Abfluß von Südschweden sind in dem ersten Jahrgang vom Jahrbuch des schwedischen hydrographischen Bureau eine Anzahl Abflußmengen in $\frac{\text{cbm}}{\text{sec}}$ niedergelegt. Soweit sie sich auf die ganzen Strom-

¹⁾ Th. H. Engelbrecht, Bodenanbau und Viehstand in Schleswig-Holstein. Kiel 1905 und 1907.

²⁾ E. Gennerich, Die Flüsse Deutschlands. Zeitschrift für Gewässerkunde, Bd. 8, Dresden 1907.

³⁾ H. Spethmann, Die Größe des oberirdisch abflußlosen Gebietes der Insel Rügen. Petermanns Mitteilungen, Jg. 58. Gotha 1912.

⁴⁾ Der Wert von 6,12 km³ p. a., den Sapunow für das Dünagebiet nach Krahmers Referat in Petermanns Mitteilungen, 79, 1894, Lit.-Ber. S. 84, überliefert, erscheint mir viel zu niedrig.

gebiete erstrecken, habe ich sie in jährliche Abflußmengen umgerechnet und die folgenden Werte gewonnen: für Helgeå Schwankung zwischen 0,2 und 0,5 km³, für Lagan 1,4 km³, für Nissan 1,6 km³, für Atran 1,3 km³. Auf Grund der Untersuchungen an Lagan und Nissan legte Wallén für das ganze südwestliche Schweden einen Abflußkoeffizienten von 45–60% als wahrscheinlich nahe¹⁾. Der Abfluß aus dem Wenersee schwankt nach dem gleichen Autor zwischen 700 und 200 $\frac{\text{cbm}}{\text{sec}}$, was einem Abfluß von 10 bis 15 km³ p. a. entsprechen dürfte²⁾. Als mittleren Abflußfaktor Südschwedens darf man vorläufig wohl 45% ansetzen. Die mittlere Niederschlagshöhe läßt sich durch Auswertung der zusammenfassenden Arbeit, die H. E. Hamberg 1911 über den Niederschlag Schwedens auf Grund fünfzigjähriger Registrierungen veröffentlichte, schon ziemlich genau ermitteln; einstweilen seien nach einer Schätzung 570 mm in die Rechnung eingeführt, so daß sich eine Abflußhöhe von 256,5 mm und ein jährlicher Gesamtabfluß von 38,7 km³ ergibt. Für die schwedischen Inseln der Gotlandsee wird die Niederschlagshöhe dagegen nur 450 mm im Mittel ausmachen, so daß wir bei einem Abflußfaktor von 45% eine Abflußhöhe von 202 mm und eine jährliche Abflußmenge von 0,9 km³ erhalten.

4. Gesamtmenge des oberirdischen Zuflusses und seine Verteilung. Nachdem wir so die wahrscheinlichen Abflußmengen einzelner Gebiete behandelt haben, seien die Ergebnisse zunächst zusammengestellt. Es fließen jährlich ab an den Küsten

	Prozent			
	Abflußmenge an d. ges.		Einzugs-	
	in km ³	Menge	areal	1 km ³ auf
des Bottnischen Busens .	190,0 km ³	41	479 907 km ²	2555 km ²
des Finnischen Busens .	122,0 „	26	391 000 „	3205 „
Rußlands zwischen Spit-				
hamm u. Nimmersatt	29,8 „	6	155 309 „	5212 „
des deutschen Reiches .	77,8 „	17	453 779 „	5833 „
Dänemarks	5,4 „	1	22 292 „	4128 „
Südschwedens	39,6 „	8	155 505 „	3674 „
	464,6 km ³	99	1 657 792 km ²	3568 km ²

Insgesamt werden 464,6 km³ Oberflächenwasser vom Lande her alljährlich in die Ostsee geführt³⁾. Die

¹⁾ A. Wallén, Till Kännedom om Lagans och Nissans hydrografi. Ymer, Bd. 27, Stockholm 1908.

²⁾ A. Wallén, Vänerns Vattenstandsvariationer. Medd. fran hydrogr. Byran 1. Stockholm 1910.

³⁾ Die Dezimalen besitzen natürlich immer nur rechnerischen Wert.

Prozentzahlen für die einzelnen Teilgebiete sind in der vorstehenden Tabelle angegeben; man sieht, daß die Küsten des bottnischen Busens mit 41% am meisten Wasser spenden, während sich der Anteil der deutschen Küsten auf nur 17% beläuft. Leider sind die vorhandenen Angaben über die Küstenlänge der einzelnen Staaten zu ungleichwertig, als daß ein Koeffizient zwischen Küstenlänge und Abflußhöhe abgeleitet werden könnte. Dagegen lassen die Beziehungen zwischen Abflußhöhe und Einzugsareal den wichtigen Zug erkennen, daß die Abflußhöhe von Norden nach Süden beträchtlich abnimmt. Kommt 1 km³ Abfluß im Gebiet des bottnischen Busens schon auf 2555 km² des Einzugsareales, so erst auf 5833 km² im Deutschen Reich, soweit es der Ostsee tributär ist. Diese Abnahme schreitet, wie die Tabelle erkennen läßt, regelmäßig von Norden nach Süden vor und spiegelt im großen wieder, was schon aus den im einzelnen mitgeteilten Abflußfaktoren zu erkennen war. In erster Linie dürfte die geringe Verdunstung des Nordens beeinflussend wirken.

Von größerer Wichtigkeit ist es, zu wissen, wie sich die Abflußmengen auf die einzelnen natürlichen Bezirke verteilen. Aus rein praktischen Gründen bewegte sich die Ableitung bisher nicht in diesen Bahnen, da das Einzugsgebiet der Beltsee und des Sundes sich nur annähernd bestimmen läßt, jetzt aber durch Rückschlüsse schärfer gefaßt werden kann. Zu dem Ende habe ich für das Areal des Kattegat Krümmels jetzt schon etwas veralteten Wert von 1879 in die Rechnung eingeführt und die übrigen, eingangs schon mitgeteilten neuen Flächenbestimmungen der Untergebiete verwertet. Dadurch erhielt ich für die Gotlandsee ein Areal von 217 563 km², auf gleiche Weise fand ich ihr Volumen zu 13 568 km³. Es macht mehr als die Hälfte der ganzen Ostsee aus und weist nachdrücklich darauf hin, welche beherrschende Stellung die Gotlandsee einnimmt zu den vier übrigen Teilen der Ostsee, deren Areal und Volumen in der Reihenfolge: Bottnischer Busen, Finnischer Busen, Kattegat und Beltsee abnimmt. Dieser Anordnung begegnen wir wieder bei den Einzugsarealen allein wie auch bei ihrer Vermehrung um die Wasserfläche der einzelnen Meeresteile. Beide Größen sind in der vierten und fünften Zahlenkolumne der beigegebenen Tabelle detailliert angegeben; sie weichen in der Gesamtsumme um ein geringes von dem bisher angegebenen Wert ab, was auf die Unsicherheit in der Bestimmung vom Einzugsareal der Beltsee zurückzuführen ist.

So gleichmäßig die Reihenfolge in der Anordnung der einzelnen Meeresteile erscheint, so ergeben sich doch recht große Verschiebungen in ihr, sobald man das wichtige Verhältnis zwischen Einzugsgebiet und Areal der Wasserfläche würdigt. Der Finnische Busen übertrifft mit dem

Wasserhaushalt

	Areal der Wasserfläche	Volumen der Wasserfläche	Areal des Einzugs- gebietes	Areal von Wasserfläche und Einzugs- gebiet	Einzugs- gebiet größer als Areal
	km ²	km ³	km ²	km ²	
Kattegat	23 062	655	85 728	108 790	3 : 7
Beltsee	19 465	279	18 440	37 905	0 : 9
Gotlandsee mit Öresund	217 563	13 568	682 326	899 889	3 : 1
Finnischer Busen . . .	29 500	1 125	391 000	420 500	13 : 3
Bottnischer Busen mit Ålandsee u. Schären- meer	117 130	6 733	479 907	597 037	4 : 1
Ostsee	406 720	22 360	1 657 401	2 064 121	4 : 1

Verhältnis 13,3 : 1 weit das Verhältnis 4,1 : 1, das für die Ostsee gilt und ziemlich nahe den Werten für die anderen Meere steht, ausgenommen die Beltsee. Diese besitzt ein Einzugsgebiet, das kleiner als ihr eigenes Areal ist! Geht das starke Überwiegen des Einzugsgebietes vom Finnischen Busen in erster Linie auf das Stromgebiet der Newa zurück, so fehlt bei der Beltsee überhaupt jeglicher größere Zufluß. Dementsprechend ist auch ihre oberirdische Zuflußmenge nur gering, mit 4,5 km³ steht sie den 122 km³ des Finnischen Busens gegenüber, der fast die 126 km³ der Gotlandsee erreicht. Aber selbst diese empfängt nicht den größten Zufluß, sondern wird von dem des Bottnischen Busen noch um ein Drittel übertroffen! Hierin kommt die Höhe der nördlichen Abflußfaktoren am auffallendsten zum Ausdruck. Auch für die einzelnen natürlichen Glieder der Ostsee bestätigt sich der bereits abgeleitete Satz der starken Zunahme des Abflusses nach Norden. Schon 2555 km² im Einzugsgebiet des Bottnischen Busen spenden 1 km³ im Jahr, dann folgen der Finnische Busen und das Kattegat, während die Beltsee und die Gotlandsee den Schluß bilden, die letztere stark beeinflusst durch die Zuflußverhältnisse von deutschem Boden.

5. Zufuhr an Grundwasser; Niederschlag auf der Ostsee. Außer dem Wasser, das oberirdisch der Ostsee zurinnt, kommen noch zwei Quellen für die Speisung in Frage, das unterirdisch zuströmende Grundwasser und der Niederschlag auf dem Meere selbst.

der Ostsee.

Menge des Zuflusses	1 km ³ Zu- fluß entfällt auf km ² des Einzugs- gebietes	Gesamt- zufuhr	1 km ³ Gesamt- zufuhr entfällt auf km ² von Einzugsgebiet und Wasserfläche	Anteil der Gesamt- zufuhr am Volumen	Zufuhr weniger Verdunstung	Anteil von Zufuhr weniger Verdunstung am Volumen
km ³		km ³		0/00	km ³	0/00
21 · 8	3 932	31 · 1	3 498	48	26 · 5	40
4 · 5	4 098	12 · 3	3 082	45	8 · 4	28
126 · 2	5 407	213 · 8	4 209	16	170 · 3	13
122 · 0	3 205	134 · 4	3 129	125	128 · 5	111
190 · 0	2 555	237 · 8	2 511	35	214 · 4	31
464 · 5	3 568	629 · 4	3 279	28	548 · 1	24

Über die Menge, die das Grundwasser zuführt, wissen wir so gut wie gar nichts. Immerhin weist aber die starke Entnahme von Grundwasser, die in einer größeren Anzahl von Ostseestädten geschieht, auf eine Bewegung von Grundwasser in die Hohlform hin. Wir wollen sie, freiem Ermessen folgend, auf 0,5 Prozent der oberirdischen Wasserzufuhr seitens des Landes veranschlagen, so daß wir das erhaltene Resultat um 2,3 km³ vergrößern und als gesamte Zufuhr an Süßwasser vom Lande 466,9 km³ bekommen.

Die Niederschlagsmengen auf der freien See lassen sich gleichfalls nur schätzen. Wohl besitzt man eine Reihe von Niederschlagsbeobachtungen, die an Leuchttürmen gewonnen wurden, aber die letzteren sind an der Grenze zwischen Wasser und Land unter anderen Kondensationsbedingungen gelegen als wie sie die freie Wasserfläche bietet. Für die hier waltenden Verhältnisse geben die Feuerschiffe eine günstige Basis zum Aufstellen von Regenmessern, die im Maste kardanisch anzubringen wären. Hoffentlich wird auf einigen günstig gelegenen Feuerschiffen, wie Gjedser Riff oder Adlergrund, bald eine vollständige meteorologische Station eingerichtet¹⁾. Vorläufig ist man auf die wahrscheinliche Annahme angewiesen, daß auf der freien Ostsee weniger Niederschlag fällt als auf dem Lande. Bewegt sich dieser im allgemeinen zwischen 400 und 700 mm, wobei der randliche Teil meistens zwischen 400 und 600 mm fällt, so wollen wir

¹⁾ H. Spethmann, Der Forschungsdampfer Poseidon und seine Tätigkeit auf ozeanographischem Gebiet. Globus, Bd. XCVII, No. 13. Braunschweig 1910.

einen jährlichen mittleren Niederschlag von 400 mm in die Rechnung einführen, der für die Ostsee eine jährliche Zufuhr von 162,7 km³ ergibt.

6. Gesamte Zufuhr an Süßwasser. Somit erhalten wir als jährliche Gesamtsumme von Süßwasser, die die Ostsee empfängt, 629,4 oder abgerundet 630 km³. Dieses Ergebnis fällt ungefähr in den Rahmen der um 100 km³ schwankenden Annahme Kellers, der, wenn ich ihn recht verstehe, den Niederschlag auf der See nicht mit einkalkulierte. Gegenüber Krümmels Resultat ist das meine um rund 60 km³ größer.

Bei Betrachtung der Gesamtzufuhr bleibt die Gruppierung der Unterbezirke der Ostsee die gleiche, dagegen wechselt der gegenseitige Abstand sehr. Die Zufuhrmenge der Beltsee wächst um das Dreifache, die Gotlandsee bleibt nicht weit vom Doppelten, während die Zufuhrmenge beim Finnischen Busen sich nur um 12 km³ hebt, ungefähr um die Gesamtmenge, die der Beltsee zukommt. Für diese haben wir bei einem Niederschlag von 650 mm den Abflußfaktor 38% zugrunde gelegt, wahrscheinlich etwas zu niedere Werte. Hinsichtlich des Abflußareales für 1 km³ vertauschen die verschiedenen Meere ihre Reihenfolge, nur der Bottnische Busen und die Gotlandsee behalten ihre erste resp. letzte Stelle, während die Beltsee auf den zweiten Platz rückt und der Finnische Busen auf den dritten. Der Anteil der Gesamtzufuhr am Volumen bewegt sich zwischen 28 und 48 Promille, sowohl bei der gesamten Ostsee wie bei den Teilgebieten; nur Finnischer Busen und Gotlandsee machen eine Ausnahme. Der erste erhält 125 Promille seines Volumens alljährlich an Wasser zugeführt, die Gotlandsee dagegen nur 16 Promille. Die Gründe gehen auf die schon besprochenen Faktoren der Zuflußmenge und des Volumens zurück, die Tatsachen dagegen sind von weitgreifender ozeanographischer Bedeutung.

Die gesamte Süßwasserzufuhr ist gut 35 mal kleiner als das Volumen der Hohlform der Ostsee. Wäre diese also wasserleer, so müßten 35 Jahre bis zu ihrer Auffüllung zum Niveau des Meeresspiegels vergehen, falls sie gegen jegliche Entnahme von Wasser geschützt wäre. Dieses ist jedoch nicht der Fall, Verdunstung und Abfluß entziehen alljährlich der Hohlform nicht geringe Mengen ihres Inhaltes.

Über Verdunstungsmessungen, die auf der Ostsee ausgeführt wären, sind mir keine Angaben bekannt. Nach dieser Richtung hin öffnet sich noch ein weites und dankbares Feld geographischer Betätigung, sowohl auf jenen Feuerschiffen, die wie Adlergrund oder Fehmarnbelt in einer größeren Wasserfläche gelegen sind, als auch auf denen, die wie Palmer Ort oder Skagens Riff leicht vom Lande erreicht werden können. Um einen Anhaltspunkt für die Verdunstung unseres Gebietes zu gewinnen, müssen daher vorläufig Verdunstungsmessungen, die im Umland der Ost-

see auf größeren Wasserflächen angestellt wurden, übertragen werden. Dabei ist aber zu erwägen, daß in den nördlichen Teilen der Ostsee während eines nicht geringen Teiles des Jahres an Stelle der Verdunstung von Wasser die von Eis tritt.

Zum Vergleich sind in erster Linie die von Stelling nach Beobachtungen in Pawlowsk ausgeführten Berechnungen der Verdunstung wichtig, die Witting bereits auf den Bottnischen Busen übertragen hat. Er findet, daß auf dieser Wasserfläche im Jahre etwa 200 mm verdunsten, fast 50% des Niederschlages, den er für die freie See annimmt. Nermann leitete einen größeren Wert ab, 62% für den Hjalmar während der Jahre 1889 bis 1899 und sogar 70,1 für den Roxen während 1881—1898¹⁾. Die Verdunstungsbeobachtungen, die die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde auf dem Grimnitzsee angestellt hat²⁾, wie die Berechnungen, die Lütgens für 50—70° nördl. Breite des Atlantischen Ozeans entworfen hat³⁾, möchte ich dagegen nicht zum Vergleich heranziehen, da in beiden Fällen zu große Abweichungen von den natürlichen Verhältnissen der Ostsee vorhanden sind.

Bei der Unsicherheit der Sachlage scheint es mir gegenwärtig geboten, verschiedene Werte für die Verdunstung in die Rechnung einzuführen, und zwar 150 mm, 200 mm und 250 mm. Je nachdem beträgt auf der Ostsee der jährliche Verlust an Wasser 61,0 km³, 81,3 km³ oder 101,7 km³. Über weiteren Verlust an Wasser in der Hohlform der Ostsee haben wir keine Anhaltspunkte. Wir wissen nicht, wieviel versickert, wieviel durch Lebewesen verbraucht wird, wieviel durch anorganische Prozesse gebunden wird. Doch dürfte die Umsetzung des Wassers nach dieser Richtung hin auf Grund der Erfahrungen in anderen Gebieten sehr gering sein, so daß der ganze Verlust an Wasser in allererster Linie auf Verdunstung zurückzuführen ist.

Bringen wir die drei oben für sie angenommenen Werte von der jährlichen Süßwasserzufuhr der Ostsee in Abzug, so erhalten wir als Fazit der jährlichen Zufuhr und Verdunstung 527,9 km³, 548,3 km³ oder 568,6 km³ Süßwasser. Runden wir den mittleren Wert ab, so ist die Bilanz der Ostsee alljährlich 550 km³ Süßwasser-

¹⁾ G. Nermann, Studier öfver Vattenförhållandena i svenska sjöar. Ymer XX, Stockholm 1900.

²⁾ K. Fischer, Maurers Verdunstungsmessungen an Alpenseen und die Verdunstungsmessungen der preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde am Grimnitzsee. Meteorologische Zeitschrift, Bd. 29, Braunschweig 1912.

³⁾ R. Lütgens, Ergebnisse einer ozeanographischen Forschungsreise in dem Atlantischen und südöstlichen Stillen Ozean. Aus dem Archiv der Seewarte, 34. Jg., Hamburg 1911.

zufuhr, $\frac{1}{41}$ ihres Volumens. Die einzelnen Teile der Ostsee reihen sich in der gleichen Folge aneinander, wie wir ihnen zuerst bei den Größen über Areal und Volumen begegneten. Setzen wir 200 mm jährliche Verdunstung ein, so erreicht die Gotlandsee noch nicht ein Drittel der Ostsee. Die Einzelheiten zeigt die weiter oben gegebene tabellarische Zusammenstellung.

Wie schon angedeutet, kommt diesen letzten Zahlen nur der Wert einer rohen Schätzung zu. Auch die andern Größen sind nicht als unumstößliche Werte zu betrachten, sondern, wie aus ihrer Ableitung hervorgeht, als angenähert. Spätere Rechnungen werden, so scheint mir, eine noch größere Zufuhrmenge seitens des Landes ergeben als wie hier berechnet. Ferner wird sich später herausstellen, daß der in der vorliegenden Studie als gleichmäßig hoch für die ganze Ostsee angesetzte Niederschlag nach Norden zu abnimmt; zu einem ähnlichen Resultat wird man hinsichtlich der Verdunstung gelangen. Ob dadurch die gezogene Bilanz geändert wird, läßt sich gegenwärtig kaum überblicken; in der Regel gleichen sich mehrere Unsicherheiten ziemlich aus. Wie dem auch sei, vorläufig dürfte eine Reihe bisher unbekannter Beziehungen der einzelnen Teile der Ostsee zueinander aufgedeckt sein und vornehmlich dürfte hervorleuchten, ein wie reger Wasseraustausch sich alljährlich in der Ostsee vollziehen muß. Nicht weniger als 550 km³ Wasser verlassen alljährlich ihre Hohlform, wenn gar kein Salzwasser zu ihr Zutritt hätte! Da aber sich von diesem bekanntermaßen ein recht beträchtliches Quantum in die Ostsee ergießt, dem eine ebenso große Menge Auslauf entsprechen muß, so können wir ahnen, welche gewaltige Wasserbewegungen sich am Eingang der Ostsee abspielen.

Die Großstädte an der Ostsee.

Von Sten De Geer, Stockholm.

Als Großstadt pflegt man die Stadt anzuerkennen, die eine Einwohnerzahl von Einhunderttausend Personen überschritten hat. Diese Ziffer ist oft charakteristisch. Die schnelle Bevölkerungszunahme hat angefangen. Die bebaute Fläche ist so groß geworden, daß die lokalen Verkehrsmittel eine größere Bedeutung erlangt haben. Die Straßenbahnen konvergieren immer deutlicher gegen ein Zentrum.

Gleichzeitig ist die Arbeitsteilung zwischen den verschiedenen Stadtteilen bestimmter geworden. Das Geschäftsleben wird in einem kleinen Areal, wo eine Bevölkerungsabnahme stattfindet, konzentriert. Um das

Zentrum ordnen sich ringförmig die am dichtesten bewohnten Stadtteile. Außerhalb derselben liegen die neueren Wohnviertel mit breiten Straßen. Noch weiter außen folgt ein weitläufiger Gürtel von Vororten, die nur in einer bestimmten Richtung den Charakter von reichen Villenkolonien annehmen. Das zonale Wachstum der Großstädte ist eine interessante und imponierende geographische Erscheinung. Sie zeigt eine Neigung, ihren eigenen Gesetzen zu folgen, allen Hindernissen ungeachtet.

Die Großstadt erzielt immer die Kreisform. Die Entwicklung eines divergierenden Netzes von Straßenbahnen und Schnellbahnen führt zur Sternform. Es entstehen fingerähnlich auslaufende Vororte entlang den Verkehrslinien. Weiter außen bilden sich an den Bahnhöfen der Schnellbahnen Wachstumszentra zweiter Ordnung. Es erscheinen die Vororte auch in Schwärmen oder eigentlich Reihen. Gleich wie die innere Stadt, sucht also die Vorortzone im ganzen, trotz aller Unregelmäßigkeiten und Lücken, einen Zirkel auszufüllen, wenn auch von gewaltigerem Umfang.

Das normale Wachstum der Großstadt ist also konzentrisch, teils ein kompaktes, dem Umkreis der inneren Stadt entlang, teils ein zerstreutes, linien- oder punktförmiges, in den Außenbezirken.

Die Regelmäßigkeit des Wachstums, ja die ganze Form der Stadt kann eine Zeitlang in beträchtlichem Maße von störenden Einflüssen bestimmt werden. Als solche können auftreten Naturhindernisse, wie steile Böschungen, Flüsse, Sümpfe und Meeresbuchten, oder auch Wirkungen, die eine Folge der Wirksamkeit der städtischen oder militären Behörden oder großer Unternehmungen sind. Allmählich siegt jedoch die Expansionskraft der Großstadt. Neue Stadtteile brechen hervor auf bisher nicht intensiv genug benutzten Flächen und die Zirkelform der Städtezonen wird ausgefüllt.

Die innerste und kleinste Zone ist der Kern der Großstadt, von dem aus sie sich nach allen Richtungen hinaus gedehnt hat und wo der große tägliche Verkehr ein- und ausströmt. Kein anderer Stadtteil kann dem Geschäftszentrum an Interesse und Bedeutung gleichgestellt werden. Seine geographische Lage und Grenzlinie kann nach mehreren Methoden festgestellt werden. Gute Kennzeichen des Stadtkerns sind die geringere Volksdichte, der kleinere Prozentsatz an Wohnräumen im Verhältnis zur ganzen Anzahl der Räume und der weit größere Gaskonsum pro Kopf. Die besten Auskünfte gibt amerikanischer Meinung nach eine Untersuchung der Preise der Grundstücke, die in den Zentren der Großstädte außerordentlich teuer sind.

Es wird dort notwendig, den Boden im höchsten Maße auszunutzen und folglich die Straßen so schmal wie möglich anzulegen. Banken, Kontore und ein großer Teil anderer Geschäftsunternehmungen müssen auch

so konzentriert sein, daß man das Geschäftsviertel während der kurzen Arbeitszeit in einigen Minuten durchkreuzen kann.

Diese Neigung zur Zusammendrängung des Zentrums kann in etwas verschiedener Weise befriedigt werden. Ältere europäische Städte besitzen oft einen alten Stadtteil, „Altstadt“ oder „City“. Bei der Gründung der Altstadt hat man oft auf die äußerste Zusammendrängung derselben hingearbeitet, um der Länge der Stadtmauern und der übrigen Befestigungen ein Maß zu setzen. Wenn die Lage dieses Viertels zu den neueren Stadtteilen eine noch günstige, das heißt also in der Regel eine zentrale ist, so dürfte es gewöhnlich am besten sein, den alten Stadtplan, wenn auch mit kleineren Verbesserungen, zu behalten, wie sie bei dem allmählichen Umbau der Häuser vorgenommen werden können. Der einmal aufgetauchte Gedanke, die alte Stockholmer Stadt zwischen den Brücken in ein modernes Viertel mit breiten Straßen umzuwandeln, wäre sicherlich unpraktisch und ruinierend gewesen. Das Zentrum würde nicht genug ausgenützt werden, wenn man nicht einen Ersatz in der Form eines Bauens in die Höhe erzielte.

Das Bauen von Wolkenkratzern von 20 oder 30 Etagen ist die Methode der jungen, speziell der amerikanischen Großstädte, um das ganze Geschäftsleben innerhalb eines genügend kleinen Raumes zu konzentrieren. Die Wolkenkratzer werden bekanntlich nur als Geschäftslokale benutzt. Sie erscheinen nur in den Zentren der größten Städte, bilden also in jeder Stadt eine relativ geschlossene Gruppe, wenn sie auch mit kleineren Häusern abwechseln, um dem Licht womöglich von allen vier Seiten zu den Riesengebäuden Zutritt zu gestatten. In ihrer Tendenz, das Geschäftsleben zu konzentrieren, entsprechen also die Stadtviertel aus Wolkenkratzern in Amerika ziemlich genau den alten Stadtteilen europäischer Städte mit ihren krummen Straßen und Gassen und hohen, schmalen Giebelhäusern. In Europa kommt es zunächst darauf an, so weit wie möglich mit den beiden horizontalen Dimensionen des Zentrums auszukommen, während man in Amerika in weit höherem Maß gelernt hat, die dritte Dimension auszunutzen.

Die Großstädte rings um das Baltische Meer beleuchten in sehr verschiedener Weise die hier angedeuteten städtegeographischen Gesichtspunkte. Diese Städte repräsentieren verschiedene Stadttypen je nach Lage, Größe, Bauart, Sprache, Religion und dem sozialen Niveau der Bevölkerung, wie auch in bezug auf ihre kommerzielle, industrielle und administrative Bedeutung im allgemeinen.

Leider verbietet mir hier der eng bemessene Raum, auf die Frage der inneren Struktur der einzelnen Ostseestädte einzugehen. Die Hauptzüge derselben wie auch Methodisches über eine anschauliche Darstellung von den großstädtischen geographischen Verhältnissen findet man in

meinem Aufsatz in schwedischer Sprache im Ymer 1912, S. 41—87, der von 13 Städtekarten im Maßstab 1 : 50 000 begleitet ist. Hier muß ich mich auf einige vergleichende Übersichten der Ostseestädte beschränken. Fig. 37 gibt ein kombiniertes Bild der geographischen Lage und der relativen Größe dieser Städte. Die Zahl der Einwohner in Hunderttausenden im Jahre 1910 wird durch schwarze Stäbe veranschaulicht.

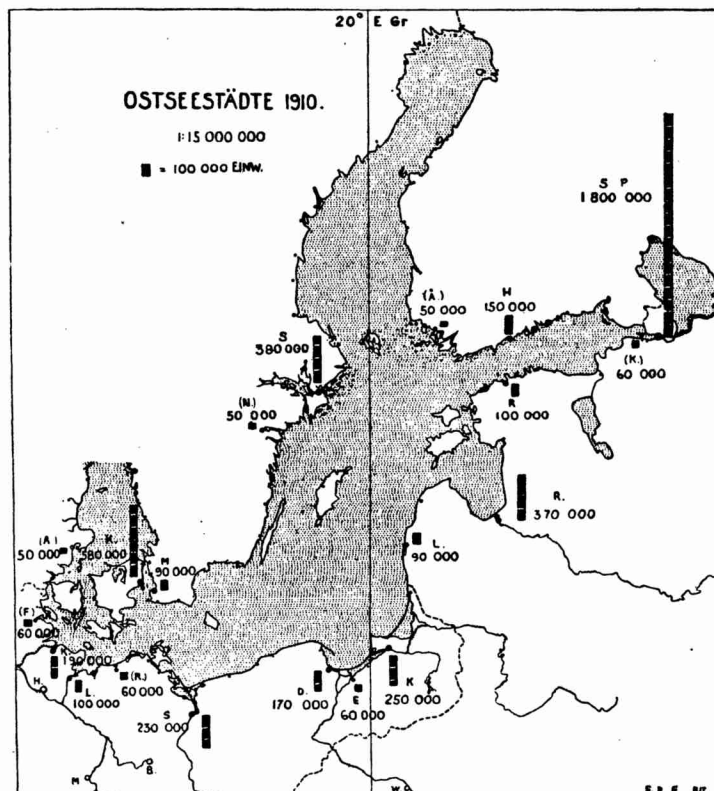


Fig. 37. Die Lage und Größe der Ostseestädte im Jahre 1910.
Maßstab 1:15 000 000. (Nach Ymer 1912.)

Was zuerst auffällt beim Betrachten dieser Karte, ist der vollständige Mangel an größeren Städten rings um die Küsten des Bottnischen Meerbusens. Es ist klar, daß die Ursache in der geringeren Bevölkerungsdichte dieser Gegenden liegt, insofern die absolute Bevölkerungszahl des Hinterlandes der beiden Bottnischen Küsten noch nicht je eine Million erreicht hat. Dazu kommt, daß die gewaltige Ausdehnung der Küste und die vielen isolierten Flußgebiete die städtebildenden Kräfte auf eine so große Anzahl Punkte verteilt haben, daß keine der bottnischen Städte 50 000 Einwohner

erreicht hat. Es ist bezeichnend, daß gerade Gäfle, mit etwas mehr als 30 000 Einwohnern, die größte davon ist. Sie kann ja auch zu ihrer Interessensphäre die bedeutendste Inlandprovinz der Bottnischen Länder, Dalarna, rechnen. Sundsvall ist bedeutend kleiner. Es muß auch sein weniger volkreiches Hinterland, Jämtland, mit dem atlantischen Trondhjem teilen.

Eine für Großstadtbildung viel günstigere Lage bieten die Küsten des Finnischen Busens und die der nördlichsten, von Schärenschwärmen bedeckten Teile der Ostsee.

An der westlichen Seite liegt die schwedische Hauptstadt, Stockholm (Fig. 37, S.), im Begriff eine Halbmillionenstadt zu werden. Es geschieht in einem Punkt, der so südlich liegt, daß wenigstens die beiden nördlichsten Millionen des schwedischen Volkes auch in ökonomischer Hinsicht auf sie hingewiesen sind. Als ein Gegenstück zu Gäfle liegt Norrköping (Fig. 37, N.) am südlichen Ende der Halbinsel von Stockholm. Die Stadt hat gerade die Zahl von 50 000 Einwohnern erreicht. Jene beiden Städte werden in ihrer Konkurrenz mit Stockholm begünstigt durch die Lage im Innern von Buchten, die den Landweg nach vielen Orten der mittelschwedischen Provinzen beträchtlich abkürzen.

In Finnland finden sich ähnliche Verhältnisse vor. Erst an der Nordküste des Finnischen Busens hat man so südliche Breiten erreicht, daß das schwach bevölkerte Hinterland eine Anzahl von zwei bis drei Millionen Menschen aufzuweisen hat. Da liegt auch ziemlich zentral die Hauptstadt Helsingfors (Fig. 37, H.), das mit großer Schnelligkeit die Zahl 150 000 überschritten hat. Im Westen innerhalb der Schärenschwärme liegt Åbo (Fig. 37, A.), im Osten Viborg, beide an günstigen Buchten. Als Zentrum einer alten Kulturgegend hat Åbo 50 000 Einwohner erreicht, während Viborg ihm an Größe zurücksteht, trotz seines weiten, waldreichen Hinterlandes. Die Analogie mit Norrköping und Gäfle ist deutlich.

An den Gestaden des Finnischen Busens liegt auch die nördliche Gruppe der russischen Ostseestädte. Die bei weitem größte davon ist St. Petersburg (Fig. 37, S. P.)¹⁾. An der großen Neva gelegen, steht es mit der Wolga in Verbindung durch die Kanäle entlang den Südküsten des Ladoga- und Onega-Sees und des Bjeloje Osero. Dank der Nordbahn und der Nikolaibahn gehören zu ihrem Hinterland weite Gebiete von Nordrußland, Westsibirien und Zentral-Rußland mit vielen Millionen Einwohnern. Infolge der großen Entfernungen und des niedrigen Kulturzustandes der Bevölkerung, die meistens nur ungenügende Eisenbahnverbindungen besitzt, würde St. Petersburg wahrscheinlich nur etwa 300 000

¹⁾ Die russische Schreibweise С.-ПЕТЕРБУРГЪ — S.-Peterburg.

Einwohner zählen, wenn es nicht gleichzeitig die Hauptstadt Rußlands wäre. Jetzt nähert es sich schnell einer Bevölkerungszahl von 2 000 000. Als militärische Vorstadt St. Petersburgs an der Seeseite hat *Kronstadt* (Fig. 37, K.) 60 000 Einwohner überschritten.

An diese beiden schließt sich *Reval* (Fig. 37, R.), dessen Hinterland nur klein ist, da es abgeschnitten wird durch die Gebiete Rigas und St. Petersburgs sowie durch den Peipus. Die Stadt ist somit auf die einzige Menschenmillion von Estland angewiesen. Sie hat gerade die Zahl von 100 000 erreicht. Ihre weitere Entwicklung scheint davon abhängig zu sein, ob sie etwa durch bessere Verbindungen mit Schweden in höherem Maße ein Außenhafen St. Petersburgs werden kann, so daß sie auch die Hauptstadt, und hinter ihr Teile des inneren Rußlands zu ihrem Hinterland rechnen könnte.

Eine bessere Lage hat die südliche Gruppe der baltischen Städte Rußlands. Insbesondere *Riga* (Fig. 37, R.) kann als die bestgelegene Stadt der Ostsee angesehen werden, wenn man die Lage der Stadt zu einem großen und volkreichen Hinterland in erste Linie stellt. Die Zahl der Einwohner Rigas nähert sich schon einer halben Million.

Etwas weiter entfernt von dem ausgedehnten Hinterlande liegen die kurländischen Hafenstädte *Windau* und *Libau* (Fig. 37, L.). Das als Stadt unbedeutende *Windau* dient im Winter als Außenhafen Rigas. Es zählt nach dem Zensus des Jahres 1897 7000 Einwohner. Jetzt hat es vielleicht schon 20 000. Die Verbindungen *Libaus* gehen in mehr südlicher Richtung. Zum Hinterlande gehören Polen, West- und Süd-Rußland. Die best gelegten Hafenstädte dieses Gebiets liegen schon innerhalb Deutschlands. *Libau* ist auch kein natürliches Zentrum einer reichen Provinz wie etwa *Riga* oder *Königsberg*. Die städtebildende Kraft ist bisher schwach gewesen, obwohl der Hafen von der Regierung begünstigt wird. Die Einwohnerzahl ist 90 000, wozu 20 000 für den nördlich der Stadt gelegenen Kriegshafen kommen.

Auch an der deutschen Ostseeküste erscheinen zwei natürliche Städtegruppen. Sie werden von der langgestreckten hinterpommerschen Küste geschieden.

Die östliche Gruppe an der Danziger Bucht besteht aus *Königsberg* und *Danzig* (Fig. 37, K. und D.) mit je ein Paar hunderttausend Einwohnern samt *Elbing* (Fig. 37, E.), das kaum 60 000 erreicht hat. *Elbing* liegt zwischen den beiden anderen, von *Königsberg* aus betrachtet am entgegengesetzten Ende des Frischen Haffs und von *Danzig* aus gesehen auf der anderen Seite des Weichsel-Deltas.

Von den beiden Provinzhauptstädten liegt *Danzig* unmittelbar west-

lich der Weichsel-Mündungen, und Königsberg an der Mündung des kleinen Pregels. Die Stadt steht durch den Pregel auch in Kanalverbindung mit der Niemen, deren natürliche Mündung in die Ostsee bei Memel ziemlich entlegen ist. Dank eines fächerförmigen Eisenbahnnetzes ist der größte Teil Ostpreußens mit zwei Millionen Einwohnern als Hinterland Königsbergs zu betrachten, während Westpreußen mit eineinhalb Millionen hauptsächlich auf Danzig hingewiesen ist. An der Südseite der mit der Küste parallelen deutsch-russischen Zollgrenze müssen die Städte an der Danziger Bucht mit den russischen Häfen, speziell Libau, um das Polnische Hinterland wetteifern. Diese Städtegruppe bildet also einigermaßen einen Übergang von Rußland nach Deutschland.

An der südwestlichen Küste der Ostsee liegen mehrere große oder mittelgroße deutsche Städte. Dort vereinigen sich Verkehrslinien von allen Teilen des Ostseegebietes, denn diese Städte vermitteln die Verbindung mit den am dichtesten bevölkerten Industrieländern Europas.

Es gilt von Erdteilen¹⁾ wie von einzelnen Großstädten der Satz, daß der Verkehr hauptsächlich die peripheren Gebiete mit dem Zentrum verbindet. Man dürfte daraus die Schlußfolgerung ziehen, daß der Verkehr zwischen Schweden und dem westlichen Deutschland immer lebhafter sein wird als etwa zwischen Schweden und Rußland.

Von den westdeutschen Städten ist Stettin (Fig. 37, S.) die größte. Es hat wie Königsberg und Danzig ein Paar hunderttausend Einwohner. Es ist auch die einzige Stadt der Gruppe, die an der Mündung eines auch nach moderner Auffassung schiffbaren Flusses liegt. Das Verkehrsgebiet der Oder reicht bis Ober-Schlesien und Berlin. Außerdem ist der Hafen Stettins dank dem Haff so weit ins Land gerückt, daß Eisenbahnen aus allen Richtungen hierher den kürzesten Weg ans Meer finden.

Von dem Schnellverkehr werden allerdings die am meisten vorspringenden Teile der Küste gewählt, wie es die Dampffährlinien über die schmalen westlichen Verzweigungen der Ostsee zeigen. Dieser Verkehr hat aber noch nicht in höherem Maße städtebildend gewirkt. Saßnitz und Warnemünde sind beide unbedeutende Vororte Stralsunds und Rostocks. Die letzteren hatten im Jahre 1910 34 000 und 65 000 Einwohner.

Die Lübecker Bucht ist der Teil der Ostsee, der dem Zentrum Europas am nächsten liegt. Von ihrem Innern kann man die Trave noch einige Kilometer benutzen und befindet sich dann in der klassischen Stadt des Ostsee-Handels, Lübeck. Seine Entwicklung ist in der letzten Zeit etwas schneller geworden, so daß es gerade die Würde der Großstadt er-

¹⁾ Die vier anthropogeographischen Hauptteile der Erde sind: China-Japan, Europa, Indien-Java und die Vereinigten Staaten.

reicht hat. Mittelst des Elbe—Trave-Kanals und wichtiger Eisenbahnlinsen beherrscht Lübeck immerfort, vom Standpunkt der Ostseeländer aus, ein wichtiges Hinterland.

Außer Kiel kann man die beiden ostjütländischen Hauptorte, Flensburg und Aarhus (Fig. 37, F und A.), zu diesem südwestlichen Städtebogen rechnen. Sie sind beide auf ein lokales Hinterland angewiesen, Flensburg mit 60 000 Einwohnern auf die knappe Million Schleswigs und Aarhus mit 50 000 auf die des dänischen Jütlands.

Kopenhagen, Malmö und Kiel sind alle dort emporgewachsen, wo die Ostsee in Verbindung mit der Nordsee und dem Weltmeere steht. Kiel (Fig. 37, K.) liegt an dem inneren Ende des Kaiser Wilhelm-Kanals, der künstlichen Ostsee-Mündung, die jetzt von 9 auf 11 m vertieft wird. Die Anlage des Kanals, wie der schnelle Aufschwung der Stadt auf etwa 200 000 Einwohner, sind hauptsächlich Folgen der Entwicklung der hierher verlegten deutschen Kriegsflotte. Kiel beherrscht kein bedeutenderes Hinterland. Der große Kanal aber steht über Hamburg und die Elbmündung in guter Verbindung mit allen Weltteilen. Die Interessen der Flotte und der Stadt dürften ebensoviel dem Bereich der Nordsee wie dem der Ostsee angehören.

Der Kleine Belt und der Große Belt sind die zwei natürlichen Mündungen der Ostsee, die auch für die größten Ozeandampfer ausreichen. Doch sind hier noch keine nennenswerten Städtebildungen entstanden. Die Tiefe von 7,2 m im viel besser gelegenen Öresund ist ja bis in die letzten Jahre für die gesamte Schifffahrt ausreichend gewesen.

Die städtebildende Kraft hat sich schon endgiltig auf ein paar Punkte gerichtet, die beiderseits des südlichen, breiten aber seichten Teiles des Öresunds liegen.

Seit jeher ist dabei Kopenhagen (Fig. 37, Kø.) wegen des natürlichen Hafens im Kleinen Sund zwischen Amager und Sjaelland vor dem schwedischen Malmö (Fig. 37, M.) bevorzugt gewesen. Während Malmö jetzt kaum 100 000 Einwohner erreicht hat, ist Kopenhagen nicht weit von 600 000 entfernt. Kopenhagen verdankt seiner Stellung als Hauptstadt Dänemarks sowie seiner Lage als Transithafen für den Ostseeverkehr einen Hauptteil seiner Größe. Zum Hinterland der Stadt gehören in erster Reihe die dänischen Inseln mit eineinhalb Millionen Einwohnern. Mittelbar dürfte man das jütländische Hinterland Aarhus' und das süd-schwedische Malmö mitrechnen.

Malmö hat jetzt eine noch bessere Lage als Kopenhagen und zeigt auch einen größeren relativen Aufschwung. Es vermittelt den Verkehr zwischen Schweden, Deutschland und Dänemark. Sein spezielles Hinter-

land ist das reiche Schonen, aber auch die anderen südschwedischen Provinzen gehören dazu, ja teilweise sogar Stockholm.

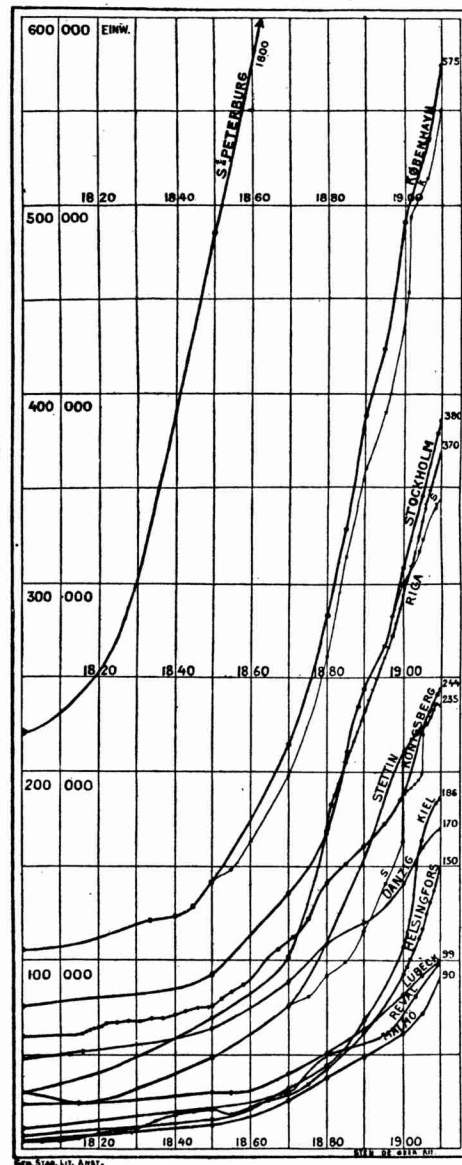


Fig. 38. Die Entwicklung der Ostseestädte 1880–1910 (nach Ymer 1912).

Von Malmö gelangen wir wieder an die mittelschwedische Städtegruppe, und die Rundreise ist vollendet. Es liegen also an den Gestaden

der Ostsee 13 Großstädte mit 100 000 oder mehr Einwohnern und 7 Mittelstädte mit mehr als je 50 000 Einwohnern. Doch die Entwicklung der Städte vollzieht sich rasch. Neue Anwärtinnen für die verschiedenen Größeklassen erscheinen immer wieder. Die Geschwindigkeit des Wachstums wechselt bei verschiedenen Städten wie bei einer bestimmten Stadt von Zeit zu Zeit. Die relative Größe einzelner Städte kann sich darum in wenigen Jahren merkbar verändern. Es geschieht sogar leicht, daß die eine Stadt die andere überflügelt.

Unter diesen Verhältnissen scheint es notwendig zu sein, beim Vergleich verschiedener Städte vor allem zu fordern, daß die Ziffern für dasselbe Jahr, womöglich für dasselbe Halbjahr berechnet sind. Zunächst folgt die Forderung nach den neuesten Werten. Beide Ziele werden am besten erreicht durch Konstruktion der *Entwicklungskurven* der einzelnen Städte. Fig. 38 enthält diese Linien für die Großstädte der Ostsee. Die Zeit ist von links nach rechts auf der Abszissenachse dargestellt. Jedes Jahrzehnt ist durch eine vertikale Linie bezeichnet. Die Volksmengen sind auf der Ordinate angegeben, so daß von der unteren Horizontallinie ab jede weitere Linie nach oben 50 000 Einwohner mehr ausdrückt.

Die Konformität der Kurven ist auffallend. Die Zunahme ist in dem halben Jahrhundert von 1800 bis 1850 noch unbedeutend. Die größeren der Ostsee-Städte haben etwas mehr als 50 000 Einwohner, während die kleineren immer noch unter 25 000 bleiben. In den Jahren 1850 bis 1870 beginnt das größere Wachstum, das während der folgenden zwanzig Jahre, d. h. von 1870 bis 1890 in eine beinahe explosionsartige Erweiterungsgeschwindigkeit übergeht, wie sie für moderne Großstädte charakteristisch ist. Auch während der letzten zwanzig Jahre setzt dieses ungeheure Wachstum mit ganz unverminderter Intensität fort. Man kann ganz ruhig berechnen, daß der jetzige schnelle Aufschwung wenigstens für die Mehrzahl der Ostsee-Städte auch durch die nächsten Dezennien fort dauern wird.

Für die Erkenntnis der geographischen Seite der Entwicklung, d. h. der Frage, welche Areale von den Häuser- und Menschenmassen besetzt worden sind, muß ich mich leider beschränken, auf die Karten des oben erwähnten Aufsatzes im Ymer hinzuweisen. Jene Karten zeigen die großen Züge, die für die Topographie der einzelnen Städte bestimmend gewesen sind.

In der beigegebenen *Tabelle* (S. 764) sind für die dreizehn Großstädte der Ostsee einige geographische Größenzahlen eingetragen, um Vergleiche zu ermöglichen. Einige der Zahlen haben nur einen approximativen Wert. Ein Teil der Angaben dürfte in der Literatur nicht leicht zugänglich sein, andere werden hier in mehr vergleichbarer oder sogar richtigerer Form wiedergegeben als in anderen Werken. Die hier angegebenen geo-

Tabelle

Großstädte	Geograph. Areal km ² 1910	Einw. im Mittel pro km ² , 1910	Einwohnerzahl		Das normale jährliche Wachstum von 1905 bis 1910	Seeverkehr reg.-ton, 1908
			1910	1912 ¹		
Stockholm	17,1	21 100*	380 000*	395 000*	7 000* 1,9% (1910)	6 200 000*
Helsingfors	8,4	17 900	150 000	163 000	6 500 4,3%* (1908)	800 000
St. Petersburg	73,8*	24 400*	1 800 000*	1 900 000*	35 000* 2,0% (1903 bis 1910)	3 700 000
Reval	9,8	10 100	99 000	104 000	2 500 2,5%*	1 100 000
Riga	39,2*	9 440	370 000*	385 000*	7 500* 2,0% (1907)	3 200 000
Libau	8,1	11 400	92 000	96 000 ²	2 000 2,2% (1897 bis 1909)	1 100 000
Königsberg	12,0	20 400*	245 000	255 000	4 900 2,0% (1909)	1 200 000
Danzig	13,5	12 600	170 000	174 000	2 000 1,2% (1905 bis 1910)	1 800 000
Stettin	14,5	16 300	236 000	230 000	2 400 + 1,0% (1905 bis 1909)	3 400 000
Lübeck	7,0	14 100	99 000	102 000	— 3 000 — 1,3% (1910)	1 400 000
Kiel	16,4	11 500	190 000	206 000	1 400 1,4% (1905 bis 1910)	1 400 000
Kopenhagen	32,1*	17 900	575 000*	595 000*	6 000 3,1%* (1905 bis 1912)	1 100 000
Malmö	6,2	14 000	87 000	91 000 ³	10 000* 1,7% (1906 bis 1911)	10 000 000*
					2 100 2,4%* (1904 bis 1909)	4 700 000*

1. Berechnete Werte. 2. Mit dem Kriegshafen 116 000. 3. Mit Limhamn 101 000.

* Ein Sternchen befindet sich bei den 3 oder 4 höchsten Werten jeder Kolonne.

graphischen oder wirklich städtisch benutzten Areale der Großstädte sind Ergebnisse einer in den Jahren 1910 bis 1912 ausgeführten Untersuchung.

Nach geographischem oder reellem Areal nimmt St. Petersburg den ersten Rang ein. In bedeutender Entfernung folgen Riga und Kopenhagen. Von den enger begrenzten Städten ist Stockholm die größte.

Die mittlere Dichte der Bevölkerung innerhalb des geographischen Areals hängt wesentlich von der Ausdehnung und Bauweise der Vororte ab. Außerdem scheint die Dichte mit der absoluten Größe der Stadt zuzunehmen. St. Petersburg erreicht den größten Wert. In zweiter Linie kommen Stockholm und Königsberg, die einander morphologisch ähnlich sind. Sie sind beide lange Zeit innerhalb enger Grenzen gewachsen und besitzen nur ganz moderne, weit zerstreute Vororte von mäßigem Umfang. Die geringste Dichte findet man in Riga und Reval, wo der größte Teil der Bevölkerung in der zwar geschlossenen, aber äußerst dünn bebauten Vorortzone wohnt.

Hinsichtlich der Volksmenge wird der erste Rang von St. Petersburg, der zweite von Kopenhagen eingenommen. Im Kampfe mit Riga um den dritten Rang, ist Stockholm gegenwärtig etwas im Vorsprung. Diese vier bilden eine Größengruppe, in welcher jede Stadt mehr als 300 000 Einwohner hat. Königsberg und Stettin bilden eine zweite Gruppe mit 200 000 bis 250 000 Einwohnern. Kiel, Danzig und Helsingfors haben noch über 150 000, während Reval, Lübeck, Libau und Malmö kaum 100 000 erreicht haben.

Neben der Volksmenge einer Stadt sollte immer das zugehörige Jahr, sowie die typische, jährliche Bevölkerungszunahme während der letzten Jahre angegeben werden. Bei den großen Ostseestädten ist die Reihenfolge dieser absoluten Zunahme dieselbe wie die der Volksmenge.

Die stärkste relative Zunahme, d. h. im Verhältnis zur Volksmenge, hat gegenwärtig Helsingfors, die halb schwedische Hauptstadt Finnlands, die jetzt im Begriff steht, in jeder Hinsicht der Mittelpunkt des Landes zu werden. Dieser am nächsten stehen Kiel, Reval und Malmö.

Selbstverständlich geben die geographischen Größenzahlen oft ganz andere Vorstellungen von der relativen Bedeutung der einzelnen Städte als die kommerziellen und ökonomischen Zahlen. Der Seeverkehr der Ostseestädte für das Jahr 1908 in Registertonnen wird in der Tabelle nach einer Arbeit von A. Oppel in Bremen angegeben. Die Ziffern entsprechen dem ein- und ausgehenden, dem inländischen und auswärtigen See- und Küstenverkehr. Kopenhagen hat die größte Schiffahrt. Danach kommen Stockholm, Malmö, St. Petersburg, Stettin und Riga. Wenn es möglich wäre, vergleichbare Zahlen über den Wert des Handels zu erhalten, so dürfte Lübeck an einem der ersten Plätze erscheinen und die Ostseestädte würden von noch einer wichtigen Seite behandelt werden.

Eine Reihe rein geographischer Vergleiche können nur mittelst guter Karten in gleichem Maßstabe ausgeführt werden. Nur eine Frage muß doch berührt werden: das Verhältniß der Ostseestädte zur Küste der Ostsee. Nur Stockholm und Helsingfors liegen an Schärenküsten von dem Typus des fenno-skandischen Urgebirgs-Gebietes. Reval, Malmö, Kiel und Kopenhagen liegen an inselfreien und gerundeten Küsten jüngerer und lockerer Formationen, die beiden ersten an offenen Buchten, die letzten an schmaleren Wässern. Sieben der großen russischen und deutschen Ostseestädte liegen an Flüssen oder Flußmündungen, die an den Dünenküsten des baltischen glazialen Ablagerungsgebietes die besten Häfen bieten.

Für uns Schweden sind die Länder im Osten und Süden der Ostsee von historischem Interesse, weil sie einst von schwedischer Kultur und schwedischem Organisationsgeist beeinflußt wurden. Sie sind für uns auch von rein praktischem Interesse, denn seit einigen Jahren steht Schweden wieder im Begriff, jetzt nur auf dem Gebiete des Handels und Verkehrs, in engere Beziehungen zu den Nachbarländern jenseits der Ostsee zu treten.

Der Ostseehandel in früheren Zeiten.

Von Christian Reuter, Lübeck.

Die Ostseeländer sind die Heimat der Germanen; ringsum wohnten deutsche Stämme, zahlreich und mannigfaltig besonders um das westliche Becken. Schon früh müssen sie zu andern Völkern in Handelsbeziehungen getreten sein; das lehren Funde von eingeführten Bronzegegenständen und Glasperlen in Gräbern der Bronzezeit; als Tauschgegenstand dürften Flintsteinwaffen und Bernstein für die älteste Zeit in Betracht kommen; Bernstein ist freilich auch an der Elbmündung gefunden; es ist aber doch nicht ausgeschlossen, daß Pytheas von Massilia schon im vierten vorchristlichen Jahrhundert bis in die Ostsee vorgedrungen ist, um so weniger, wenn schon im fünften Jahrhundert von einem Handelsunternehmen vom Schwarzen Meere nach der Weichselmündung die Rede ist. Lebhafter sind diese Beziehungen indessen wohl erst in der Zeit des römischen Kaiserreichs geworden. Bronzeimer griechischen Ursprungs und zahlreiche römische Kochgefäße deuten auf einen lebhaften Verkehr; sind doch von einer besonderen Art von Kasserollen, die nachweislich aus Pompeji stammt, in Dänemark allein über dreißig Stück gefunden; andere Gegenstände, wie Kessel und Eimer, Schüsseln und Schöpfgefäße derselben Herkunft, römische Kannen, Spiegel und Schmuckgegenstände vervollständigen das Bild; dazu kommen zahlreiche Gegenstände der römischen Glasfabrikation, auch Waffen und sicherlich die Weine des

Südens, sowie Gewandstoffe. Diese Gegenstände finden sich, natürlich im Westen häufiger als im Osten, in allen Ostseeländern, überall begleitet von mehr oder minder häufigen Münzfunden aus römischer Zeit. Nach der Zahl der gefundenen Münzen muß die Insel Gotland schon damals für den Handel eine große Rolle gespielt haben und der Verkehr von dort nach den gegenüberliegenden baltischen Provinzen Rußlands nicht unbedeutend gewesen sein. Die Namen Gotland und Bornholm, d. i. Burgundarholm, scheinen die Richtung für diesen Zug der Ostgermanen anzugeben, der dann, in verschiedener Richtung fortgesetzt, gegen Ende des vierten Jahrhunderts das römische Reich nötigte, seine Legionen von den Grenzen zurückzuziehen. Damit enden die Handelsbeziehungen der Ostseeländer zum römischen Reich; die Wirren der Völkerwanderung waren nicht geeignet, einen lebhaften Handelsverkehr zu begünstigen.

Vom Ostseehandel der nächsten Jahrhunderte wissen wir nichts. Die ersten Ansätze einer neuen Zeit dürfen wir in den Besuchen der Nordgermanen an den Küsten des fränkischen Reiches erblicken. Diese Besuche waren anfangs meist kriegerischer Art, doch wird auch bald von Handelsbeziehungen berichtet. Mittelpunkt für diesen Verkehr war Wilto Durstede (Dorstadt) am Rhein nahe Utrecht. Dorthin kamen die Nordgermanen im achten und neunten Jahrhundert; ihnen folgten zur Zeit Ludwigs des Frommen Missionare aus dem Frankenreich in die nordische Heimat. Zur Zeit Ansgars galt es in Birka, dem Hauptort Schwedens im Mälarsee, als üblich, nach Dorstadt zu reisen, und so zeigen denn auch die ältesten Münzen, die im Norden geprägt sind, auf der einen Seite den Namen Karls des Großen, auf der andern den des friesischen Handelsplatzes: Dorstadt. Geprägt sind diese Münzen vielleicht in Schleswig, das für den Westen der Ostsee von 808 bis 1155 den Mittelpunkt des Handels bildete. Wenn der dänische König im erstgenannten Jahre die Kaufleute von Reric, das wir mit Wismar gleichsetzen dürfen, nach der Schlei verpflanzte, so liegt der Grund hierfür gewiß zunächst in dem Verhältnis zu Karl dem Großen, dann aber auch in dem Bestreben, den Handel an die meistbefahrene Straße heranzubringen; und die ging über Schleswig. Das war um so mehr der Fall, als während des neunten und der größeren Hälfte des zehnten Jahrhunderts der Landweg über das Ostfrankenreich, das heutige Deutschland, kaum in Betracht kam. Einmal war dort in jener Zeit gewiß „nicht viel zu holen“; sodann waren aber die Verhältnisse derart unsicher, daß Handel ausgeschlossen war. Man braucht sich nur vorzustellen, daß bremische Erzbischöfe gelegentlich vor den Zügen der Ungarn nach Norden und vor den Einfällen der Wikinger nach Süden fliehen mußten, um sich ein Bild von der Not der Zeit zu machen. Dazu kommt, daß die Männer des Nordens ihren „Handel“ mit dem Schwert in der Hand betrieben.

Die Schifffahrt jener Zeit ist Küstenfahrt und führt über das Wattenmeer hinter den friesischen Inseln entlang zur Eider, die damals wohl in mehreren Mündungen den Zugang zum Meere fand, zur Egidora, zum Ägistor, d. i. zum Meerestor, wie die isländischen Sagas den Namen deuten. Der kürzeste Überlandweg führte von da nach Schleswig, dem südlichsten Orte des Dänenreiches. Zeitweise ist Schleswigs Aufgabe von einer Wikingerstadt auf der andern Seite der Schlei übernommen, die für anderthalb Jahrhunderte den Hauptort eines nordgermanischen, vielleicht schwedischen Zwischenreiches, das bis zur Eider reichte, gebildet haben muß. Die Ausgrabungen in Oldenburg, an der Stelle des alten Haithabu, lassen darauf schließen, daß hier ein wohlhabender Stamm mit hoher Kultur den westlichen Zugang zur Ostsee in seiner Gewalt gehabt hat.

Neben Schleswig kommt für den Verkehr mit England wohl auch Ripen, dem das gegenüberliegende Ripon seinen Namen verdanken dürfte, in Betracht.

In derselben Zeit gründeten dieselben Völker, die sich in Haithabu festgesetzt hatten und mit ihren Wikingerzügen den Westen heimsuchten, einen neuen Mittelpunkt für den Ostseehandel im Osten. Kühne schwedische Seefahrer — Waräger — folgten dem Rufe slavischer Völkerschaften in der Nähe des finnischen Meerbusens und gründeten in Nowgorod am Wolchow staatliche Gemeinwesen; von den nahen Finnen und Esten Ruodsi genannt — so heißen die Schweden noch heute in Finnischer Sprache —, haben sie dem Russischen Reiche ihren Namen gegeben; sie trieben auch Handel — im Innern Rußlands bezeichnet „Waräger“ noch heute einen umherziehenden Händler — und drangen auf den großen Strömen Rußlands nach Süden und Südosten vor; sie gründeten ein Fürstentum in Kiew und standen bald vor Konstantinopel; auch den Weg nach den Euphratländern haben sie gefunden. Hatte schon zur Zeit des römischen Kaiserreiches das Bedürfnis für einen Warenaustausch zwischen den Ostseeländern und dem weiten Becken der Mittelmeerländer bestanden, so war dies Bedürfnis in der Richtung, welche diese „Russen“ aus Nowgorod und Kiew eingeschlagen hatten, am besten zu befriedigen; denn die mohamedanische Kultur der Araber war zu jener Zeit die höchste, die vorhanden war, und der Kultur der christlichen Völker ohne Frage weit überlegen. Die umfangreiche arabische Reiseliteratur jener Zeit, die uns besonders durch Georg Jacob zugänglich gemacht ist, und der russische Mönch Nestor, der um 1100 in Kiew lebte, das er noch eine warägische Stadt nennt, haben uns ein reiches Material für diese Handelsbeziehungen überliefert. „Solcher gestalt kann man aus „Rußland“ auf der Wolga zu den Bulgaren (heute Dorf Bulgary an der Wolga im Gouvernement Kasan) und Chwalisen reisen und gegen Osten in das Loos des Semiten gelangen; auf der Düna aber

zu den Warägern nach Rom (dem römischen Reich, damals Ostrom) und von Rom zu dem Geschlechte Chams.“ Mit welchen Vorsichtsmaßregeln man diese „Kaufleute“ in Konstantinopel aufnahm, geht daraus hervor, daß sie nur in beschränkter Zahl für einen Monat eingelassen wurden, ohne Waffen, nur durch ein bestimmtes Tor.

Die wichtigsten Handelsgegenstände, die der Norden lieferte, waren Pelzwerk und Sklaven. Von der Bedeutung dieses Pelzhandels machen wir uns heute schwer eine Vorstellung; von einem arabischen Fürsten wird erzählt, daß er, um den Wert der verschiedenen Fuchspelze zu prüfen, Flaschen mit schwarzem, weißem und buntem Fuchsfell überzogen nachts in die Wüste stellen ließ und so feststellte, daß der schwarze Pelz am besten die Wärme hielt; die beiden andern Flaschen waren gefroren, diese nicht; ein solches Fell wurde mit hundert Goldstücken und mehr bezahlt. Außerordentlich groß war auch der Bedarf an Sklaven, männlichen und weiblichen Geschlechts, für die Harems des Ostens. Dafür wanderten zahlreiche Erzeugnisse des Kunstgewerbes nach dem Norden, namentlich Seidenstoffe und golddurchwirkte Gewänder, von denen sich noch manche Überbleibsel in den Kirchenschätzen des östlichen und nördlichen Europas finden, Silberfiligran, Waffen u. a., daneben Wein und Gewürze und andere Dinge, die im Norden fehlten. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß die arabischen Händler den kühnen Söhnen des Nordens folgten; hunderttausende von arabischen Silbermünzen, die sich rund um die Ostsee gefunden haben, sprechen für einen sehr lebhaften Handelsverkehr. Hat man doch sogar zur Zeit Ottos des Großen auf dem Landwege den Zugang zur Ostsee und zu den Sklavenmärkten der Slavenländer gesucht, als in Europa seit der Mitte des zehnten Jahrhunderts Ruhe und Ordnung wiederhergestellt waren. Ybrahim-ibn-Yakub, wahrscheinlich ein jüdischer Arzt aus dem arabischen Süditalien oder Spanien, hat uns einen interessanten Bericht jener Reise hinterlassen, die ihn auch an den Hof des Kaisers nach Merseburg geführt hat; ausführlich erzählt er von Soest und Schleswig, von Magdeburg und dem großen Markte zu Prag.

Verschiedene Gründe machten um die Wende des ersten Jahrtausends unserer Zeitrechnung diesem Handelsverkehr ein Ende. Die östlichen Nachbarn Deutschlands werden dem Christentum gewonnen; damit beginnt bei diesen Völkern die Möglichkeit sicheren Verkehrs und die Entwicklung der Mittelmeer-Häfen Genua und Venedig; dazu kommt der Sturz der Samaniden und das Vordringen der Normannen ins Mittelmeer, kurz, die Verhältnisse ändern sich überall und damit auch der arabisch-baltische Handelszug. Dafür gewinnt der normannisch-englische Handel an Bedeutung, wenn wir normannisch im alten Sinne des Wortes verstehen. Zu Beginn des elften Jahrhunderts vereinigt nämlich der König Knud

die Reiche Dänemark (mit Schonen), Norwegen und England für ein Menschenalter und bringt damit die Angelsachsen in die Ostsee. Münzfunde mit zahlreichen englischen Silberpennies lassen auf lebhafteste Teilnahme der Engländer am Handel jener Zeit schließen.

Als Orte von Bedeutung kommen für jene Zeit seit Karl dem Großen außer Schleswig und Nowgorod eine Reihe fast vergessener Namen in Betracht, welche die Verbindung jener beiden Pole bilden. So führte der Weg von Schleswig zunächst nach Oldenburg in Holstein; auf einem schmalen Wasserwege, der längst zugewachsen ist, fuhr man durch das Land und mied so den Fehmarnsund; wie bedeutend der jetzt so stille Ort im zehnten Jahrhundert war, sieht man am besten daraus, daß Otto der Große hier ein Bistum gründete. Dann ging es weiter an Rügen vorbei — der Name Dänholm erinnert vielleicht an jene Zeit — nach Jumne(ta), der sagenberühmten Stadt mit der Jomsburg, die wir Vineta zu nennen pflegen. Sie lag auf der Insel Wollin, nahe der Odermündung, und bot dem Handel so doppelte Gelegenheit durch die Lage an zwei sich schneidenden Wasserstraßen. Noch Adam von Bremen nennt sie „gewiß die größte aller Städte, die Europa einschließt, die von Slaven mit anderen Völkern, Griechen (d. i. Russen) und Barbaren¹⁾ bewohnt wird“. Der nächste Handelsplatz war gewiß Kolberg mit seinen Salzquellen, dann vielleicht das in angelsächsischen Quellen erwähnte Truso (= Drausen) bei Elbing; weiter lockte die Bernsteinküste und die Insel Gotland mit Wisby, die schon zur Römerzeit Bedeutung hatte. Hier begegnete dem Seefahrer der Südküste der Zug, der von Schleswig über Schweden nach dem Nordosten führte. Dieser Weg vereinigte die Kaufleute, die von Ripen über Aarhus — die Bedeutung beider Orte wird wie bei Oldenburg durch Bistumsgründungen zur Zeit Ottos des Großen erwiesen — nach Osten führen, mit denen von Schleswig. Über Skiringshal ging es nach Birka im Mälarsee, wo sich Befestigungen finden, die denen von Haithabu bei Schleswig gleichen; später tritt Sigtuna, nahe bei Upsala, an Birkas Stelle. Das Ziel ist, wie schon gesagt, Gotland, dann weiter gewiß schon früh die Dünamündung und vor allem der finnische Meerbusen; durch Nawa, Ladogasee und Wolchow kam der Kaufmann schließlich nach Nowgorod, wo sich ein lebhafter Handel mit den Völkern des Ostens entwickelte. Pelzwerk bildete noch immer den begehrtesten Handelsgegenstand, und in beweglichen Worten schildert Adam von Bremen, der um das Jahr 1075 schrieb, die gefährliche Leidenschaft seiner Zeitgenossen für diesen Schmuck, der bei der Einrichtung der mittelalterlichen Häuser viel größere Bedeutung hatte als in unseren Tagen. In Pelzwerk, namentlich in Marderfellen,

¹⁾ Sollten das vielleicht die arabischen Händler gewesen sein?

wurden vielfach, z. B. in Schleswig, die Steuern bezahlt, und ein nordischer Kaufmann, namens Vidgaut, war in der Lage, dem Herzog Knud Laward in Schleswig beim Abschied ein Geschenk von nicht weniger als achttausend Fellen zu machen. Solche Reichtümer waren bei diesem Handel damals zu erwerben. An jenem Handel haben sich seit dem elften Jahrhundert auch die Deutschen beteiligt. Die dänischen Gilden in Köln und andern Orten am Niederrhein, die Schleswiger Gilde in Soest beweisen das auf das deutlichste. Ehe aber die Deutschen in größerem Umfange an diesem Handel teilnehmen konnten, mußte erst ein erbitterter Kampf um die Herrschaft über die Ostsee ausgefochten werden. Ausführlich kann auf diese Kämpfe nicht eingegangen werden. Hier mag der Hinweis genügen, daß anderthalb Jahrhunderte lang der Kampf zwischen Dänen und Wenden und Deutschen tobte und daß die Ostsee zeitweise nahe daran war, ein dänisches Binnenmeer zu werden.

Kaiser Lothar und den Schauenburgern Heinrich dem Löwen und Albrecht dem Bären verdankt das deutsche Volk in diesem Kampf seinen Anteil an der Ostsee, der dann auch ohne die Hilfe der Fürsten gewahrt und erweitert zur Herrschaft des deutschen Kaufmanns über die Ostsee geführt hat. In Betracht kommt namentlich das Herzogtum Sachsen in seiner alten Ausdehnung. Angeregt durch die westlichen Nachbarn, wenden seine Bewohner um 1100 städtischem Gewerbefleiß sich zu und treten so in Wettbewerb mit Niederländern und Angelsachsen. Eine der ältesten Urkunden des hansischen Urkundenbuchs bringt ein Privilegium für das westfälische Städtchen Medebach und spricht von seinem Handel nach Dacia und Rucia, nach Dänemark (also wohl nach Schleswig) und nach Rußland (nach Nowgorod). Man hat lange nicht an die Beziehungen des kleinen Medebach mit dem fernen Rußland glauben wollen und schrieb anfangs Rugia (Rügen) statt Rucia, bis man sich an die Größe der eigenen Vergangenheit gewöhnte und zur eigenen Überraschung von diesem Wagemut des sächsischen Kaufmanns in grauer Vorzeit immer mehr hörte. In der Tat haben wir es mit einer Entwicklung zu tun, wie sie in gleicher Weise nur Nordamerika in den letzten sechzig Jahren gesehen hat, allerdings mit dem großen Unterschied, daß die Kolonisten jener Zeit ihr Volkstum nicht verloren, sondern mit ihrer Sprache behaupteten und zugleich weite Strecken slavischer Länder germanisierten. So entstehen die zahllosen deutschen Städte rings um die Ostsee mit einer buntbewegten deutschen Bevölkerung, die fremden Elementen den Eintritt in Handwerk und Bürgerrecht weigert und im engen Zusammenschluß in der Fremde den einzigen Schutz sieht. Vorbildlich ist die Gemeinde der deutschen Kaufleute in Wisby auf Gotland; ihren Mittelpunkt bildet die deutsche Kirche, Sancta Maria Teutonicorum.

Den Verkehr vermittelte, wie angegeben, in der älteren Zeit Schleswig. Seitdem das Herzogtum Sachsen unter den Billungern zur Ruhe kam und die sächsischen Herzöge vielfach in Artlenburg residierten, lag es nahe, auch von hier aus den Weg an die Ostsee zu suchen, zumal Bardowik seit alters hier den Verkehr zwischen Deutschen und Slaven vermittelt hatte. Unter billungischem Einfluß stand ferner im elften Jahrhundert das wendische Fürstengeschlecht, das über Wagrien und Obotriten, oft auch über Polabien gebot und seinen Sitz dort hatte, wo diese drei Landschaften zusammenstießen, in Alt-Lübeck, am Zusammenfluß von Schwartau und Trave. Der Ort ist gewiß noch in der ersten Hälfte des elften Jahrhunderts entstanden, hat dann, mehrfach zerstört, seine Bedeutung verloren, seit mit Lothar und Konrad III. das Reich in die Verhältnisse an dieser Slavengrenze eingriff und mit den Schauenburgern und Heinrich von Badwide dem sächsischen Stamm dieser Zugang zur Ostsee geöffnet wurde. Mit der Gründung Lübecks tritt Schleswig in den Hintergrund, und es hätte vielleicht nicht einmal der Wegnahme der dreihundert russischen, d. h. warägischen, Schiffe vor Schleswig im Jahre 1155 bedurft, um die Kaufleute aus dem westlichen Teil des Herzogtums Sachsen, wie z. B. die von Soest, von der Schlei an die Trave zu locken. Heinrich der Löwe und nach ihm Friedrich Rotbart bestimmten durch ihre Privilegien Lübeck zum Markt der Ostseeländer, indem sie den Russen (den Warägern aus Nowgorod), Gotländern, Normannen, d. h. den Norwegern, und den andern Völkern des Ostens freie Fahrt von und nach Lübeck zusicherten. Dazu kam für die Lübecker Zollfreiheit im ganzen Herzogtum Sachsen. Bedenkt man weiter, daß die Fremden oder wie man damals sagte, die Gäste wohl mit den Bürgern, aber nicht untereinander Handel treiben durften, daß wir es also immer mit Eigenhandel der Lübecker und nicht mit Speditionshandel zu tun haben, so wird es uns nicht überraschen zu hören, daß sich hier bald ein außerordentlich lebhafter Handel entwickelte. Die Stadt vermittelte den Güterverkehr so gut wie die Auswanderung nach den neu erschlossenen Gebieten und war hundert Jahre nach ihrer Gründung in der Tat der Markt für die Ostsee. Lübeck ward schon unter Friedrich I. eine kaiserliche, unter Friedrich II. eine freie Reichsstadt und ist die einzige Reichsstadt an der Ostsee geblieben.

Gegenstände der Einfuhr waren außer dem schon erwähnten Pelzwerk die Erzeugnisse der nordischen Waldwirtschaft, Pech und Teer, Pottasche, später auch Holz selbst, dann Wachs, das in den zahlreichen Honigbäumen Rußlands gewonnen und im mittelalterlichen Gottesdienst in großen Mengen gebraucht wurde; Flachs und Hanf, Eisen- und Kupfererz; dazu kam der Stockfisch und namentlich der gesalzene Hering, als Fastenspeise und Volksnahrungsmittel von großer Bedeutung, ersterer

von Bergen, letzterer anfangs von der pommerschen, dann in immer größerer Menge von der schonenschen Küste. Hier entstand in Skanör und Falsterbo von Ende Juni ab alljährlich eine ganze Stadt von deutschen Kaufleuten, die den dänischen Fischerbooten ihren Fang abnahmen, um ihn dann gesalzen den Städten der Christenheit zuzuführen. Dafür brachte man dem Norden die Erzeugnisse der städtischen Gewerbe, Kleidungsstoffe und Haus- und Handwerksgerät, vor allem die schönen Tuche der flandrischen Weber, für die oft unglaubliche Preise gezahlt wurden; dann aber auch alles, was zum Gottesdienst gehörte, geschriebene, gegen Ende des Mittelalters auch gedruckte Bücher und Goldschmiedearbeiten.

Als Lübeck empor kam, lag dieser Handel noch in den Händen der oben erwähnten Russen, der skandinavischen Völker, der Engländer und der Niederländer. Die „Russen“ verschwinden schon im zwölften Jahrhundert aus der westlichen Ostsee, bald auch aus dem östlichen Teil; Schweden und Dänen sehen sich im vierzehnten Jahrhundert auf die Küstenfahrt beschränkt; auch die Fahrten der Norweger nach England hören allmählich auf und den Engländern selbst geht es nicht besser; in England kaufte der hansische Kaufmann die Wolle, um das in den niederländischen Städten daraus gewonnene Tuch wieder in England teuer zu verkaufen. Die Halle in London, in der die Muster auslagen, hat nach dem Ausdruck jener Zeit — Staal bedeutet Probestück — ihren Namen Stahlhof erhalten, der jener Stätte bis auf den heutigen Tag geblieben ist. Am schwierigsten war es, die Niederländer und die deutschen Kaufleute der Westsee, d. h. der Nordsee, auszuschließen und fernzuhalten. Zeitweise ist auch das geglückt. Unter diesen Umständen suchte man die Zufuhrstraße nach Lübeck möglichst sicher zu machen. Mit Hamburg, das nach der Zerstörung Barodwicks durch Heinrich den Löwen emporkam, wurde ein Vertrag geschlossen, der die große Straße von Cuxhaven bis zur Travemündung für den Kaufmann möglichst sicher stellte; in einem Abstände von zweitausend Schritt vom Ufer oder von der Landstraße sollten feste Plätze nicht geduldet werden. Aber auch weiter nach Osten suchten die Lübecker die Straße in ihre Hand zu bringen; die Zerstörung des eben gegründeten Stralsund, die Erbauung von Elbing, der Plan, eine Stadt in Samland und in entgegengesetzter Richtung in Flandern zu gründen, deuten auf hohe Ziele; man könnte fast von dem Plan einer Hegemonie sprechen.

Damit haben wir die große Straße angedeutet, auf der sich der Verkehr um 1300 bewegte. Am einen Ende bildete Gotland noch den Mittelpunkt für den deutschen Kaufmann; hier befand sich der Oberhof, an den von allen Seiten appelliert wurde, bis es Lübeck im Jahre 1295 gelang, ihn an die Trave zu verlegen. Damit verliert das einst so wichtige,

noch immer reiche Wisby seine Vorortsstellung; noch heute zeugen die Ruinen von sieben großen Kirchen von jener Zeit. Neben Gotland treten dann die Städte des Ordenslandes, Riga, Reval und andere, und der Peterhof zu Nowgorod. Auf der andern Seite bildete der große Markt von Brügge den Gegenpol. Hier kaufte der hansische Kaufmann die Erzeugnisse der gewerbereichen Niederlande und der Mittelmeerländer, sowie die Gewürze des Orients, um sie den Ostseeländern zuzuführen.

Neben dem erwähnten Handelswege blieb die Fahrt durch den Sund bestehen; die Lübecker selbst benutzten sie, um nach Bergen zu fahren, von wo sie Stockfisch und Tran holten. Man fuhr auch weiter nach der Loire-Mündung, um von dort das Baisalz zu holen. Man war aber nach Kräften bemüht, den Wettbewerb der übrigen Städte auf diesen Wegen auszuschließen und baute noch im vierzehnten Jahrhundert den Stecknitz-Kanal, um auf ihm das Lüneburger Salz unter günstigen Bedingungen den Ostseestädten zuzuführen; zeitweise gelang es sogar, die preußischen und die Ordensstädte zum Bezug dieses Salzes und zum Verzicht auf das Baisalz zu nötigen. Man fing auch an, die Trave von Oldesloe aus mit der Alster durch einen Kanal zu verbinden und durfte während des Dreißigjährigen Krieges um Schleswig zu Beginn des fünfzehnten Jahrhunderts die Ostsee als ein *Mare clausum* betrachten.

Es liegt auf der Hand, daß die Ostseestädte sich eine derartige Bevormundung ihres Handels zugunsten einer Stadt auf die Dauer nicht gefallen lassen konnten. Zunächst suchten die Städte des Ordenslandes sich von dem lästigen Zwange frei zu machen; auf der andern Seite bemühten sich die Holländer, Anteil am Ostseehandel zu gewinnen. Verschiedene Umstände begünstigten diese Bestrebungen. Die allmählich zu Beginn des fünfzehnten Jahrhunderts eintretende Abwanderung der Häringszüge von der Küste Schonens nach der Nordsee gab der Schifffahrt der Holländer einen mächtigen Aufschwung und bedeutete zugleich eine große Schädigung für Handel und Schifffahrt Lübecks und der ihm befreundeten wendischen Städte, Wismar, Rostock, Stralsund, Greifswald u. a. m. Auf der anderen Seite war der Wunsch der Ordensstädte, anstatt des Lüneburger Salzes das Baisalz auf dem Seewege wieder an Ort und Stelle zu holen, um so begreiflicher, als sie gute direkte Frachten in Holz und Korn für die westlich gelegenen Länder hatten, die als Massengüter für den Überlandweg von Lübeck zur Elbe doch nicht in Betracht kamen. Diese beiden Gruppen hatten deshalb auch nicht das gleiche Interesse wie Lübeck und seine Nachbarn daran, sich des im übrigen gewiß auch für sie lästigen Sundzolls zu erwehren, den Dänemark seit etwa 1430 von allen nicht zur kalmarischen Union gehörigen Schiffen bei Helsingör erhob. Erschwert wurde überdies die Lage der protestierenden Städte dadurch, daß Dänemark

jeden Wettbewerb der Ostseestädte willkommen hieß, der geeignet schien, Befreiung von der handelspolitischen Bevormundung und Ausnutzung durch die Ostseestädte zu bringen. Wenn man es später Gustav Wasa zum Vorwurf gemacht hat, daß er die Versprechungen nicht hielt, die er den Lübeckern gemacht hatte, als sie ihn nach Stockholm führten, so wird der Grund für das Verhalten des Königs in der Hauptsache in der Abneigung des Volkes gegen die Städte zu suchen sein.

Außerdem ist zu berücksichtigen, daß in der zweiten Hälfte des fünfzehnten Jahrhunderts die Landmächte, mit deren Einwohnern die Städte Handel trieben, politisch erstarkten. In Dänemark kam im Jahre 1448 das noch heute regierende Haus Oldenburg auf den Thron; bald darauf erhielt Schleswig-Holstein denselben Herrscher; Mecklenburg und Pommern wurden zum ersten Mal in ihrer Geschichte politisch geeinigt und der deutsche Orden erlag den Polen. Gegen Ende des Jahrhunderts ward dann auch der Peterhof in Nowgorod von den Großfürsten von Moskau, also von den Moskowitern, die jetzt Russen genannt werden, geschlossen. In ähnlicher Weise verschlechterte sich die Stellung der Städte im Westen, indem die niederländischen Konkurrenten an ihren Landesfürsten, den burgundischen Herzogen, tatkräftige Schirmherren gewannen. Solchen Mächten hatten die vereinzelter Städte nichts Gleichwertiges entgegenzustellen.

Man darf auch nicht vergessen, daß manche Gegenstände des Handels in den bisher ausgebeuteten Ländern selbst hergestellt wurden, indem sich deutsche Handwerker dort niederließen und zugleich Lehrmeister ihrer Kunden wurden.

Eine weitere Veränderung des Handelsbetriebes in der Ostsee hing mit den Gegenständen des Handels zusammen. Die Ordensstädte hatten schon früh Handel mit Getreide getrieben, das in den Lieferungen für den Orden in großen Mengen auf den Markt kam. Abnehmer waren gelegentlich Schweden, dann regelmäßig England und vor allem die gewerblichen Niederlande, später auch Spanien und Portugal, die mit den Edelmetallen der neuen Welt bezahlten und so ähnliche Preissteigerungen hervorriefen, wie wir sie in unseren Tagen erlebt haben. Dieser Handel war gewinnbringend und hatte eine völlige Umwälzung im landwirtschaftlichen Betriebe und in den Agrarverhältnissen der Ostseeländer zur Folge. Große Reichtümer strömten ins Land; Fehmarnscher Weizen ging bis ins Mittelmeer; aber auch schwere Schädigungen des Volkstums blieben nicht aus; mit dem kapitalistischen Betrieb kam die Leibeigenschaft; Fürsten und Adel sahen jetzt glänzende Tage.

Unter diesen Umständen konnten die Ostseestädte ihre Stellung im Ostseehandel nicht behaupten. Verbündet mit den Dänen drangen

die Niederländer in immer größeren Mengen in die Ostsee ein; die neuerdings veröffentlichten Sundzollregister geben ein klares Bild von dieser Entwicklung; es gab Jahre, in denen an viertausend holländische Schiffe den Sund passierten; dazu kamen Engländer und Schotten; die „Schottländer“ finden sich auch als Gewerbetreibende in den Steuerregistern der Ostseestädte; ein Bild der Stadt Pasewalk aus dem Anfang des siebzehnten Jahrhunderts zeigt die Ücker durch ein Schiffchen belebt; es trägt die dänische Flagge.

Neben dem Korn spielte bald auch das Holz eine große Rolle. Man weiß, welche verhängnisvolle Bedeutung die Privilegien der Klöster und der Merinozüchter für die spanische Waldwirtschaft gespielt hat; auch in den Niederlanden herrschte Waldmangel; um so größer war gerade damals der Bedarf an Schiffbauholz bei diesen ersten europäischen Seemächten; gedeckt wurde er zum größten Teil durch Zufuhr aus den Ostseeländern, besonders den östlich gelegenen, und es entspricht gewiß den Tatsachen, wenn Dietrich Schäfer die riesige Holzausfuhr Danzigs, die im Jahr 1587 eine besondere Höhe erreicht, mit dem Bau der großen Armada in Zusammenhang bringt.

Für solche Waren kam der Überlandweg von Lübeck zur Elbe nicht in Betracht; die Bedeutung der Straße durch den Sund wurde immer größer. Zugleich wurden die Schiffe größer; längst war man von der Küstenfahrt zur Fahrt über See übergegangen; die „Ummelandsfahrer“, die um Skagen segelten, noch im dreizehnten Jahrhundert ganz in der Minderzahl, bildeten längs die Mehrheit; das hatte eine mächtige Entwicklung der Seefahrt zur Folge, die aber natürlich besonders den Nationen der Westsee zugute kam; wenn später einzelne Lübecker Kaufleute daran teilnahmen, wie z. B. im siebzehnten Jahrhundert der bekannte Thomas Fredenhagen, so geschah es mehr in der Trampfahrt, weniger im Platzgeschäft.

Lübeck hat im eigenen Interesse und in dem seiner Nachbarn mit allen Mitteln gegen diese Entwicklung des Ostseehandels gekämpft. Noch im Jahre 1511 wurde eine holländische Flotte bei Hela weggenommen und zwölf Jahre später durch ein Bündnis zwischen Lübeck und Danzig König Christian II. von Dänemark entthront und die Auflösung der Skandinavischen Union erreicht. Aber in der Grafenfehde erlagen Lübeck und seine Bundesgenossen, Wismar, Rostock und Stralsund den wieder vereinigten Gegnern Dänemark, Schleswig-Holstein und Schweden. Die ungewöhnliche Volkstümlichkeit des Führers der Städte, Wullenwebers, eines geborenen Hamburgers, die sich bis auf den heutigen Tag erhalten hat, zeigt deutlich, wie allgemein die damalige Entwicklung des Handelsbetriebes als ein Unglück empfunden wurde, zu deren Änderung man kein Opfer scheuen dürfe. Das Kriegsglück war den Städten nicht günstig;

mit der Hansa war es eigentlich schon damals vorbei; der später folgende Siebenjährige Krieg, den Lübeck im Bunde mit Dänemark gegen Schweden wegen der Narwafahrt führte, war kein hansisches Unternehmen mehr. Trotz des großen Seesieges bei Bornholm — es war der letzte deutsche Seesieg für Jahrhunderte — war das Ergebnis unbefriedigend. Nur Bruchstücke der alten Privilegien, auf kurze Fristen bewilligt, widerwillig erneuert oder ganz versagt, bildeten den Rest der alten Hansaherrlichkeit. Hatten die Städte einst ohne des Reiches Hilfe dem deutschen Volke hier eine Welt erobert — auch Karls IV. vielgenannter Besuch in Lübeck galt nur den Handelsinteressen seiner brandenburgischen, schlesischen, böhmischen Besitzungen —, so mußten sie jetzt erfahren, wie ohnmächtig handeltreibende Stadtstaaten gegenüber großen Territorialmächten sind, wenn nicht gleiche Mächte ihnen zur Seite stehen. Diese fehlten; die deutschen Fürsten haben nicht nur ihre Hilfe verweigert, sie haben die Stellung der Städte vielmehr nach Kräften geschwächt; das geschah natürlich im Interesse ihrer eigenen Gebiete und verdient deshalb keinen Tadel; wenn z. B. Preußen um 1700 das Stapelrecht Lübecks nicht mehr anerkennen will und für den Handel Magdeburgs freie Durchfuhr begehrt, so ist ein solches Verlangen durchaus begreiflich. Man war eben längst von der Stadtwirtschaft zur Territorialwirtschaft übergegangen, die außerdeutschen Mächte, wie z. B. England durch Cromwell, bereits zur Nationalwirtschaft.

Auch auf einem andern Gebiet zeigt sich die gleiche Wandlung der Verhältnisse. Zu Beginn des fünfzehnten Jahrhunderts haben wir in Lübeck eine Blüte der Kunst, die ihresgleichen an der Ostsee gewiß nicht, vielleicht auch kaum an der Nordsee hat. Damit erklärt sich die starke Ausfuhr lübischer Kunsterzeugnisse, deren Spuren uns noch heute in allen Ostseestädten grüßen. Das ändert sich gegen Ende des Jahrhunderts. Mehr und mehr dringen die Werke der flandrischen Künstler in die Ostsee; zahlreiche Altäre mit dem Zeichen Antwerpens, den Aarons Händen, beweisen das; Brügge stand damals auf der Höhe; Memlings jüngstes Gericht, heute in Danzig, in Brügge gemalt, für Florenz bestimmt, führt uns in jene Zeit. Wallfahrte man früher von der Ostsee nach Wilsnack oder nach Thann im Elsaß, so fuhren z. B. zu Beginn des sechzehnten Jahrhunderts Schiffe mit Wallfahrern von Stralsund nach St. Jago in Spanien.

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß diese Wandlung im Ostseehandel mit der Entdeckung Amerikas nichts zu tun hat; trotzdem kann man es immer noch hören, daß der Niedergang der Hanse so zu erklären sei. Der Handel an sich war nicht geringer geworden, im Gegenteil, er hatte sich gesteigert; er blieb auch lohnend; Dietrich Schäfer meint, daß im siebzehnten Jahrhundert neun Zehntel des holländischen Kapitals nicht im überseeischen Handel, wie man annehmen sollte, sondern im Ostseehandel

angelegt gewesen seien. Der Handel war nur in andere Hände übergegangen. Die deutschen Küsten und Flußmündungen waren nach dem Dreißigjährigen Kriege fast ausnahmslos im Besitz fremder Mächte; Deutschland selbst befand sich wirtschaftlich völlig im Niedergang, die deutschen Seestädte sanken zu Häfen von provinzieller oder lokaler Bedeutung herab; sie wurden stille Plätze, wie sie es bis in die neueste Zeit gewesen sind, bis der Krieg, der Erreger des Menschengeschlechts, auch hier Handel, Schifffahrt und Gewerbe belebte, als Deutschland zu nationalem Leben erwacht war. Eine Ausnahme machte, wenn auch in bescheidenem Umfange, Lübeck, das mit seinem Handel nach Schweden und besonders nach Finnland und Rußland im Anschluß an ein größeres Hinterland für die nationale Produktion seine alte Aufgabe auch unter den erschwerten Umständen fortzuführen versucht hat. Deshalb war es auch durchaus begründet, daß man für die neue deutsche Flagge, die uns jetzt das Bild der Zerrissenheit vergessen läßt, das auf der See bis 1867 herrschte, für die Flagge Schwarzweißrot im Jahr 1867 die Farben der Hanse weiß und rot mit den preußischen Farben vereinigt hat. Alte und neue Zeit reichen sich so auf das glücklichste die Hand.

Bemerkungen über die Verkehrsgeographie im allgemeinen und die der Ostsee im besonderen.

Von **Gustav Braun**, Basel.

Soweit mir bekannt, liegen aus neuerer Zeit von deutscher Seite zwei prinzipielle Studien über Verkehrsgeographie vor; es erscheint mir für die vorliegende Aufgabe zweckmäßig, dieselben kurz nach der methodischen Seite hin zu würdigen. Der umfassendere Aufsatz stammt von **Alfred Hettner**¹⁾. Im ersten Abschnitt „Die Aufgaben und Methoden der Verkehrsgeographie“ legt der Autor frühere Auffassungen dar und definiert alsdann folgendermaßen: „Im Gegensatz zu diesen Ansichten fassen wir also die Verkehrsgeographie nicht als die Lehre vom Einfluß der Natur der Erdoberfläche auf die Verkehrsverhältnisse, ebensowenig aber als die Lehre von der allmählichen Entwicklung des Verkehrs auf, sie ist uns vielmehr die Lehre von der geographischen Verbreitung der Verkehrsverhältnisse oder von ihrer Verschiedenheit in verschiedenen Erdräumen.“ Weiterhin faßt er „den Verkehr und seine Bahnen nicht, wie man gemeint hat, als Erscheinung der Erdoberfläche auf, sondern vielmehr als die Ortsbewegung von Personen und Waren. Den Gegenstand

¹⁾ A. Hettner: Der gegenwärtige Stand der Verkehrsgeographie. Geogr. Zeitschr. III. 1897. 624.

der Verkehrsgeographie bilden nicht nur die Wege, sondern auch die Transporte, wobei jedoch natürlich deren wirtschaftlicher oder anderer Zweck als gegeben vorausgesetzt und nur deren Ausführung betrachtet wird.“ Von den hier uns besonders interessierenden Fragen des Verkehrs auf dem Meere untersucht Hettner in Abschnitt 4 „Die Seeschifffahrt“ erstens einmal die Entwicklung der Schifffahrt bei verschiedenen Völkern, dann betrachtet er die Küsten in ihrer Brauchbarkeit für die Anlage von Häfen und zum Schluß die Seewege.

Der Aufsatz von Dove aus dem Jahre 1910¹⁾ verspricht nach dem Titel „Ziel und Aufgabe der Verkehrsgeographie“ eine methodische Behandlung des ganzen Stoffes, tatsächlich bietet er nur wenige herausgegriffene Anmerkungen. Dove betont zunächst wie Hettner die Bedeutung einer Untersuchung der Verbreitung der Verkehrsmittel, wobei er einige bemerkenswerte Einzelheiten hervorhebt und treffende Vergleichsvorschläge macht. Der zweite Punkt, den er erörtert, betrifft die Untersuchung der Leistungsfähigkeit der Verkehrswege, der ihm namentlich auch aus praktischen Gesichtspunkten wichtig erscheint. Schließlich stellt er als eine sehr bedeutsame Aufgabe für die geographische Untersuchung der Verkehrsverhältnisse hin „das Eindringen in die Gesetze, nach denen das Relief und das Klima eines Landes oder größerer Erdräume ihren Verkehr beeinflussen“. Diesen beiden Punkten, „Relief und Verkehr“ und „Klima und Verkehr“, sind seine letzten, ebenfalls sehr aphoristisch gehaltenen Ausführungen gewidmet.

Das sind die beiden neuesten methodisch beachtenswerten Äußerungen über das Wesen der Verkehrsgeographie, sie stimmen zum großen Teil in der prinzipiellen Auffassung überein. Die Verbreitung des Verkehrs und seine Abhängigkeit von den naturgegebenen Faktoren zu untersuchen, erscheint beiden Autoren als die Hauptaufgabe der Verkehrsgeographie.

Betrachten wir nunmehr einige Darstellungen der Verkehrsgeographie von Meeresteilen, da uns deren Behandlung an dieser Stelle vornehmlich interessiert. In seiner Darstellung des Mittelmeer-Gebietes²⁾ konstatiert Alfred Philippson zunächst die wirtschaftlichen und klimatischen Gegensätze der verschiedenen Teile des besprochenen Erdraumes. Danach wendet er sich der Auslösung zu, welche dieselben durch den Landverkehr finden und bespricht dessen Wege und Bahnen. Der Seeverkehr wird vornehmlich unter dem Gesichtspunkt der das Mittelmeer passierenden Richtungen des Weltverkehrs behandelt. Die nächsten Abschnitte sind einer

¹⁾ K. Dove: Ziel und Aufgabe der Verkehrsgeographie. Pet. Mitt. 1910 I. 1.

²⁾ A. Philippson: Das Mittelmeergebiet. 2. Aufl. Leipzig 1907.

historischen Darstellung der Verkehrsperioden gewidmet, innerhalb derer die Bedeutung der einzelnen Wege und Richtungen stark geschwankt hat. Wie diese Bewegungen sich vollziehen, wie sich der Verkehr in den angegebenen Richtungen gestaltet, das zeigt schließlich der letzte Abschnitt seiner Darlegungen, der die Handelsflotte der einzelnen Mittelmeer-Staaten und die Hafenplätze in großer Zahl behandelt, ohne aber bei einzelnen länger zu verweilen.

Eine neue monographische Darstellung der Geographie des Atlantischen Ozeans hat in diesem Jahre Gerhard Schott versucht¹⁾. In den Schlußkapiteln seines vorwiegend physisch-geographischen Buches erörtert er in einem „Der atlantische Verkehr, seine Wege und Hilfsmittel“ überschriebenen Abschnitt fast ausschließlich die Wege des Verkehrs in ihrer Abhängigkeit von den Naturverhältnissen, ohne auch nur mit einem Wort auf die Verschiedenheiten der Gegenküsten des Atlantischen Ozeans nach Produkten usw. hinzuweisen, welche den Verkehr anregen und unterhalten müssen. Mit besonderer Vorliebe werden die Segelschiffswege behandelt, die ja in der Tat eine sehr schöne Anpassung an die natürlichen Verhältnisse zeigen. Die wirtschaftliche Bedeutung der Wege wird an Hand einer älteren Karte von Eckert aus dem Jahre 1901 mit wenigen Worten gestreift. Im übrigen geht dann Schott nur noch auf den Telegraphen-Verkehr mit Berücksichtigung der Funkspruchstationen ein.

An dritter Stelle möge mein eigener Versuch über das Ostsee-Gebiet¹⁾ erwähnt werden. Nach einer Darstellung des Ostsee-Bereiches als Wohngebiet und seiner Erfüllung mit Menschen wende ich mich den Produktionsverhältnissen zu, um schließlich darauf basierend den Versuch zu machen, das Ostsee-Gebiet als ein einheitliches, abgeschlossenes Verkehrsgebiet zu charakterisieren. Zu diesem Zwecke betrachte ich zunächst die Ostsee in ihrer Eignung als Verkehrsstraße, also den Weg des Verkehrs in seiner Leistungsfähigkeit, aber auch das Bedürfnis, den Weg zu benutzen und die Fahrzeuge, die es tun. Nach einer kurzen Übersicht des Landverkehrs folgt eine Darstellung der wichtigeren Hafenplätze, wobei das Hauptgewicht darauf gelegt ist, ihre räumliche Entwicklung in Zusammenhang zu bringen mit der jeweiligen Ausbreitung und Ausnutzung ihres Verkehrsgebietes, über welchen Punkt inzwischen auch einige Spezialarbeiten von mir eingeleitet worden sind. In einigen kleinen Tabellen versuche ich dann, soweit ich sehen kann das erste Mal, den inneren Ostseeverkehr, der das Meer nicht verläßt, zahlenmäßig zu ermitteln und damit die Selbständigkeit des Meeres und seiner Umgebung als eines Verkehrsgebietes nachzuweisen.

¹⁾ G. Schott: Geographie des Atlantischen Ozeans. Hamburg 1912.

²⁾ G. Braun: Das Ostseegebiet. Leipzig 1912.

Meine Auffassung der Verkehrsgeographie leitet sich aus der Gesamtauffassung der Geographie her, als der Wissenschaft, deren Aufgabe es ist, die Erde oder besser die Erdoberfläche richtig zu beschreiben. Unter diesem Gesichtspunkt gesehen, ruft Verkehr bestimmte, ihm eigentümliche Umbildungen der Erdoberfläche hervor, die ohne das Vorhandensein von Verkehr nicht ausgebildet würden, die es zu ermitteln, klassifizieren und benennen gilt, die jedenfalls aber beobachtbar sind. Das System der Verkehrsgeographie, wie ich es mir denke, ist etwa das folgende: Sie hat zu betrachten

I. die Verkehrsobjekte; II. die Verkehrsmittel;
III. die Verkehrsstätten und Linien.

Nur der letztere Punkt möge hier nach obigen Darlegungen näher ausgeführt werden; die sichtbaren Erscheinungen sind:

III a. Verkehrslinien:

Landverkehr	{	Richtung	Binnenwasserverkehr	{	Fluß
		Straße			Kanal
		Eisenbahn			Seekanal
Seeverkehr	{	offenes Meer	{	unbefeuert	
		Küstenmeer			befeuert

III b. Verkehrsstätten:

Landverkehr	{	Markt	Binnenwasserverkehr	{	Hafen zur Eisenbahn (Name?)
		Speicher			Hafen zum Seeschiff (Name?)
		Bahnhof			
Seeverkehr	{	Hafen zur Eisenbahn (Name?)			
		Hafen zum Schiff			

Alle diese in der Tabelle enthaltenen Dinge sind Punkt für Punkt über die Erde hin zu verfolgen, um zu einer allgemeinen Verkehrsgeographie zu gelangen, die ihrerseits wieder in dem größeren Rahmen einer allgemeinen „Biogeographie“ steht; die Systeme sind zu erweitern und die Benennungen an Hand von Typen zweckmäßiger zu gestalten, als das bei dem ersten Entwurf möglich ist. So ist beispielsweise der Ausdruck „Speicher“ sicherlich schlecht gewählt für eine Landwege oder Karawanenwege miteinander verbindende Umschlagstätte, weil er nur den die Waren schützenden Raum angibt, aber den den Verkehr vermittelnden Menschen vergißt, der meiner Empfindung nach bei den Ausdrücken Markt und Bahnhof mit der Lokalität untrennbar verbunden erscheint. Die Entwicklungsgeschichte der verschiedenen Elemente des Schema einerseits und die räumliche Ausbreitung

derselben über die Erdoberfläche hin andererseits werden der beste Leitfaden bei solchen Untersuchungen sein.

Im Folgenden sollen die Grundlinien der speziellen Verkehrsgeographie des Ostsee-Gebietes aufgestellt und einzelne Punkte in Ergänzung der Darlegungen meines Buches näher ausgeführt werden, wobei sich die offenen Probleme alsbald zeigen werden.

Da es sich somit um eine Spezialverkehrsgeographie handelt, die etwa der Spezialdarstellung eines Gebietes aus der Länderkunde gleichzusetzen wäre, so scheint mir der zu wählende leitende Gesichtspunkt der gleiche zu sein wie bei der Länderkunde, nämlich die Aufgabe, die Selbständigkeit des zu behandelnden Gebietes zu erweisen und damit eben die Berechtigung einer solchen selbständigen Darstellung.

Um einen guten Ausdruck für den Nachweis der Selbständigkeit eines verkehrsgeographisch zu behandelnden Gebietes zu haben, möchte ich den Begriff „Verkehrsspannung“ einführen und verstehe darunter starke wirtschaftliche Gegensätze innerhalb der Region ausgedrückt in den Produktionsmengen notwendiger Erzeugnisse, die einem Teilgebiet des zu betrachtenden Raumes fehlen, in einem andern aber vorhanden sind. Im Ostsee-Gebiet sind die wirtschaftlichen Gegensätze zwischen dem Norden und Osten einerseits und im Süden und Westen andererseits derart, daß Norden und Osten Ackerbau-Produkte brauchen, während sie Holz und Erze im Überschuß abgeben können. Der Süden und Westen bringt die notwendigen Ackerbau-Produkte in reichlichen Mengen hervor, bedarf aber seinerseits des Holzes und bietet zum Teil für die Verarbeitung der Erze dadurch günstige Bedingungen, daß die dazu erforderlichen Kohlen auf dem Wasserwege bequem herangeführt werden können. So sind also für die Gegenwart die Bedingungen für die Entwicklung eines starken Verkehrsstromes gegeben, der seinerseits der natürlichen Erstreckung der Ostsee ohne weiteres folgen kann.

Es braucht hier nicht betont werden, daß die jetzige Gestaltung des Ostsee-Verkehrs ganz jungen Datums ist; nämlich erst aus der Zeit herrührt, als es möglich wurde, die phosphorreichen Erze von Schweden zu verarbeiten. Es bestanden aber ähnliche Verkehrsspannungen bereits zur Hanszeit und später, als das ganze Ostsee-Gebiet einheitlich landwirtschaftliche Produkte lieferte, Waren des — damaligen — Welthandels aber brauchte. Es wäre wohl lohnend, die Perioden des Seeverkehrs in der Ostsee, seine Umlenkung in verschiedene Bahnen einmal herauszuarbeiten, Material ist genügend da, einiges bemerkte bereits, auch bezüglich der Intensität des Verkehrs, u. a. Chr. Reuter¹⁾ (vgl. seinen Aufsatz in diesem Heft).

¹⁾ Chr. Reuter: Ostseehandel und Landwirtschaft im 16. und 17. Jahrhundert. Meereskunde VI. 1. 1912.

Machen wir einmal den Versuch, für die Gegenwart zu einer Abschätzung der Stärke des Stromes zu gelangen. Auch hier kann wieder nur einiges wenige herausgegriffen werden, wie es die gedruckt vorliegenden Statistiken gerade bieten.

An zur Ausfuhr kommenden Eisenerzen produzierte die Grängesberg-Oxelösund-Gesellschaft in Schweden 1910 etwa 4 Millionen Tonnen. Zur Fortschaffung derselben waren 600 Dampfer von je 5000 ton Ladefähigkeit erforderlich. Von der gesamten Masse geht etwa 1 000 000 Tonnen über Luleå, etwa 900 000 Tonnen über Oxelösund. Zur Bewältigung der Abfuhr von 1 000 000 Tonnen Erz sind also 150 Abfahrten von Dampfern mit 5000 Tonnen Ladefähigkeit erforderlich. Da Luleå nur etwa 5½ Monat für die Schifffahrt offen ist, drängen sich diese Fahrten naturgemäß sehr zusammen. Welche Folgen das für die Ausgestaltung des Hafens hat, werden wir später sehen.

Nächst dem Erz spielt Holz im Export der nördlichen Ostsee-Länder eine entscheidende Rolle; es möge hier der finnische Export herangezogen werden. Finnland führte 1910 nach fremden Ländern (außer Rußland) an Holz und Holzwaren 4 860 000 cbm und 137 450 000 kg aus. Welche Mengen von Fahrzeugen zur Bewältigung dieses Verkehrs erforderlich sind, läßt sich nicht angeben, da die Ausnutzung derselben von der Sperrigkeit der Ware abhängt, auch sehr kleine Fahrzeuge neben sehr großen an der Verschiffung beteiligt sind. Für Schweden betrug der Holzexport 1910: 5 180 000 cbm, wobei die bearbeiteten Holzwaren, deren Wert nahezu 123 Millionen Kronen betrug, nicht mitgerechnet sind (Mengen rund 800 000 Kubikmeter und 840 000 000 kg). Allerdings geht davon ein Teil über die Häfen der Westküste; ich kann diesen Betrag gegenwärtig nicht ermitteln, er dürfte aber nicht groß sein.

Betrachten wir nun umgekehrt die Einfuhr. An Getreide und Mehl importierte Finnland aus dem Ausland (Rußland nicht mitgerechnet) 214 800 Tonnen. Für Schweden kommt wieder die Schwierigkeit der Trennung von Ost- und Westküste hinzu, so daß ich keine Zahl angeben kann.

Aus den mannigfachen durch den Verkehr im Ostsee-Gebiet bedingten Umbildungen der Erdoberfläche seien hier diejenigen herausgegriffen, die durch den E r z v e r k e h r hervorgerufen werden. Das über die Ostsee schwimmende Erz wird zum größten Teil in Gellivara erzeugt, ein im innern Lappland in 365 m Höhe gelegener Ort; der vom Dundret, einem typischen Härtling, um noch etwa 500 m überragt wird. Der kleine Ort Gellivara Kirchdorf (kyrkoplads) besteht nur aus sehr wenigen Häusern, die sich auf einer sandigen Flußaufschüttung in nordöstlicher Richtung vom Bahnhof hinziehen. Das Straßennetz der zum größten Teil erst noch zu erbauenden Stadt weist die übliche Regelmäßigkeit junger Kolonial-

städte auf, indem es sich radialstrahlig an die Hauptkirche anschließt, die als ein weißer Holzbau von ziemlich großen Dimensionen auf einem großen freien Platz oberhalb der Bahn sich erhebt. Jenseits derselben, am Ufer des Vasara Elf, liegt die alte Kirche oder besser Kapelle von Gellivara, die dadurch historisch interessant ist, daß von hier aus die Bekehrung der Lappen zum Christentum 1742 ihren Ausgang genommen hat. Neben der Kirche befindet sich die Tingstätte. Die Straßen der Neustadt sind chaussiert, die einzelnen Grundstücke gut eingeteilt und meist mit Zäunen abgeschlossen, die Holzhäuser ziemlich regelmäßig verteilt; wüst und schattenlos sind nur die vielen freien Plätze zwischen ihnen. Die Drahtmasten der zahlreichen elektrischen Leitungen spielen wie überall auch hier eine große Rolle im Stadtbild.

Gellivara Kirchdorf dient vornehmlich als Bahnhof für die Erzzüge, die hier zusammengestellt werden, als Handelsplatz und zur Erledigung aller offiziellen Geschäfte wie Kirchenbesuch u. s. w. seitens der ganzen Umgebung. Die Erzeugung des Erzes findet etwa 5 km weiter nördlich auf dem Malmberg¹⁾ statt, der sich noch 2—300 m als langgestreckter Rücken über die Hochfläche erhebt, dessen höhere Teile bereits über der Waldgrenze liegen. Die Erze kommen hier in linsenförmigen Körpern in stark metamorphosierten syenitischen Gesteinen vor und treten in schmalen, etwa ostwestlich verlaufenden und südlich einfallenden Streifen an der Oberfläche heraus. Ihrer Härte und Widerstandsfähigkeit ist es jedenfalls zuzuschreiben, daß der Berg, dessen Gesteine an sich nicht härter sind als ihre Umgebung, von der Abtragung verschont geblieben ist. Die vorkommenden Erze werden nach ihrem Phosphorgehalt und darnach ihrem Wert für den Export in eine Reihe von Klassen eingeteilt, die mit Buchstaben benannt werden.

A — Malm max.	0,25%	Phosphor,	69—70%	Eisen,
C ^a — „ „	0,35%	„	66—67%	„
C ^b — „ „	0,80%	„	65—66%	„
D — „ „	0,80%	„	63—64%	„

Die Gruben legen sich im Streichen der Erzkörper rings um den Berg herum, mit einer Ausnahme sind es alles Tagbaue, in denen das Erz einfach gesprengt wird, um dann direkt entweder in die Eisenbahnwagen oder in kleine Loren verladen zu werden, die es zu den den Berg rings umziehenden Eisenbahnlinien bringen. Da die Tagbaue jetzt schon ziemlich tief in den Berg eingesenkt sind, bedient man sich zur Abfuhr meist durch den Berg geschlagener Stollen, welche die einzigen unterirdischen Teile

¹⁾ Vgl. A. G. Högbom: The Gellivare Iron Mountain. Geol. För. i Stockholm Förh. 32. 1910 (auch Guide des Internat. Geol. Kongresses).

der Bergwerke sind. Größere Verschiebeanlagen und Rangierbahnhöfe liegen im Norden des Berges, wo auch die Sortierungsanlage zu finden ist, und im Süden desselben, wo sich die Arbeiterstadt Gellivara Malmberg erhebt, in unmittelbarem Anschluß an den dem Personenverkehr dienenden Bahnhof. Der Ort, dessen Volkszahl etwa 2000 Einwohner beträgt und der somit größer ist als Gellivara selbst, wo nur wenig über 1200 Einwohner zu finden sind, besteht aus unregelmäßig verteilten Häusern, die sich meist an der Bahn entlang ziehen und in deren Gewirr erst ein Ende der neunziger Jahre aufgestellter Bebauungsplan allmählich Ordnung brachte. Die Unbilden der Witterung in diesen immerhin beträchtlichen Höhen — liegt der Ort doch etwa 400 m hoch — sind sehr groß; glühende Hitze im Sommer ohne nächtliche Abkühlung, weil die Sonne nicht untergeht, dazu eine furchtbare Mückenplage und eisige Kälte mit viel Schnee im Winter machen das Wohnen und das Arbeiten in den offenen Gruben zu einem sehr unangenehmen, so daß die Verwaltung in der sorgfältigen Anlage der Wohnorte für die Arbeiter und deren Familien ziemlich viel tun muß, um nicht einen dauernden Wechsel zu haben. Diese notwendige Sorge wird dadurch erleichtert, daß alle Gruben am Berge — mit einer Ausnahme (Koskulls Kulle), die einer österreichischen Gesellschaft gehört — in der Hand eines und desselben großen Unternehmens sind, dem auch die Gruben in Kiruna und viele andere im übrigen Schweden gehören.

Die am Malmberg im Jahre 1910 erzeugte Erzmenge betrug 1 270 000 t. Diese ganze Menge wird auf dem Wege nach Luleå an die Ostsee herangebracht. Erst die Erbauung der Bahn hat die Ausnutzung der unendlichen Erzmengen hier möglich gemacht, denn die frühere Versendungsart mit von Renttieren gezogenen Schlitten konnte natürlich nur ganz geringe Mengen befördern. So tauchte bereits am Ende der sechziger Jahre des verflossenen Jahrhunderts der Plan auf, Gellivara mit dem Lule Elf etwa bei Storbacken durch eine Bahn zu verbinden, so daß die Erze dann auf dem Wasserwege herunter kommen könnten. Nachdem große Mittel für die Anlage von Kanälen zur Umgehung der Stromschnellen des Lule Elf ausgegeben waren, wurden die Arbeiten eingestellt. Ende der siebziger Jahre tauchte der Plan auf, durch eine Bahn Luleå mit dem Ofoten-Fjord in Norwegen zu verbinden und so für die Erzausfuhr gleichzeitig einen immer eisfreien Hafen zu erhalten. Dieser Plan drang durch und die Arbeiten begannen 1884. Sie wurden mit großer Schnelligkeit, wenn auch ein wenig nachlässig, ausgeführt, so daß am 16. Dezember 1887 Gellivara erreicht war und am 12. März 1888 der erste Erzzug in Luleå ankommen konnte. Später übernahm der Staat die Bahn und baute sie mit einem Aufwand von 7 Millionen Kronen zu einer wirklich leistungsfähigen Vollbahn aus, deren Fortsetzung nach Norwegen 1898 begonnen und Januar

1903 vollendet wurde. Gegenwärtig befindet sich diese Strecke in starker Umbildung dadurch, daß sie mit Hilfe der Wasserkräfte des Lule Elf elektrisiert werden soll, wobei Gellivara als Bahnknotenpunkt dadurch neue Bedeutung erhielt, daß von hier die Bahn nach den Porjus-Fällen abgeht, die zur Gewinnung der Wasserkräfte ausgebaut werden, eine Bahn, die zugleich das erste Glied einer inneren schwedischen Längsbahn werden soll.

Der Hafenplatz, wo die in Malmberg und zum geringeren Teile auch die in Kiruna erzeugten Erze zur Ausfuhr kommen, ist Luleå. Der Ort liegt an der unregelmäßig gegliederten Küste des Bottnischen Meerbusens, ziemlich weit vom offenen Meere entfernt, auf einigen flachen runden Felsbuckeln, zwischen denen Strandgerölle, Flußsande und Tone als Zeugen der großen Landhebung nach der Eiszeit sich ausbreiten. Die Stadt, die 1621 ihr erstes Privilegium erhielt, lag etwa 10 km oberhalb, wurde aber bereits im Jahr 1649 an ihren heutigen Platz verlegt. Ihre ohnehin langsame Entwicklung wurde durch wiederholte große Feuersbrünste und einen Überfall durch die Russen 1716 stark gelähmt, zumal sie auch kein eigenes Stapelrecht besaß. 1819 zählte Luleå erst 919 Einwohner; 1856, mit der Verlegung der Regierung von Piteå hierher, wurde die Entwicklung lebhafter, aber erst die Vollendung der Gellivara-Bahn hob Luleå mit einem Schlage über all die kleinen Städtchen des Bottnischen Meerbusens heraus. Ihr heutiges Aussehen hat die Stadt nach einem großen Brande im Jahre 1887 angenommen, das Straßennetz ist ganz regelmäßig rechtwinklig angelegt. Der Hauptteil der Stadt erstreckt sich auf einer Halbinsel zwischen den Eisenbahnanlagen im Osten und einigen zum Teil noch bewaldeten Hügeln und Felsbuckeln im Westen, wo der Lule Elf vorbeifließt. So hat die Stadt zwei Häfen, einen inneren, der nur dem kleinen Verkehr dient, und einen sehr geräumigen tiefen äußeren Hafen, der einen Teil der Personenschiffahrt und vor allen Dingen die Erzschiffahrt aufnimmt. Betrachtet man die Stadt aus einiger Entfernung von außen her, z. B. von dem Aussichtsturm auf der Svartö, so heben sich aus den gleichmäßigen Häusergruppen vor allen Dingen die Kirche, die Schule und eine Bank, sowie am Westende eine Brauerei stark hervor, ohne daß dadurch — abgesehen von der Größe, zählt doch Luleå etwa 9000 Einwohner — ein wesentlich anderes Bild geboten würde, wie es auch den anderen kleinen Städtchen am Bottnischen Meerbusen eigen ist. Von Nordwesten aus gesehen ist der Anblick imposanter und erinnert durchaus an Hansestädte im südlichen Ostsee-Gebiet, deren Habitus auch in der neueren Architektur bewußt nachgestrebt wird.

Die Teile aber, denen Luleå seine Bedeutung verdankt, liegen im Osten des äußeren Hafens am Rande der Svartö. Die Eisenbahn führt an dem Bahnhof der Stadt vorbei direkt dorthin und erreicht im Erzbahnhof

eine außerordentlich große Breitenentwicklung. Die Bedingungen für die besondere Ausbildung des Hafens von Luleå als Erzhafen gegenüber andern Erzhäfen, wie z. B. Narvik, liegen darin, daß erstens einmal während beinahe eines halben Jahres das zugeführte Erz hier gelagert werden muß, weil der Hafen zugefroren ist, zweitens dadurch, daß die Bahn bei der Stadt bereits annähernd im Meeresniveau verläuft und daß zum bequemen Beladen der Erzschiffe daher ein Emporheben der Erzmengen bis zu einer solchen Höhe erforderlich ist, daß es möglich wird, dieselben direkt von oben her in die Laderäume der Schiffe hineinzuwurfen. Die Lagerung der Erze, die zur Verschiffung in der nächsten Schiffsfahrtsperiode bestimmt sind, erfolgt am Nordende der Svartö, ihre Sortierung und das spätere Wiederaufnehmen besorgt ein großer eiserner Verteiler auf gewaltig hohem Mast, der als ein Wahrzeichen von Luleå weit das niedrige Land überragt; außerdem sind Greifbagger in Tätigkeit, die das aufgestapelte Erz wieder in Eisenbahnwagen verladen, die es den Schiffen zuführen. Das Emporheben der Erzwagen bis zu der erforderlichen Höhe wird in Luleå gegenwärtig auf zweierlei Weise erreicht. Einmal — und das ist die ältere Anlage — werden die Wagen auf eine Art Fahrstuhl innerhalb eines großen hölzernen Gerüsts einzeln gehoben, dann entleert, worauf sie wieder im Fahrstuhl nach unten sinken, zweitens werden die ganzen Züge mit Hilfe von Rampen soweit in die Höhe gefahren, daß sie auf die Laderampe schließlich hinaufkommen, auf der Wagen nach Wagen entleert wird, bis der ganze Zug leer ist und einem neuen Platz machen kann. Diese beiden verschiedenen Anlagen beeinflussen das Landschaftsbild der nur 50 m hohen Svartö sehr stark.

Die zum Betriebe der Gruben und der Eisenbahn nötigen Kohlen werden von den Erzdampfern oder auch von Segelschiffen als Rückfracht nach Luleå gebracht, so daß sich zu den übrigen Anlagen zum Beladen der Dampfer mit Erzen noch eine solche zum Löschen und Lagern der Kohlen anschließt. Entsprechend diesen großen Anlagen und der kurzen Schiffsfahrtszeit ist der Verkehr während derselben oft sehr stark; so waren am 14. August 1912 nicht weniger als 3 schwedische, 1 dänischer, 1 deutscher, 1 englischer, 1 norwegischer, also sieben Erzdampfer von beträchtlicher Größe im Hafen, außerdem noch vier große, ebenfalls in Erz- und Kohlen-schiffahrt beschäftigte Segler.

Auch die Umbildung der Einfahrt, wie sie für den starken Verkehr erforderlich war, weist den von außen Kommenden darauf hin, daß er sich einem bedeutenden Hafenplatz nähert, der weit die übrigen am Bott-nischen Meerbusen übertrifft. Leuchtfeuer und Seezeichen markieren die Einfahrt, die an einer Stelle durch einen ganz engen, zum Kanal ausgestalteten Sund führt. Die Holme und kleinen Inseln im Bereich der Ein-

fahrt sind zum großen Teil ihres ursprünglichen Waldkleides beraubt worden, um für die Schifffahrt notwendige Zeichen aufnehmen zu können.

Der zweite wichtige Erzhafen Schwedens an der Ostseeküste ist Oxelösund in der Landschaft Södermanland, ursprünglich angelegt als Vorhafen von Nyköping. Die hier zur Verschiffung kommenden Erzmengen, die vornehmlich aus dem Grubenbezirk Grängesberg im südlichen Kopparberg Län stammen, betrugen im Jahre 1910 nahezu 900 000 t, also nicht viel weniger als in Luleå, dem gegenüber Oxelösund den Vorteil hat, daß sein Hafen immer eisfrei ist, so daß die Verschiffung während des ganzen Jahres vor sich gehen kann. Die Einrichtungen dort sind mir nicht bekannt, sie gleichen aber, soviel ich weiß, denen von Luleå, zumal sie auch der gleichen Gesellschaft gehören.

Der Weg, den das Erz von Gellivara nimmt, führt über die Ostsee nach Süden, nur ein sehr kleiner Teil (1910: 57 000 t) wird in Karlsvik bei Luleå selbst verarbeitet. Das meiste nehmen die deutschen Häfen Danzig, Stettin und Lübeck auf, soweit es nicht nach dem Ruhrgebiet weiter geht. Auch das Bild dieser Häfen ist durch die dem Erzverkehr dienenden Anlagen stark verändert worden. Die Zufahrtswege mußten für die großen Erzdampfer zum Teil erheblich vertieft und gerade gemacht werden. Am meisten in die Augen fallen neben den Hochöfen und ihren Nebenanlagen selber die Vorrichtungen zum Löschen der Erzmengen. Sie bestehen in großen Eisengerüsten, von denen Greifbagger ausgehen, welche direkt geöffnet in die Luken des Schiffes hinabgelassen werden, dort sich schließen und wieder gehoben werden, worauf mit oder ohne seitliche Schwenkung die Öffnung und Entleerung über den bereitstehenden Loren oder Eisenbahnwagen erfolgt, die das Erz dem Hochofen zuführen. Diese bedeutenden Anlagen liegen in Lübeck, Stettin und Danzig unterhalb der Städte und des eigentlichen Hafenbezirkes, dem sie in ihrer besonderen Ausbildung ganz fremd gegenüberstehen. Das ist am ausgeprägtesten in Danzig, wo es sich um ganz flaches niedriges Land handelt und der Hafen überhaupt noch nicht sehr entwickelt ist.

Von all den die Ostsee durchziehenden Verkehrsströmen habe ich im Vorstehenden nur einen behandelt. Die übrigen sind vielleicht weniger intensiv, aber nicht minder wichtig. Überall gilt es, die allmählichen Umbildungen der Häfen zu verfolgen, die von Anlegeplätzen der Wikinger Flotten zu den jetzigen Umschlagstätten wurden, wobei ein besonders interessantes Kapitel der noch im einzelnen zu beschreibende Kampf der nördlichen Häfen mit der Landhebung ist, die im Jahrhundert den Betrag von über 1,50 m erreichen kann. Trotz der häufigen großen Feuersbrünste und auch gelegentlicher Zerstörungen durch den Feind, haben sich auch im Ostsee-Gebiet sichtbare Reste älterer Verkehrsperioden erhalten,