

Landesbibliothek Oldenburg

Digitalisierung von Drucken

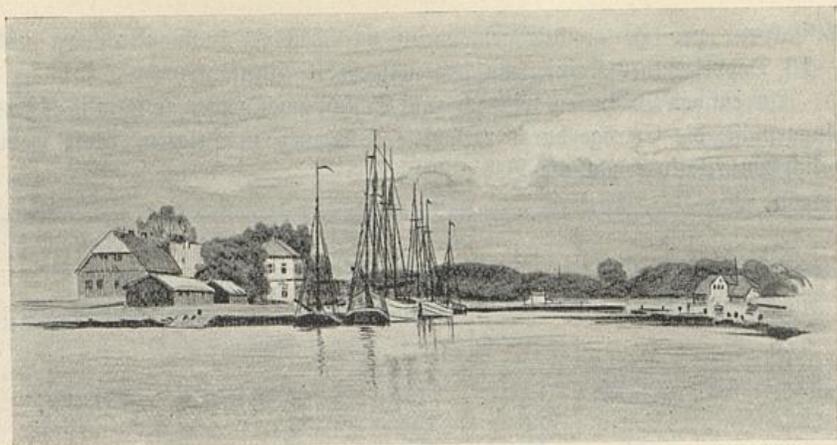
Heimatkunde des Herzogtums Oldenburg

Schwecke, W.

Bremen, 1913

Das Seegebiet Oldenburg. Von Marine-Oberbaurat W. Krüger in
Wilhelmshaven.

urn:nbn:de:gbv:45:1-3814



Barelerhafen.

W. Morisse.

Das Seegebiet Oldenburgs.

Von Marine-Oberbaurat **W. Krüger** in Wilhelmshaven.

Die Bedeutung der See für Oldenburg. Deutschlands Zukunft liegt auf dem Wasser. Dieses Schlagwort drückt die Tatsache aus, daß die Übervölkerung einen großen Teil der Deutschen zwingt, den Lebensunterhalt in der Industrie zu suchen. Deren Erzeugnisse aber müssen bei anderen Völkern gegen Lebensmittel umgetauscht werden und zwar in der Hauptsache durch den Seehandel mit seinen billigen Frachten. Diese Tatsache wird sich immer mehr Geltung verschaffen, selbst bei den Landleuten, weil deren Kinder doch auch nicht alle auf dem Besitz ihrer Vorfahren ihr Brot finden können.

Oldenburg ist ein wichtiges Glied im Rahmen des deutschen Seeverkehrs. Die oldenburgischen Häfen haben schon an sich verhältnismäßig starken Verkehr; auch bildet oldenburgisches Seegebiet das eine Ufer der Fahrstraße zur zweitgrößten deutschen Handelshafengruppe, zu den Weserhäfen. Sodann ist der wichtigste Flottenstützpunkt Deutschlands, Wilhelmshaven, rund um von oldenburgischem Gebiet umgeben.

Mit Zunahme der Bedeutung des deutschen Seehandels bedürfen auch die Verbindungsstraßen zwischen Land und See der Verbesserung. Die Seeverhältnisse des Küstengebietes werden daher in neuerer Zeit auch in Deutschland viel eingehender erforscht als früher.

Aber nicht nur als Bindeglied des Seeverkehrs ist die Küste wichtig. Von den Küstenverhältnissen hängt auch die Bewirtschaftung eines breiten und zwar sehr fruchtbaren Landstreifens an der See ab. Die ganzen Marschen sowie ein großer Teil des Moores und der Geest liegen tiefer als die See bei Hochwasser, besonders bei Sturmfluten. Die Marsch aber ist ein Kind des Meeres.

Zur Heimatkunde Oldenburgs gehört daher unbedingt auch die Kenntnis seines Seegebietes. Daß dieses hier etwas ausführlicher behandelt ist, mag

darin seine Erklärung finden, daß es nur sehr wenig und besonders wenig auf wissenschaftlicher Grundlage beschrieben ist, so daß auf frühere Veröffentlichungen kaum Bezug genommen werden kann, und daß das Seegebiet nur schwer zugänglich und schwer zu übersehen ist, da man nur an Hand außerordentlich zahlreicher Karten, Messungen und Beobachtungen einen Überblick darüber gewinnen kann.

Stand der Kenntnisse über das Seegebiet. Über die Verhältnisse, unter denen sich die ältere Meeresablagerung der oldenburgischen Küste gebildet hat, ist man nur sehr wenig unterrichtet. Es ist nicht einmal möglich, eine anschauliche Darstellung des oldenburgischen Küstengebietes von 1400 zu geben. Man weiß wohl, daß es viel buchtenreicher als jetzt war. Um 1500 reichte die Harlebucht bis Middoge, die Made bis Schaar, die Ausläufer des Jadebusens im Westen bis Neustadt-Gödens und Horsten in Ostfriesland, im Süden bis Fader-Altendeich, im Südosten bis Rodenkirchewurp. Von dem allmählichen Landgewinne kann man sich auch an Hand der alten Deiche eine Vorstellung machen; schwieriger ist es schon mit den Landverlusten, soweit sie vor 1600 auftreten. Von dem früheren Zustand der Wasserläufe fehlt einstweilen noch alle Kenntnis. Es sollen deshalb nur der heutige Zustand und die jetzt auf seine Veränderung wirkenden Kräfte besprochen werden, auf zurückliegende Veränderungen aber soll nur soweit eingegangen werden, als sie sich aus dem heutigen Zustand mit einiger Sicherheit erklären lassen.

Umfang des oldenburgischen Seegebietes. Das Seegebiet Oldenburgs umfaßt die Umgebung der östlichsten ostfriesischen Insel Wangeroog einschließlich des Teiles von Spiekeroog östlich der Verlängerung der jeverschen Grenze nach Norden, die Jade und einen Teil der Außenweser, d. h. der Weser von Bremerhaven seewärts. Hier verläuft die Grenze am Langlütjensand entlang dicht an dem geraden Strich, der auf der Karte zu sehen ist. Nach See zu erstreckt sich das Hoheitsgebiet drei Seemeilen, das ist 3×1852 m von der Wattgrenze ab.

Das Seegatt zwischen Spiekeroog und Wangeroog heißt die Harle, das Seegatt zwischen Wangeroog und Minsener Old Dog die Blaue Balje. Das Watt zwischen Wangeroog und dem Festland ist das Neue Brack. Die Jade reicht nach Westen bis ans Westende der Jadeplate. Die Blaue Balje kann schon als ein Nebenfluß der Jade betrachtet werden; zwischen ihr und der Jade liegt die Strandinsel Minsener Old Dog. Bei der Jade unterscheidet man die Außenjade, die bis Schillig reicht, dann die Innenjade von Schillig bis Wilhelmshaven und den Jadebusen. Der Jadebusen mündet mit drei Armen in die Innenjade; es sind das Marientief bei Wilhelmshaven, vom Hauptarm, dem Bareler Fahrwasser, durch den Schweinsrücken getrennt, und die Ahne, das Fahrwasser bei Eckwarderhörne. In der Innenjade liegen die Geniusbank und die Hooxsielplate, zwischen denen das Hauptfahrwasser hindurchgeht. Die Außenjade mündet mit dem Wangerooger Fahrwasser zwischen Wangeroog und Jadeplate und mit der Alten Jade, dem jetzigen



Haupt-Jade-Fahrwasser, zwischen Jadeplate und Roter Grund in die See. Jade und Weser sind durch den Roten Grund, die Strandinsel Alte Mellum mit ihrem nördlichen Ausläufer, der Mellum-Plate, und durch das Watt Der Hohe Weg voneinander getrennt. Zwischen dem Roten Grund und der Mellum-Plate geht die Weserfahrt hindurch, über die hinüber ein Teil des Wassers der Alten Jade in die Weser geht und umgekehrt. Die Wattfahrt zwischen Jade und Weser geht durch die Sengwarder Balje, die südlichste Balje auf dem Hohen Weg, östlich von Sengwarden in Feverland. Die Weser mündet mit zwei Armen, der Weser, früher die Neue Weser genannt, und der Alten Weser, in die See; zwischen beiden liegt der Rote Sand. Eine kleinere Nebenverbindung mit der See ist die Tegeler Rinne zwischen der Tegeler Plate und dem Ever-Sand. Östlich des Hoheweg-Leuchtturms trennt sich die Weser in das Fedderwarder Fahrwasser, das früher das Hauptfahrwasser war, jetzt aber bei Waddens tot läuft, und das Dwars-Gatt mit dem daran anschließenden Wurster Fahrwasser. Zwischen den beiden Fahrwassern liegen die Kobben-Plate und der Langlütjen-Sand, die durch das Bremer Loch, ein Nebenfahrwasser der Weser, getrennt sind.

Durch die Leitsektoren der Leuchttürme und die Feuerschiffe sind die Fahrwasser in der Karte gekennzeichnet. Die wichtigsten Leuchttürme sind für die Jade die auf den Watten von Arngast und Voslapp und der von Schillig. Nur ein Feuerschiff ist für die Jade allein bestimmt und zwar „Geniusbank“. Der Arngast-Leuchtturm ersetzt den in der Karte noch eingetragenen Barelser Leuchtturm. Er steht mitten im Leitsektor von Barel, etwas nördlich vom Leitdamm auf dem Watt, nicht auf der Insel Arngast. Der Jade und Weser gemeinschaftlich dienen die Leuchttürme Wangeroog und Roter Sand und die Feuerschiffe „Weser“, „Lußenjade“ und „Minseher Sand“. Für die Weser allein sind vorhanden die Watt-Leuchttürme Hoherweg, Eversand-Oberfeuer und -Unterfeuer und Meyers Legde, der Turm von Solthörn und die Türme von Bremerhaven sowie das Feuerschiff „Bremen“.

Begriffsbezeichnungen. Da die Bezeichnungen der im Küstengebiet vorkommenden Begriffe wechseln, ist hier eine Anzahl der von mir angewandten Begriffsbezeichnungen aufgezählt. Die Fläche, die bei mittlerem Hochwasser unter Wasser kommt und bei mittlerem Niedrigwasser trocken läuft, heißt Watt. Unter Strand sei diejenige flache Uferstrecke verstanden, die von schwerer See getroffen wird, aus der deshalb alle Schlickbestandteile ausgewaschen sind, so daß das Ufer an einer Sandküste aus reinem Sand besteht. Ein Teil des Strandes kommt regelmäßig unter Wasser und gehört deshalb zum Watt. Ein Teil des Strandes liegt über Hochwasser. Dieser Teil geht in die Dünen über. Das sind Erhöhungen aus Sand, die zusammengeweht sind. Außengroden ist das uneingedeckte Grünland, das bei höherem Hochwasser unter Wasser kommt. Inseln sind trockene, rundum von Wasser umgebene Flächen. Düneninseln verdanken ihre Gestalt den Dünen, wie Wangeroog; Strandinseln, die Vorstufe der Düneninsel, sind Minseher-Old-Dog und Mellum. Ein Teil von letzterem ist allerdings

Düneninsel mit etwas Außengroden. Wattinseln sind Wattflächen, die zeitweise rundum von Wasser umgeben sind. Riffe sind den Inseln vorgelagerte Sandbänke, von denen einige teilweise trocken laufen. Der Übergang vom Strande bis zur tieferen See, etwa bis zur 15 m-Linie oder bis dahin, wo der Seeboden flacher wird, sei der Vorstrand genannt.

Auf dem Watt befinden sich Rinnen, die bei Niedrigwasser trocken laufen oder noch mit wirklichem Gefälle Wasser abführen; dies sind Priele. Sie münden in Baljen, die bei Niedrigwasser nicht trocken laufen, diese wieder in Seegatten, die die Inselkette durchbrechen und die Verbindung des Watts mit der See herstellen. Einzahl: das Priel, die Balje, das Seegatt. Die Blaue Balje z. B. ist ein Seegatt. Die Jade und die Weser seien Ströme genannt, die durch die Platen in einzelne Rinnen geteilt werden. Eine sattelartige Niederung auf einem eine Wasserscheide bildenden Wattrücken heißt eine Legde (von leeg = niedrig). Die Rinnen auf dem Strande sollen Strandpriele heißen, die Rinnen zwischen Strand und Riff Strandbaljen.

An der Mündung eines Wasserlaufs in einen größeren liegt eine Barre. Der Strom aus dem kleinen Wasserlauf verteilt sich hier fächerförmig. Dadurch nimmt seine das Strombett reinigende Kraft ab. Es bilden sich Ablagerungen, in die der Strom Rinnen frist, die aber flacher sind als der kleinere Wasserlauf oberhalb. Dieses Gebiet der Verflachungen heißt die Barre. Jedes Priel läuft mit einer Barre in die Balje aus, jede Balje mit einer Barre in das Seegatt, jedes Seegatt und jeder Strom mit einer Barre in die See. Die Barre der Jade ist das Gebiet der Platen nordöstlich von Minsener-Old-Dog.

1190 Eine Vertiefung in einer Rinne, die sich nur auf kurze Länge ausdehnt und durch Wirbel entstanden ist, ist ein Kolk.

Veränderlichkeit des Gebietes. Der Untergrund des oldenburgischen Seegebietes besteht zum größten Teil aus jungem Sand, der vom Meere an seine jetzige Lagerstelle gebracht ist und keine Bindemittel enthält. Je weiter nach Norden, desto tiefer liegt der alte, widerstandsfähigere Boden: bei Arngast steht er an, bei Wilhelmshaven liegt er rund 6 m unter Niedrigwasser, bei Geniusbank 8 m, bei Wangeroog rund 14 m. Der ungebundene Seesand wird vom stärker strömenden oder von Wellen bewegten Wasser aufgewirbelt und hält sich in ihm schwebend, bis die Bewegung des Wassers sich genügend verringert hat. Da aber die Wassermasse fast ständig in Bewegung ist, ändert sich ständig die Gestalt der Meeres-Sohle und -Küste. Auch an der Festlandsküste, an der sich zum größten Teil ein schmaler Streifen loser Schlickablagerung entlang zieht, wird die Wattoberfläche ständig umgelagert. Nur dort, wo festere, ältere Schichten anstehen, ist die Meeressohle weniger veränderlich.

Das Wasser wird durch verschiedene Kräfte in Bewegung gesetzt. Es sind dies die Flutwelle mit ihrem ständigen Steigen und Fallen des Wassers und mit dem dadurch hervorgerufenen ständigen Wechsel der Uferlinie und starken Tideströmungen und die Einwirkung des Windes auf das Wasser.



Durch den Wind werden einmal die Wellen erzeugt, dann aber wird auch die gesamte Wassermenge fortgetrieben. Der bewegenden Kraft des Wassers bieten die Muschelbänke und der Pflanzenwuchs an der Hochwasserlinie sowie die Strand- und Uferschutzwerke der Menschen Widerstand. Eine weitere Veränderung der Meeresküste entsteht durch das Fortwehen des Sandes am Strande.

Ebbe und Flut. Die gewaltigste dieser Kräfte ist die der Flutwelle. Für die damit zusammenhängenden Erscheinungen werden amtlich die in den Annalen für Hydrographie 1904, S. 449 aufgeführten, sehr zweckmäßigen und deutschen Bezeichnungen angewandt, zu denen sich auch diejenigen bequemen sollten, die beruflich nichts mit der See zu tun haben. Es würden dadurch viele Irrtümer vermieden. Es sei eine Anzahl der Begriffe aufgeführt: Eine Tide ist die einmalige Erscheinung des regelmäßigen Steigens und Fallens des Wassers von Hochwasser zu Hochwasser oder Niedrigwasser zu Niedrigwasser. Flut ist das Steigen, Ebbe das Fallen. Hochwasser und Niedrigwasser sind die beiden äußersten Wasserstände einer Tide. „Bei drei Viertel Flut“ usw. bezeichne den Zeitpunkt, in dem drei Viertel der Flut verflossen sind. Mittleres Hochwasser und Niedrigwasser sind die aus der Gesamtzahl der Wasserstandsbeobachtungen gemittelten Werte. Tidenhub ist der Höhenunterschied zwischen dem Hoch- und dem Niedrigwasser einer Tide. Aus der Gesamtzahl der Tidenhübe wird der mittlere Tidenhub ermittelt. Springtide ist bei der Jade die fünfte Tide nach Neumond und Vollmond, bei der der Tidenhub im Mittel am größten ist; Ripptide die fünfte Tide nach halbem Mond, bei der der Tidenhub im Mittel am kleinsten ist. Hafenzzeit ist diejenige Zeit, zu der an dem betreffenden Küstenpunkte an dem Tage des Neumonds oder Vollmonds im Mittel das Hochwasser eintritt. Die durch die Tide hervorgerufenen Ströme heißen Tideströme; Flutstrom ist der Strom, der in der Hauptsache in der Zeit der Flut läuft, Ebbestrom der Strom in der Zeit der Ebbe. Der Übergang von einem Strom zum andern heißt das Stromfentern. Der Augenblick der Stromfenterung fällt in der Regel nicht mit Hochwasser oder Niedrigwasser zusammen, sondern tritt später ein. Es läuft also während der Ebbe noch eine Zeit lang Flutstrom und umgekehrt. Sturmflut ist eine durch starke Winde erzeugte, besonders hohe Flut, Sturmebbe eine durch Sturm erzeugte, besonders niedrige Ebbe. Westwinde erzeugen an der deutschen Nordseeküste hohe Wasserstände, Ostwinde niedrige. Die Tide schreitet von Westen nach Osten vor. Die Flut tritt in der Harle z. B. um zehn Minuten früher ein als in der Blauen Balje.

Die Flutwelle entsteht durch die sich ständig ändernde Stellung von Mond und Sonne zur Erde und deren sich dadurch ständig ändernde Anziehungskraft auf die beweglichen Teile der Erde, das ist auf das Wasser. Je nach der gegenseitigen Stellung zu einander ist die Flutwelle größer oder kleiner.

Näheres über das Wesen von Ebbe und Flut ersieht man zweckmäßig aus der kurzen Darstellung von Professor Dr. Bidlingmaier, „Ebbe und

Flut", 5. Heft der Sammlung volkstümlicher Vorträge des Instituts für Meereskunde. 1908, Berlin, Ernst Mittler & Sohn. Preis 50 Pfg.

Ebbe und Flut in der Nordsee. In die Nordsee setzt die Flutwelle von drei Seiten mit ein und derselben Ozeanwelle hinein und zwar zwischen Dover und Calais hindurch, zwischen Schottland und den Shetlands Inseln hindurch und nördlich um diese Inseln herum. An der norwegischen Küste sind die Tidenhübe sehr gering, im Skagerrak verschwinden sie fast ganz, nehmen nach Süden hin bis zur Elbe aber wieder zu. An der englischen, belgischen und südholändischen Küste ist der Tidenhub erheblich größer; zwischen Hoek van Holland und Texel ist er wieder etwas schwächer und nimmt dann bis zur Elbemündung ständig zu. Der Verlauf der Flutwellen in der Nordsee ist noch ungeklärt; an ihrer Südküste läßt er sich annähernd wie folgt erklären: An der Ostküste Großbritanniens laufen die von Norden und Süden kommenden Teilwellen entlang und treffen sich östlich von Yarmouth, von wo sie, roh betrachtet, als eine Flutwelle südlich der Doggerbank nach Osten bis an die holsteinische Küste laufen und zwar so, daß bei Holstein Niedrigwasser ist, wenn bei England Hochwasser ist. Wenn bei Yarmouth Hochwasser ist, ist in der ganzen südlichen Nordsee nach Osten gerichteter Flutstrom, und wenn in Yarmouth Niedrigwasser ist, nach Westen gerichteter Ebbestrom. Siehe darüber Näheres in den 12 Karten der Gezeitenströmungen in den Gezeitentafeln (Berlin, Mittler & Sohn. 2 Mark).

Es ist aber nicht so zu betrachten, als ob die Wassermasse in sechs Stunden den Weg von England nach Holstein zurücklegt. Das Wasser macht einen viel, viel kleineren Weg; in der Karte „Deutsche Nordküste der Nordsee“ ist in rot der Weg eingetragen, den ein vom Winde unbeeinflusster Schwimmer, also auch das Wasser, vor Spiekeroog zurückgelegt hat. Die Schwimmerbahn beginnt kurz vor Niedrigwasser; mit Flut geht sie nach Osten, mit Ebbe nach Westen. In sechs Stunden, in denen die Flutwelle von England nach Holstein läuft, legt das Wasser nördlich von Spiekeroog nur einen Weg von der Länge dieser Insel zurück. In der Außenjade, dem Teil der Jade außerhalb Schillig, ist der zurückgelegte Weg doppelt so lang wie vor Spiekeroog; in der Innenjade, das ist in der Jade zwischen Schillig und Wilhelmshaven, wird er noch länger. Die Stromgeschwindigkeit beträgt bei halber Tide vor Spiekeroog $0,55 \text{ m/sek.}$ bis $0,77 \text{ m/sek.}$, in der Jade $1,25 \text{ m/sek.}$ bis $1,8 \text{ m/sek.}$, so weit sie gemessen ist. Je größer der Tidenhub, desto stärker der Strom. Zum Vergleich sei bemerkt, daß im Pentlandkanal, zwischen Schottland und den Orkney-Inseln, $5,5 \text{ m/sek.}$ vorkommt.

Tidewerte. Will man eine Küste verstehen, so muß man eine Übersicht über die vorkommenden Wasserstände und die Zeit und die Häufigkeit ihres Auftretens haben. Nachstehend sind einige Auszüge gegeben, ähnlich wie sie in dem Werk: Deutsche Küstenflüsse, herausgegeben von der Preussischen Landesanstalt für Gewässerkunde (Berlin 1911, Ernst Mittler & Sohn), enthalten sind, aber etwas anders zusammengestellt.



Ort	Hafentzeit		Tidenhub m	Dauer des		Mittleres		Höchstes Spochwasser	Niedrigstes Niedrigwasser	Niedrigstes Spochwasser	Höchstes Niedrigwasser	Bemerkungen		
	Stb. Min.	Min.		Stb. Min.	Fallens Min.	Hoch- wasser	Niedrig- wasser							
			abgekürzt											
						M. H. W.	M. N. W.	H. H. W.	N. N. W.	N. H. W.	H. N. W.			
Gruppe I: Die deutsche Bucht.														
Knoek (Dollart)	1	58	2,74	—	—	+1,14	-1,60	+4,96	-2,24	-0,80	+2,32	Die Landspitze gegenüber Delfzijl		
Norddeich	11	47	2,44	—	—	+1,00	-1,44	+4,68	-2,78	-1,42	+1,37	Hafen von Norderne		
Norderney	11	35	2,35	6	7	6	18	+0,98	-1,37	+3,95	-3,40		+1,35	
Felgoland	11	48	2,32	5	35	6	50	+0,96	-1,40	—	—		—	
Noter-Sand- Leuchtturm	11	43	2,72	5	50	6	35	+1,11	-1,61	+3,80	-3,76	-1,43	+0,95	Mittelwasser + N. N. -0,17
Wilhelmshaven	0	53	3,59	6	12	6	13	+1,54	-2,05	+5,08	-4,39	-1,34	+2,36	
Bremerhaven	1	10	3,31	5	18	7	7	+1,57	-1,74	+4,95	-4,02	-1,44	+2,95	
Eurhaven	0	49	2,85	5	34	6	51	+1,27	-1,58	+4,64	-4,01	-1,59	+2,48	
Tönning	0	43	2,67	5	17	7	8	+1,27	-1,40	+4,96	-2,91	-1,13	+1,33	
List (auf Sylt)	2	6	1,61	—	—	+0,50	-1,11	+3,09	-2,54	-1,37	—	—	—	Östspitze von Sylt
Gruppe II: Die Jade.														
Feuerschiff Außenjade	11	17	2,57	5	29	6	56	+1,04	-1,53	—	—	—	—	Mittelwasser + N. N. -0,17
Wangeroog (West)	11	29	2,66	5	49	6	36	+1,17	-1,49	+4,36	—	—	—	1200 m S.S.W. vom Westturm
Friedrichshleuse	11	39	2,64	5	4	7	21	+1,27	-1,37	+4,63	—	—	—	
Noter-Sand- Leuchtturm	11	43	2,72	5	50	6	35	+1,11	-1,61	+3,80	-3,76	-1,43	+0,95	Mittelwasser + N. N. -0,17
Minsener Old Dog	11	47	2,91	5	43	6	42	+1,17	-1,74	—	—	—	—	Bei der Rettungsbate
Schillighörn	0	5	3,05	5	49	6	36	+1,27	-1,78	—	—	—	—	An der Niedrigwasserlinie
Boskapp	0	31	3,25	6	1	6	24	+1,31	-1,94	—	—	—	—	Beim Leuchtturm
Wilhelmshaven	0	53	3,59	6	12	6	13	+1,54	-2,05	+5,08	-4,39	-1,34	+2,36	II. Einfahrt
Schweiburger Tief im Jadedeusen	0	58	3,76	6	9	6	16	+1,62	-2,14	—	—	—	—	Auf 53° 27,7' n. Br. 8° 15,3' ö. L.
Gruppe III: Die Weser.														
Hoheweg- Leuchtturm	0	22	3,05	6	4	6	21	+1,27	-1,78	—	—	—	—	
Fedderwarderfiel	0	34	3,34	—	—	+1,50	-1,84	—	—	—	—	—	—	Schlenge 5 beim Leuchtturm
Weyers Legde	0	22	3,14	5	31	6	54	+1,33	-1,81	—	—	—	—	
Bremerhaven	1	10	3,31	5	18	7	7	+1,57	-1,74	+4,95	-4,02	-1,44	+2,95	
Brake	2	09	3,13	—	—	+1,70	-1,43	* +4,87 † +4,68	-3,26	-1,25	+1,50	—	—	* vor der Weser † nach korrekturen
Eisfleth	2	40	2,92	4	0	8	25	+1,72	-1,20	* +4,97 † +4,64	-2,48	-1,20	+1,59	
Begejaß	3	29	2,08	3	30	8	55	+1,73	-0,33	* +5,17 † +4,18	-1,89	-0,62	+1,92	}
Bremen	4	8	1,42	4	21	8	4	+2,17	+0,75	* +7,82 † +4,98	-1,22	-0,66	+4,63	
Odenburg	4	17	1,45	4	31	7	54	+1,80	+0,35	+2,86	-0,66	—	—	

† Siehe die Beschreibung unter Tidenwerte.
 † Der Tidenhub ist im Sommer erheblich größer als im Jahresmittel, da im Sommer wegen des geringen Meerwassers das Niedrigwasser viel tiefer wegfällt als im Winter.



Die Höhen sind, soweit angängig, auf dieselbe Höhe wie die Aufmessungen der Landesaufnahme, das ist auf N. N. (siehe den Abschnitt über die Landkarten von Herrn Regierungsgeometer Thomas), bezogen. Als Mittelwasser der Nordsee wird von der Landesanstalt für Gewässerkunde in Berlin gerechnet: Hochwasser — Tidenhub $\times 0,47$ das ist H. W. — (H. W. — N. W.) $\times 0,47$, was im Mittel auf N. N. — $0,17$ m liegen dürfte. Die Höhenlage von Rotesandleuchtturm und von Helgoland kann durch Nivellement nicht ermittelt werden; ihre Höhen sind deswegen vom Mittelwasser der Nordsee aus gerechnet und so auf N. N. bezogen.

a. Deutsche Bucht. Gruppe I gibt eine Übersicht über die mittleren Tidewerte und die Grenzwerte in der deutschen Bucht. Der Tidenhub bei Helgoland und Rotesand, das ist mehr der der offenen See, ist kleiner als an der hinter ihnen liegenden Küste. Der Tidenhub wächst von Westen nach Osten, — Rorderney $2,85$ m, Rotesand $2,72$ m, Cuxhaven $2,85$ m — bleibt von Cuxhaven bis zur Südspitze von Amrum annähernd auf gleichem Maß und nimmt dann nach Norden sofort stark ab — Südspitze und Nordspitze von Sylt = $1,6$ m.

Von See nach Land zu nimmt überall der Tidenhub zu, teilweise sehr stark, z. B. von Rotesand bis Wilhelmshaven von $2,72$ m auf $3,59$ m, das ist um $0,87$ m.

Je weiter nach See, desto geringer werden die Unterschiede zwischen den mittleren Werten der Tide und den Grenzwerten der Tide. Es ist z. B. H. H. W. — M. H. W.

bei Rorderney.....	$2,97$	bei Norddeich.....	$3,68$
		bei Knock.....	$3,82$
bei Rotesand.....	$2,69$	bei Wilhelmshaven.....	$3,54$
		bei Bremerhaven.....	$3,38$

Ferner ist H. N. W. — M. N. W.

bei Rotesand.....	$2,56$	bei Wilhelmshaven.....	$4,41$
		bei Bremerhaven.....	$4,69$

Weniger bemerkbar macht sich der Unterschied zwischen den mittleren Werten und den niedrigen Grenzwerten der Tide von See nach Land zu, z. B. M. N. W. — N. N. W.

bei Rotesand.....	$2,11$	bei Wilhelmshaven.....	$2,34$
		bei Bremerhaven.....	$2,28$

Man kann es sich wie folgt erklären: Durch andauernde starke Weststürme wird aus der ganzen Nordsee das Wasser in die Elb- und Weserbucht getrieben. Auch wenn in der Jade Weststurm ist, ist der Unterschied zwischen H. H. W. und M. H. W. in Wilhelmshaven erheblich größer als bei Rotesand, obwohl der Wind senkrecht zur Stromrichtung weht. Bei Sturmebbe wird das Wasser aus der ganzen Bucht gleichmäßig herausgetrieben; es wohnt ihm dann in der Bucht aber noch nicht eine solche Bewegungskraft inne, wie bei Sturmflut, so daß es überall fast um das gleiche Maß gegen gewöhnliches Niedrigwasser abfällt.



Der Höhenunterschied zwischen M. H. W. und H. H. W. ist an der Küste der ganzen deutschen Bucht fast gleich groß; er schwankt zwischen 3,4 m und 3,8 m. Die höchsten Sturmfluten in Holstein fallen aber meistens nicht mit den höchsten Sturmfluten in Hannover und Oldenburg zusammen. An der ersteren Küste entstehen die höchsten Fluten, wenn der Sturm andauernd aus Westen weht, an der letzteren Küste, wenn der Sturm von Westen nach Nordwesten übergeht. Die Unterschiede der gleichzeitigen Sturmfluthöhen an den beiden Küsten sind meistens ziemlich groß.

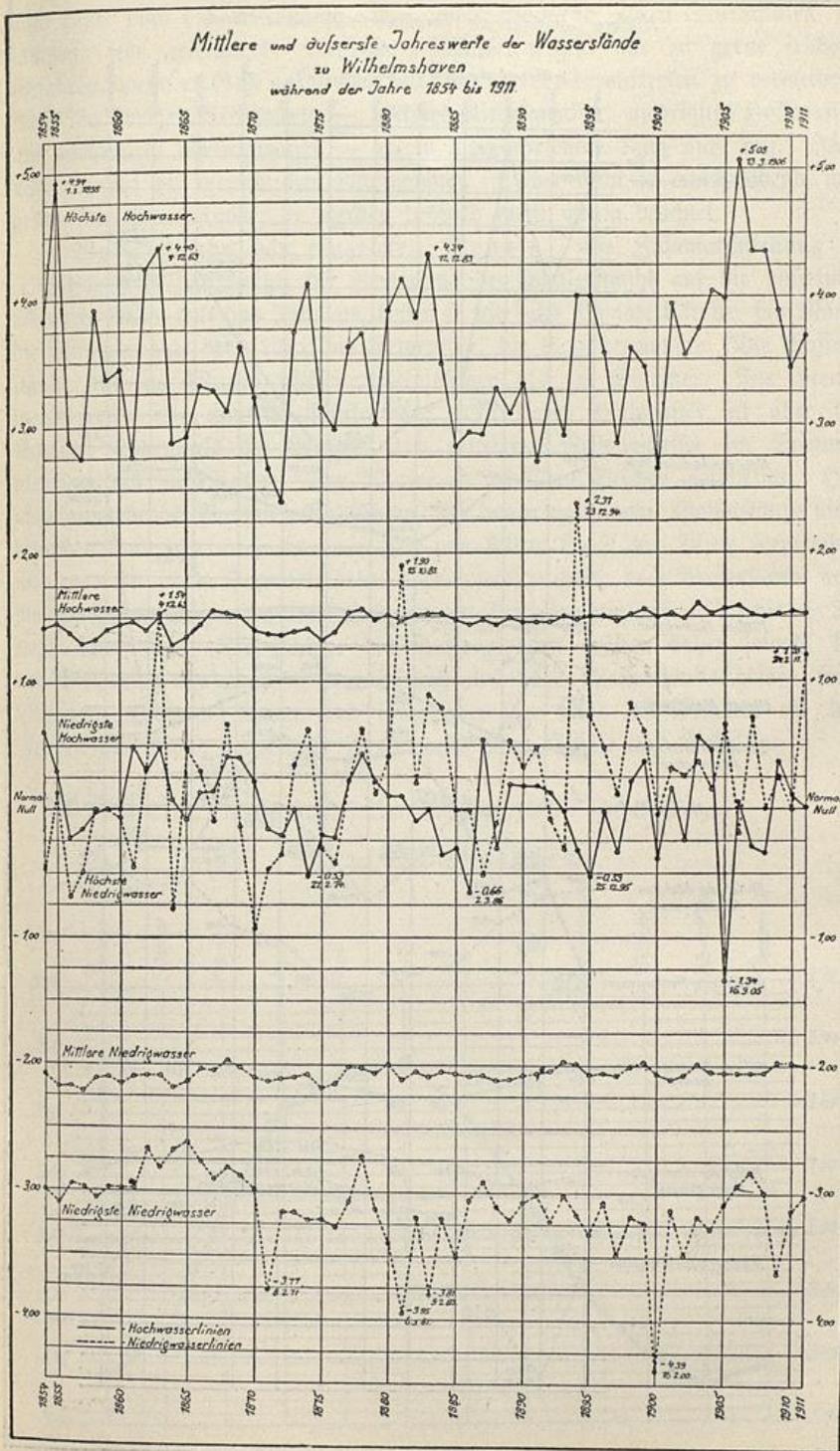
b. Jade. Gruppe II zeigt die Entwicklung der Flutwelle in der Jade. Der Tidenhub wächst von der Jademündung beim Feuerschiff Außenjade, wo er 2,6 m beträgt, auf 3,76 m im südlichen Teil des Jadedeusens. Die Flutwelle durchläuft die Strecke in rund 1 Stunde 40 Minuten. In der Blauen Balje ist rund eine Stunde früher Hochwasser als in Wilhelmshaven.

c. Weser. Gruppe III zeigt den Verlauf der Flutwelle in der Weser. Von der Wesermündung bis Bremen und Oldenburg braucht die Flutwelle rund 5 $\frac{1}{2}$ Stunden. Wenn in Oldenburg Hochwasser ist, ist in der Wesermündung Niedrigwasser. Der Tidenhub wächst von 2,6 m beim Feuerschiff Außenjade auf 3,31 m in Bremerhaven und fällt dann auf rund 1,4 m in Bremen und Oldenburg. Hochwasser liegt in Wilhelmshaven und Bremerhaven annähernd gleich hoch; Niedrigwasser liegt in Bremerhaven aber um 0,29 m höher als in Wilhelmshaven, was wohl auf das engere Niedrigwasserbett der Außenweser und das Oberwasser der Weser zurückzuführen ist.

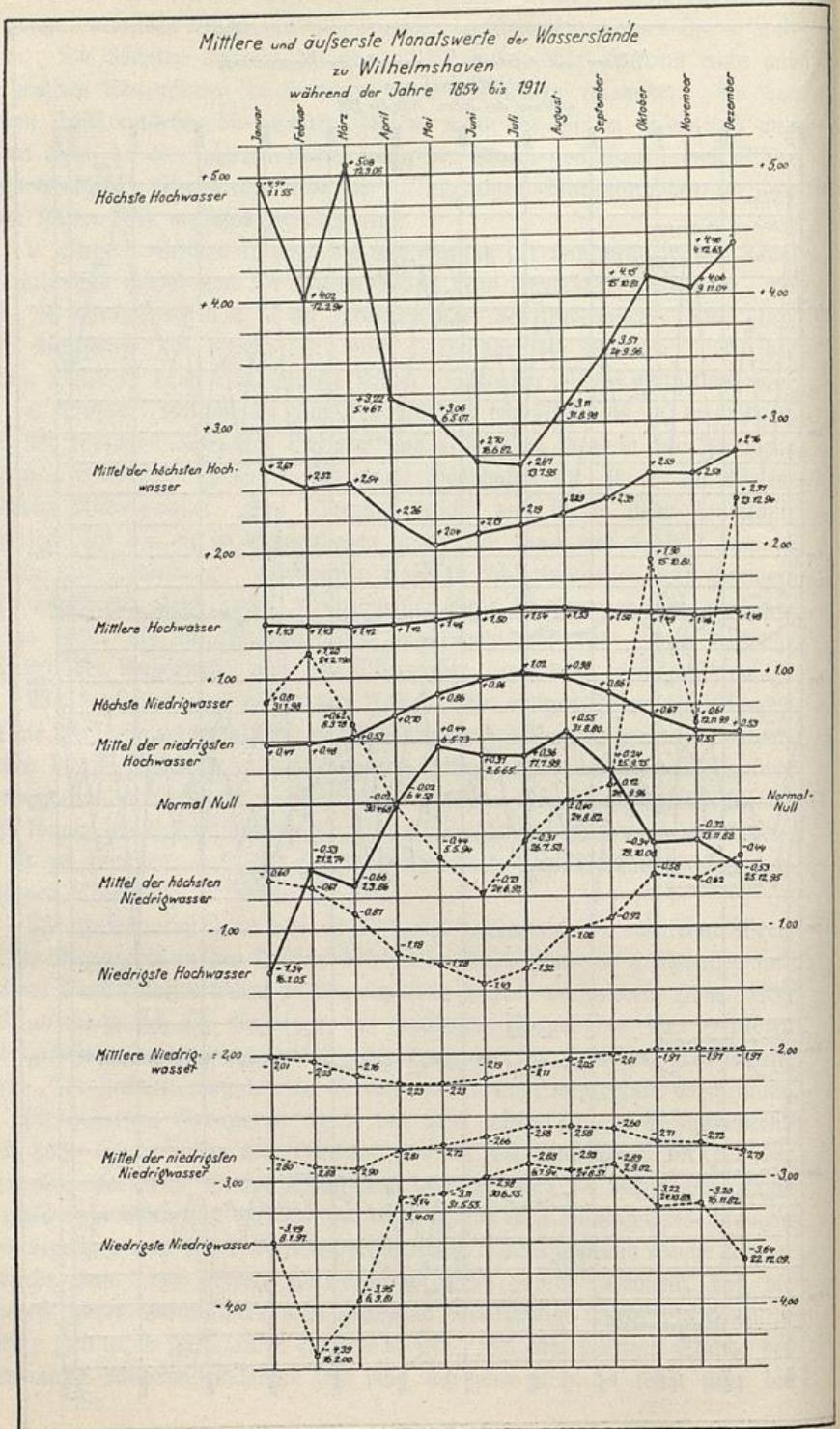
Wasserstände der einzelnen Jahre. An einigen Zusammenstellungen über die Wasserstandsverhältnisse in Wilhelmshaven soll gezeigt werden, wie verschieden die Wasserstände in den einzelnen Jahren und auch in den einzelnen Monaten sind und wie oft sie überhaupt auftreten. Die Werte von Wilhelmshaven können die Verhältnisse an der ganzen benachbarten Küste veranschaulichen; nur ist zu beachten, daß alle Höhen entsprechend dem Verhältnis der verschiedenen Tidenhöbe zu verkleinern sind.

Die Zusammenstellung I (s. S. 83) zeigt zeichnerisch die mittleren Werte und die Grenzwerte in den Jahren 1854 bis 1911; mittleres Hochwasser und mittleres Niedrigwasser haben in den einzelnen Jahren verschiedene Höhe. Von 1890 ab macht sich ein Ansteigen des mittleren Hochwassers und mittleren Niedrigwassers bemerkbar, was sich auch sonst an der deutschen Nordseeküste findet. Die Zukunft muß lehren, ob dies nur eine vorübergehende Erscheinung ist. Die äußersten Grenzwerte treten nur sehr selten auf, z. B. annähernd gleich hohe Sturmfluten nur 1855 — das ist die Sturmflut, bei der der größte Teil des alten Dorfes Wangeroog verloren ging — und 1906. Eine fast gleich hohe Sturmflut war die von 1825. Hätte man die Pegelbeobachtungen 1856 begonnen und bis 1905 durchgeführt und dementsprechend Deiche gebaut, so würde man 1906 schwere Überraschung erlebt haben. Dadurch, daß die besonders hohen Sturmfluten nicht genügend berücksichtigt wurden, werden in früherer Zeit viele Deichbrüche entstanden sein. Bei dem heutigen Stande der angewandten Naturwissenschaften setzt man sich aber nicht so leicht über die

Zusammenstellung I.



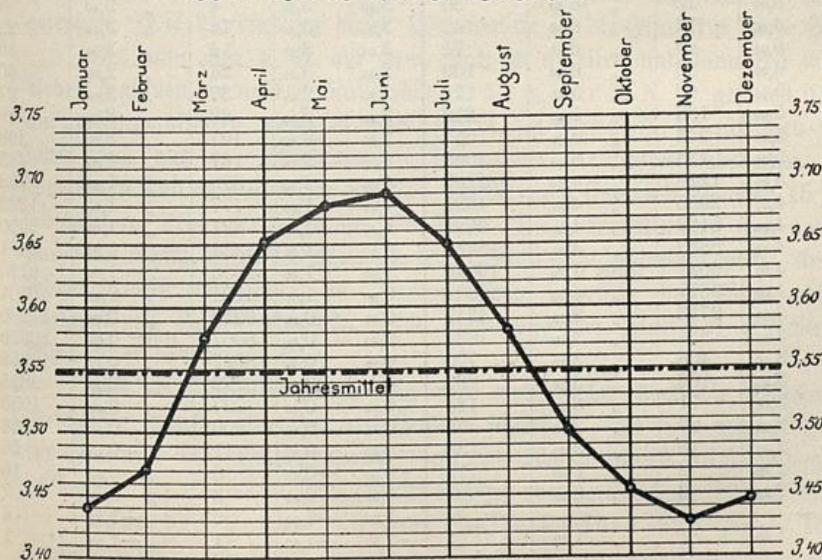
Zusammenstellung II.



früheren Sturmfluten hinweg, wengleich eine Sturmflut wie die von 1906 auch heute noch die Bestrebung, das Land genügend gegen Sturmfluten zu schützen, sehr erleichtert; denn der Mensch vergißt gar zu gerne frühere Gefahren, wenn er Geld aufwenden soll, um ihr Wiederauftreten zu vermeiden. Auch die übrigen Grenzwerte — höchstes Niedrigwasser, niedrigstes Hochwasser und niedrigstes Niedrigwasser — treten oft Jahrzehnte lang nicht auf. Ihre Wirkung auf die menschlichen Maßnahmen ist aber nicht so einschneidend, wie gerade die Sturmfluten; sie werden deshalb meist wenig beachtet.

Wasserstände der einzelnen Monate. Die Zusammenstellung II (s. S. 84) zeigt zeichnerisch die Verteilung der Wasserstände auf die einzelnen Monate. Man teilt das Jahr am besten in die sechs Monate Oktober bis März, die Wintermonate, und April bis September, die Sommermonate. Die Wasserstände sind im Winter viel unregelmäßiger als im Sommer. Die Grenzwerte treten alle nur im Winter auf. Mittleres Hochwasser ist aber im Sommer höher als im Winter, und mittleres Niedrigwasser im Sommer niedriger als im Winter. Der Winter ist also den Deichen gefährlich. Hat man außendeichs Bauten auszuführen, bei denen man hohe Wasserstände nicht brauchen kann, so muß man die Zeit von Mitte April bis Mitte September wählen. In jedem Sommer treten aber durchschnittlich doch Wasserstände auf, die den Außengroden, der am Jadedeusen am Deich entlang auf $+1,9$ bis $+2,4$ liegt, überfluten. Die Pächter des Außengrodens müssen daher sowohl bei der Viehweide wie beim Heuen ständig auf hohe Wasserstände gefaßt sein. Bei ganz ruhigem Wetter und spiegelnder See wird im Sommer oft der Groden überflutet; der blanke Hans raubt dann Schafe und Andelheu.

Mittlere Tidenhübe der einzelnen Monate von 1854 - 1911 zu Wilhelmshaven.



Im Frühjahr ist das Niedrigwasser am niedrigsten; das ist von Vorteil für die Entwässerung, da dann das Land möglichst trocken sein muß. Aber auch in den wirklichen Sommermonaten kommen keine hohen Niedrigwasser vor, so daß den Sommer über die Entwässerung günstig ist.

Jedoch selbst die über 57 Jahre reichende Zusammenstellung II schützt noch nicht vor Überraschungen. So stieg am 9. April 1912, am Ostertage, das Hochwasser auf + 3,44, das ist um 22 cm höher, als es bisher im April gestiegen war; in derselben Tide fiel das Niedrigwasser nur auf + 0,98, blieb also um 1 m über dem bisherigen Höchstwert des April.

Die Wattschiffahrt ist im Sommer am einfachsten, da sie dann mit gleichmäßig hohem Hochwasser, also mit genügend Wasser auf den Wattten, rechnen kann.

Im Winter sind die Unterschiede der Grenzwerte am größten, im Sommer aber ist der Unterschied zwischen mittlerem Hochwasser und mittlerem Niedrigwasser, der Tidenhub, am größten, was vorstehende Darstellung zeigt.

Häufigkeit der einzelnen Wasserstände. Die folgende Zusammenstellung der Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Wasserstände zeigt, daß

Häufigkeit der Hoch- und Niedrigwasserstände zu Wilhelmshaven während der Jahre 1854 bis 1907.

(Die Wasserstände sind hier nach Wilhelmshavener Pegelnull = NN. — 2,637 m angegeben.)

Hochwasserstände					Niedrigwasserstände					
von	bis	Beobachtete Anzahl	Beobachtete Anzahl	von	bis	Beobachtete Anzahl	Beobachtete Anzahl	von	bis	Beobachtete Anzahl
7,60	7,80	2	über 7,60	2	5,00	5,20	1	über 5,00	1	
7,00	7,20	3	" 7,00	5	4,60	4,80	1	" 4,60	2	
6,80	7,00	3	" 6,80	8	4,20	4,40	1	" 4,20	3	
6,60	6,80	12	" 6,60	20	3,60	3,80	1	" 3,60	4	
6,40	6,60	10	" 6,40	30	3,40	3,60	4	" 3,40	8	
6,20	6,40	12	" 6,20	42	3,20	3,40	14	" 3,20	22	
6,00	6,20	29	" 6,00	71	3,00	3,20	14	" 3,00	36	
5,80	6,00	38	" 5,80	109	2,80	3,00	24	" 2,80	60	
5,60	5,80	63	" 5,60	172	2,60	2,80	37	" 2,60	97	
5,40	5,60	138	" 5,40	310	2,40	2,60	62	" 2,40	159	
5,20	5,40	243	" 5,20	553	2,20	2,40	107	" 2,20	266	
5,00	5,20	488	" 5,00	1041	2,00	2,20	167	" 2,00	433	
4,80	5,00	1226	" 4,80	2267	1,80	2,00	319	" 1,80	752	
4,60	4,80	2355	" 4,60	4622	1,60	1,80	477	" 1,60	1229	
4,40	4,60	5169	" 4,40	9791	1,40	1,60	821	" 1,40	2050	
4,20	4,40	8829	" 4,20	18620	1,20	1,40	1434	" 1,20	3484	
4,00	4,20	9022	unter 4,20	19046	1,00	1,20	2626	" 1,00	6110	
3,80	4,00	5677	" 4,00	10024	0,80	1,00	4191	" 0,80	10301	
3,60	3,80	2713	" 3,80	4347	0,60	0,80	6959	" 0,60	17260	
3,40	3,60	934	" 3,60	1634	0,40	0,60	8007	unter 0,60	20359	
3,20	3,40	406	" 3,40	700	0,20	0,40	8527	" 0,40	12352	
3,00	3,20	166	" 3,20	294	0,00	0,20	2772	" 0,20	3825	
2,80	3,00	71	" 3,00	128	-0,20	0,00	797	" 0,00	1053	
2,60	2,80	27	" 2,80	57	-0,40	-0,20	200	" -0,20	256	
2,40	2,60	18	" 2,60	30	-0,60	-0,40	41	" -0,40	56	
2,20	2,40	8	" 2,40	12	-0,80	-0,60	8	" -0,60	15	
2,00	2,20	3	" 2,20	4	-1,00	-0,80	3	" -0,80	7	
					-1,20	-1,00	3	" -1,00	4	
1,20	1,40	1	" 1,40	1	-1,80	-1,60	1	" -1,60	1	



die äußersten Grenzwerte nur sehr selten auftreten, daß aber um die Mittelwerte herum der Wasserstand stark schwankt. An der See auszuführende Bauten müssen so eingerichtet sein, daß sie für die häufigsten Wasserstände gut benutzbar sind, daß sie aber auch bei den äußersten Grenzwerten nicht versagen. Zum Beispiel müssen die Schleusen in Wilhelmshaven verhindern, daß bei einem Außenwasser von 4,39 m unter N. N. der auf 1,4 über N. N. aufgestaute Hafen nicht abläuft, und daß bei einer Sturmflut von 5,08 m über N. N. die Sicherheit des Landes gewahrt ist. Die Schleusentore müssen also für einen Unterschied des Außenwasserstandes von 9,47 m eingerichtet sein, was die Anlagen in Wilhelmshaven sehr verteuert. Um eine Anschauung von den Abmessungen solcher Tore zu geben, sei erwähnt, daß sie bis 10,6 m unter Niedrigwasser hinabgehen, bis 7,6 m über Niedrigwasser hinaufreichen und eine lichte Weite von 40 m haben.

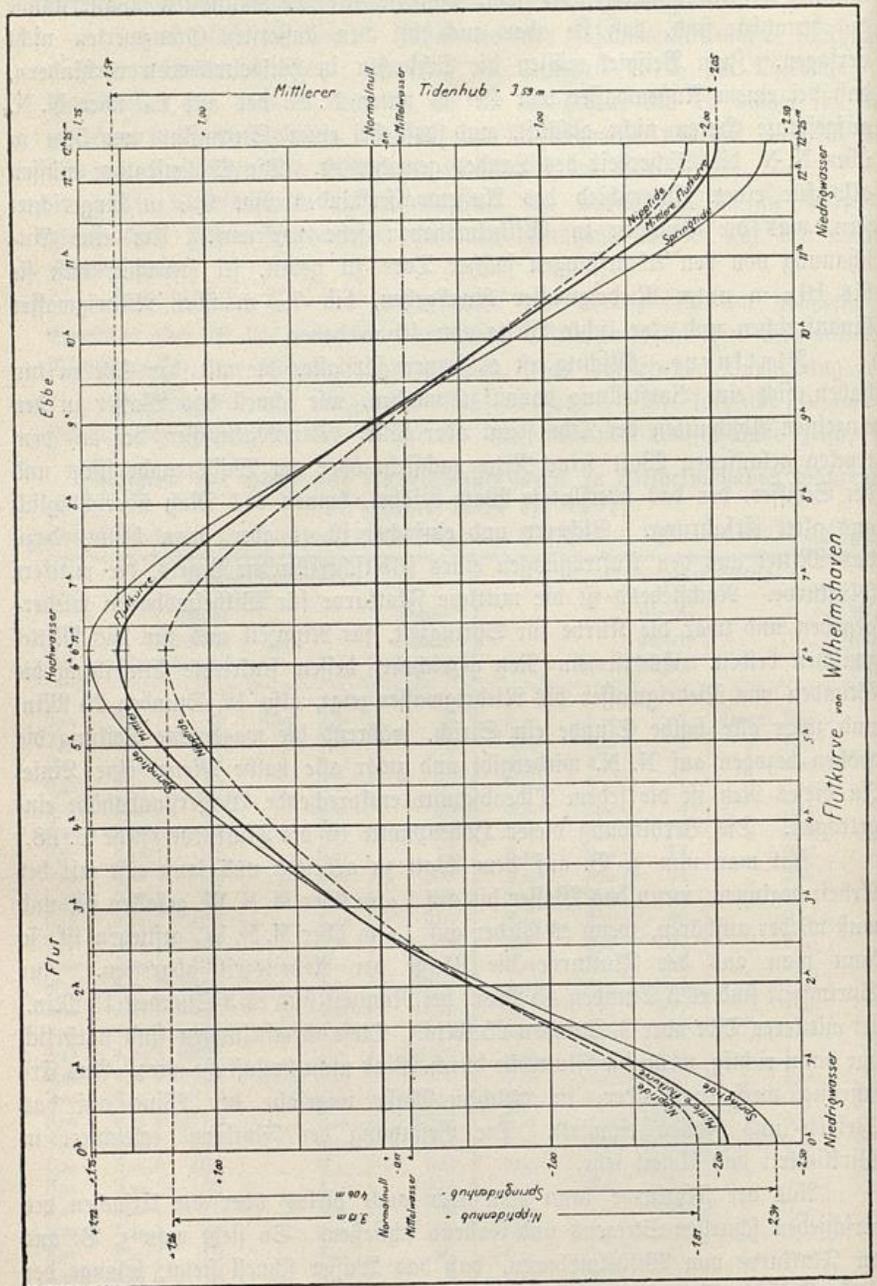
Flutkurve. Wichtig ist es ferner für alle, die mit der See zu tun haben, sich eine Vorstellung davon zu machen, wie schnell das Wasser in den einzelnen Abschnitten der Tide steigt oder fällt. Der Wattfischer, der auf dem trocken gelaufenen Watt seine Netze nachsieht oder am Wasserrande fischt und der Schiffer, der das überflutete Watt befährt, kennen das Maß überschläglich aus alter Erfahrung. Sicherer und einfacher ist es aber, man benutzt dazu das Mittel aus den Auftragungen eines selbstschreibenden Pegels, die mittlere Flutkurve. Nachstehend ist die mittlere Flutkurve für Wilhelmshaven wiedergegeben und zwar die Kurve für Springzeit, für Nippzeit und für das Mittel zwischen beiden. Es ist ein Netz gezeichnet, dessen senkrechte Einteilung die Stunden von Niedrigwasser bis Niedrigwasser zeigt, also 12 Stunden 25 Min. und zwar alle halbe Stunde ein Strich, während die wagerechte Teilung die Höhen bezogen auf N. N. wiedergibt und zwar alle halbe Meter eine Linie. In dieses Netz ist die jedem Tideabschnitt entsprechende Wasserstandshöhe eingetragen. Die Verbindung dieser Höhenpunkte ist die Flutkurve (siehe S. 88.)

Hat man nun z. B. auf dem Watt zu arbeiten und kann erst mit der Arbeit beginnen, wenn das Wasser bis auf 1,0 m über M. N. W. gefallen ist, und muß wieder aufhören, wenn es wieder auf 1,0 m über M. N. W. gestiegen ist, so kann man aus der Flutkurve die Länge der Arbeitszeit abgreifen. Zur Springzeit sind es 3 Stunden 45 Min., bei Nippzeit sind es 3 Stunden 15 Min., bei mittlerer Tide aber 3 Stunden 25 Min. Diese Ermittlungen sind natürlich nur dann richtig, wenn die Flutwelle durch Wind nicht beeinflusst wird. Aus Erfahrung weiß man aber, in welchem Maße ungefähr der Wind auf das Steigen und Fallen einwirkt. Die Benutzung der Flutkurve erleichtert in Wirklichkeit das Urteil sehr.

Aus der Flutkurve kann man aber auch vieles über die Ursachen des verschieden schnellen Steigens und Fallens schließen. So sieht man z. B. aus der Flutkurve von Wilhelmshaven, daß das Wasser schnell steigt, solange der größte Teil der Watten noch trocken ist; nachher aber verlangsamt sich das Steigen.

Lage des Landes zu den Wasserständen der See. Um zu veranschaulichen, wie Geest, Marschen, Deiche, Watten und Fahrwasser zu den





verschiedenen Wasserständen der See liegen, ist ein Schnitt aufgetragen, der durch den Schloßthurm von Fever bis an den Sommerdeich bei Boslapp in der Richtung auf Langwarden geführt ist, von dort ab aber rein nach Osten geht und bei Ruhwarden endigt (siehe S. 90). In den Schnitt ist eingetragen: Das höchste Hochwasser vom 13. März 1906, das mittlere höchste Hochwasser der Sommermonate, das annähernd gleich hoch liegt mit dem höchsten Niedrigwasser vom 23. Dezember 1894, das mittlere Hochwasser, das niedrigste Hochwasser vom 16. Januar 1905, das mittlere Niedrigwasser und das niedrigste Niedrigwasser vom 16. Februar 1900. Bei der höchsten Sturmflut liegt nur ein Teil der Stadt Fever nicht unter dem Wasserpiegel; abgesehen vom Schaudedeich liegt das ganze übrige Land mit allen Burten tiefer. Von der mittleren höchsten Sommerflut würde auch noch alles Land, abgesehen von der Stadt Fever, den Burten und den Deichen überspült werden; selbst das gewöhnliche Hochwasser liegt erheblich höher, als die ältere weiter von der See entfernte Marsch, liegt aber auch noch höher als der im Jahre 1717 eingedeichte Fedderwarder Groden. Nur der etwa im Jahre 1750 mit einem Sommerdeich geschützte Baugroden, sowie der Außengroden erheben sich über mittleres Hochwasser. Die Krone des Schaudedeiches liegt 1,02 m über höchstem Hochwasser, die des Sommerdeiches aber 0,88 m unter demselben. Das Watt erhebt sich wieder erheblich über mittleres Niedrigwasser, und zwar steigt das Rüstertseeler Watt schnell vom Fahrwasser aus an, während das Tossenser Watt, das von den Wellen mehr getroffen ist, allmählicher ansteigt. Das Land wird durch Sieltiefe entwässert, die außendeichs tief in das Watt eingeschnitten sind. Punktiert ist die Höhenlage der Sohle des Rüstertseeler Außentiefs in den Schnitt eingetragen. Das Innentief ist gegen das Außentief, in dem alle Veränderungen des Meereswasserstandes zur Geltung kommen, durch das Deichsiel abgeschlossen. Dieses hat Tore, die sich öffnen, wenn der Innenwasserstand höher ist als der Außenwasserstand, und sich umgekehrt wieder schließen. Da nun mittleres Niedrigwasser 2,4 m tiefer liegt als das niedrigste Land, wird dieses von selbst entwässert. In Zeiten hoher Niedrigwasserstände, deren Höhe einzeln gar gewöhnliches Hochwasser fast um 1 m übersteigt, wird die Entwässerung aber mangelhaft, da sich dann das Innenwasser längere Zeit anstaut, so daß dann niedriges Land unter Wasser kommt.

In der Jade zeigt sich, daß die Geniusbank auch bei Hochwasser nicht von Schiffen mit 8,5 m Tiefgang, die aber zur Fahrt mindestens 9,0 m Wassertiefe brauchen, befahren werden kann. Das eigentliche Fahrwasser ist wegen der in ihm befindlichen Untiefen auch nur bei einem Wasserstand von N. N. — 1,0 m, das ist unter gewöhnlichen Verhältnissen von 1½ Stunden nach Niedrigwasser bis 2 Stunden vor Niedrigwasser für alle Schiffe befahrbar.

Bei der höchsten Sturmflut vom 13. März 1906 war von Wangeroog nur das Dorf und das Dünen Gelände nicht unter Wasser. Um die Höhe des damaligen Wasserstandes zu veranschaulichen, sei erwähnt, daß ein Personenvagen der Wangerooger Eisenbahn, der mitten zwischen Dorf und Ostanleger auf dem Gleise gestanden hätte, mit dem Dach gerade noch den Wasserpiegel berührt haben würde.



Ein Besucher von Dangast versäume nicht, die Flutsteine bei der Dangaster Mühle aufzusuchen, die auch gut die Sturmfluthöhe veranschaulichen.

Veränderlichkeit des Grenzgebietes zwischen See und Wattenmeer. Das Grenzgebiet zwischen der eigentlichen See und dem Wattenmeer ist den angreifenden Kräften besonders ausgesetzt und deshalb auch am veränderlichsten. Es sei deshalb zunächst beschrieben.

Die Kette der Düneninseln nördlich von Ostfriesland und Seeverland, allgemein als ostfriesische Inseln bezeichnet, war von Juist ab östlich bis zur Inangriffnahme der Strandbefestigungen auf den Inseln Vorkum, Norderney, Baltrum, Spiekeroog und Wangeroog in ständiger Wanderung von Westen nach Osten begriffen. Die Inseln brachen im Westen ab und wuchsen im Osten wieder an. Die Wanderung der Inselkette ist aber nicht so zu verstehen, als ob alle Inseln gleichzeitig und gleichmäßig gewandert wären. In derselben Zeit, in der sich Baltrum, Spiekeroog und Wangeroog so stark veränderten, ist Langeoog fast unverändert geblieben und hat Juist nur nach Osten zu stark zugenommen, ohne im Westen abzubrechen. Jetzt sind durch die Strandbefestigungen die angeführten Inseln im wesentlichen festgelegt, wengleich ein Teil von ihnen noch nicht so befestigt ist, daß vorspringende Teile nicht mehr abbrechen. So ist z. B. das Westende von Norderney so festgelegt, daß große Veränderungen dort nicht mehr zu erwarten sind, während bei Wangeroog der südwestliche Hafen, dessen Festlegung sich nicht lohnt, noch stark im Abbruch ist. Doch ist wohl anzunehmen, daß die Inselbefestigungen jetzt so weit gediehen sind, daß die Wanderung der Inselkette im wesentlichen aufgehört hat. Nördlich an der Inselkette vorbei findet aber noch immer eine starke Wanderung des Sandes nach Osten statt.

Diese Sandwanderung und die früher damit in Verbindung stehende Wanderung der Inseln wird durch verschiedene Ursachen hervorgerufen.

1. Die Wellenwirkung auf den Strand und den Vorstrand. Die Wellen sind auf tiefem Wasser senkrecht zum Winde gerichtet und schreiten in der Richtung des Windes fort. Auf ansteigendem Grunde ändern sie ihre Richtung. Diese wird allmählich parallel zu den Tiefenlinien des Untergrundes, ihr Fortschreiten aber senkrecht zu den Tiefenlinien. Sie brechen aber auf der Windseite früher, so daß die Brandung in der Windrichtung fortschreitet, was jeder am Strande beobachten kann. Mit der Brandung treiben die Wellen das Wasser am Strande entlang vor sich her und erzeugen dadurch hart am Ufer eine Strömung, die den durch die Brandung aufgerührten Sand mit sich fortreibt. Die Winde kommen an der Küste vorwiegend aus Westen, so daß die durch die Wellen hervorgerufene Sandwanderung in ihrer Gesamtheit nach Osten gerichtet ist. Aber abgesehen davon, daß die Westwinde an Zahl und Stärke überwiegen, wirken sie auch deswegen stärker als die Ostwinde, weil diese mehr von Land her kommen, so daß bei ihnen die Wellen kleiner sind als bei den über die ganze, tiefe Nordsee kommenden westlichen Winden.



Auch den tieferen Teil des Vorstrandes greifen die Wellen an. Die Wellen verändern auf flacherem Wasser ihre Form, damit geht das Wasser aus einer Pendelbewegung in eine fortschreitende Bewegung über, rührt dadurch die Sandoberfläche auf und treibt Sand mit vorwärts. Die Wellenrichtung ändert sich bei ansteigendem Grund je nach der Größe der Wellen früher oder später, und entsprechend tritt die Wirkung auf den Untergrund wieder früher oder später ein. Ablandige Wellen sind auf dem Vorstrand sehr selten. Diese Wirkung der Wellen treibt also den Seeboden immer von der Tiefe den Strand hinauf und auch in der Windrichtung weiter. Je höher auf den Strand hinauf, desto stärker ist das Strandwärtswandern des Sandes; die Wellen bilden aus dem abgelagerten Sand einen Strandwall, und, wo dieser nicht nach rückwärts überströmt werden kann, den hochwasserfreien Strand. — Auch diese Wellenwirkung läßt vor den ostfriesischen Inseln wegen Überwiegens der Wellen bei Westwinden den Sand ostwärts wandern.

2. Sandwehen. Der durch die Wellen auf den Strand geworfene Sand wird vom Wind getrocknet, aufgewirbelt und springend und rieselnd fortgetrieben; er lagert sich ab, sobald er hinter Erhöhungen wie Gras, Sträuchern oder Dünen in windstillen Raum kommt, oder sobald er nasse Flächen, nassen Strand oder Watt erreicht und hier anhaftet. Hat er die nassen Flächen soweit erhöht, daß sie trocken werden, so wandert er auch über sie weiter. Der Hauptwindrichtung entsprechend, wird auch der über Hochwasser liegende Teil der Inseln so nach Osten verschoben. Die Sandanhäufung zu Dünen kann sich aber nur dort bilden, wo die Hindernisse, die den Sand sich ablagern lassen, so widerstandsfähig sind, daß sie durch die bei hohen Fluten auftretende Strömung nicht gestört werden. Bei unbeeinflusster Natur sind die Hindernisse die Pflanzen, besonders die Dünengräser, die den zugewehten Sand immer wieder durchwachsen und so ständig die Dünen höher anwachsen lassen. Künstlich werden Dünen durch Einsetzen von totem Busch und lebenden Dünengräsern gewonnen.

3. Der täglich 2×6 Stunden laufende Flutstrom. Der Flutstrom setzt von Borkum bis zur Wesermündung schräg auf die Küste zu und wird von dieser beim Aufstoßen an den Vorstrand abgelenkt; bei Flut entsteht daher längs der Küste eine Strömung nach Osten, die stärker ist als die entgegengesetzte Ebbeströmung an der Küste entlang. An der Küste geht zwar bei Ebbe auch ein Strom entlang, der aber schwächer sein muß als der Strom bei Flut, da der Ebbestrom von der Küste absetzt. Es entsteht daher längs der Küste eine nach Osten gerichtete Wanderung der Wassermenge, deren Betrag der Ablenkung des Flutstromes an der Küste entspricht. Hierdurch wird des weiteren eine Wanderung des Sandes bewirkt.

Eine Anschauung von den Strömungen bei Wangeroog geben die in die Karte eingetragenen Strombahnen. Es sind dies die von Schwimmern zurückgelegten Wege, die zum Zweck der Stromforschung Tag und Nacht durchlaufend aufgemessen wurden. Es sind drei verschiedene Bahnen, die aber so aneinander anschließen, daß man eine gute Gesamtübersicht erhält. Man verfolge die

Bahn mit einem Stift, nördlich von Spiekeroog beginnend. Flut geht nach Osten, Ebbe nach Westen; der östliche Kenterpunkt ist jedesmal der um Hochwasser, der westliche der um Niedrigwasser. Die Winde ändern die Strömungen, so daß oft das Wasser einen anderen Weg nimmt, als wie er in der Karte eingetragen ist. Mit Sicherheit kann jedoch gesagt werden, daß alle Schwimmer allmählich aus der Jade in die Weser kommen. Dies kommt daher, daß die Richtungen des Flutstromes und des Ebbestromes sich an der Ecke, an der die Jade und Weser in die See einbiegen, überkreuzen, und zwar, weil das Wasser das Bestreben hat, geradeaus zu fließen. Das Wasser der Außenjade muß deshalb immer von Westen her ersetzt werden. Ebenso ist es bei jedem Seegatt, bei dem sich auch die Richtungen des Flutstromes und Ebbestromes überkreuzen. Auffällig ist die außerordentlich schnelle Durchquerung der Jade. Dafür ist aber eine mehrere Tage dauernde Messung in der Nähe der H-Plate weggelassen worden, da die Schwimmer wiederholt dieselbe Bahn beschrieben, und die vielen Schwimmerbahnen an einer Stelle in dem kleinen Maßstab nicht mehr darzustellen waren. Diese weggelassenen Bahnen widersprechen aber nicht der allgemeinen Erscheinung, da sie kein Westwärtswandern zeigten. Beachtenswert ist auch das Wandern des Schwimmers von einem Seegatt zum anderen, wieder daher rührend, daß der Flutstrom nach Osten setzt, der Ebbestrom nach Norden. Die Messung bis in die Elbe hinein sollte nur die Richtigkeit der allgemeinen Anschauung bestätigen.

Auch außerhalb des Vorstrandes ist in der Nordsee ein linksdrehender Reststrom — das ist das Überwiegen eines der Gezeitenströme — vorhanden. Die vom Professor Dr. Krümmel in der Meereskunde 1908 mitgeteilte Karte von Flaschenposten in der Nordsee stellt dies dar für die Küste von Belgien und Holland bis nach Norwegen. Entsprechend wird auch über einen Strom berichtet, der an der Ostküste Schottlands und Englands entlang bis zur Südseite der Doggerbank südlich läuft und von da ab in ONO-Richtung durch den Silber Bit nach Holland und Dänemark und dann zum Skagerrak setzt.

Die Schwimmerbahnen geben nur die Gesamtbewegung des Wassers wieder. Die einzelnen Wasserteilchen sind auch im glatten Strombett in ständiger Wirbelbewegung, was bei ruhiger See an den aufquellenden Wirbeln zu sehen ist. Das kann die Schwimmerbahn nicht wiedergeben, da die Treibtafeln des Schwimmers immer gleich tief unter der Wasseroberfläche sind.

Noch viel verwickelter aber als im glatten Strombett ist die Wasserbewegung in Gebieten, in denen Platen quer zur Strombahn liegen; hier hat der Strom in den unteren Wasserschichten und der in den oberen Schichten ganz verschiedene Richtung.

Die Sandwanderung. Es ist schwer, ein Urteil darüber zu bekommen, wie der Sand im Wasser wandert, wie er vom Wasser mitgeführt wird und wie er sich wieder ablagert. Es sind überall im Strom Wirbel, die gelegentlich Sand bis an die Meeresoberfläche bringen. Dies ließe darauf schließen, daß der Strom immer große Sandmengen mit sich führt. Auf dem flachen, stark von Wellen getroffenen Wasser vor Wangeroog und den anderen



Inseln scheint die Sandwanderung in der Hauptsache im Wandern von Bodenwellen und Platen zu bestehen, deren Verschiebungen sich durch Kartenvergleich zeigen lassen. Man kann sich die Wanderung in Bodenwellen wie folgt vorstellen: Auf der Westseite, der Windseite dieser Erhebungen, wirken die Wellen stark, das heißt sie branden und lassen diesen Abhang wandern; jenseit der Höhe aber haben sie ihre Kraft verloren und können daher hier den Sand nicht mehr aufrühren. Auch ist das Wasser auf der Höhe des Rückens eingengt, fließt hier schneller, führt den Sand mit weiter und läßt ihn am Abhang, wo die Wassertiefe größer wird, fallen. In dem östlich vom Rücken liegenden Tal scheint keine Sandwanderung zu sein.

Nordwesten von Wangeroog. Bei Wangeroog gestaltet sich das Heranwandern des Sandes folgendermaßen: Nordwestlich vom Westturm wird von der Barre des Seegatts durch die Wellen ein in Richtung WSW nach ONO liegendes Riff herangetrieben, indem die Wellen den Sand von der Nordwestseite des Riffes wegnehmen und an der Südostseite fallen lassen, wodurch das langgestreckte Riff auf der Nordwestseite einen flachen Anstieg, auf der Südostseite einen steilen Abfall erhält. Wenn das Riff dichter an den Strand herankommt, wird es höher, es bildet sich an seiner Ostseite eine schließlich tiefe Rinne, in der bei Flut ein vom Strande abgerichteter Unterstrom entsteht. Der Strand wird dann nur von Wellen getroffen, deren Wasser keinen Sand enthält; es wird vom Strande nur Sand abgeführt. Der Strand bricht stark ab, bis das Riff ganz an den Strand herangekommen ist. Im Durchschnitt wird etwa alle fünf Jahre ein Riff herankommen. Zurzeit — 1912 — liegt aber das nächste Riff weit vom Strande entfernt, so daß wohl zehn Jahre vergehen werden, bis es an den Strand herangekommen ist. Bis dahin wird das Westende der Insel nur durch besonders aufmerksame Unterhaltung der Strandschutzwerke zu halten sein.

Auf dem verschmälerten Strand laufen die Wellen stärker auf und nehmen die Dünen fort, besonders bei Sturmfluten, bei denen infolge der durch den hohen Wasserstand vergrößerten Wassertiefe schon an sich größere Wellen den Strand treffen. Der Abbruch der Inseln wird sich den Inselbewohnern also besonders bei Sturmfluten bemerkbar machen, so daß diese oft allein als die Ursache des Abbruches bezeichnet werden, trotzdem eigentlich das Heranwandern der Riffe die Ursache ist. Dies wird aber nicht durch Sturmfluten, sondern in der Hauptsache durch die immerwährenden, gewöhnlichen Wellen bewirkt. Bei Sturmfluten wird aber auch viel Sand auf den Strand hinaufgeworfen, so daß nach ihnen jedesmal verstärkt Sandwehen einsetzt und die einmal im Wachsen befindlichen Dünen zunehmen. Das Riff verdrängt schließlich die zwischen Riff und Strand befindliche Strandballe, legt sich an den Strand, erhöht denselben wieder und verstärkt auch wieder die Dünen. Der Anwuchs ist jedoch nicht so stark, daß er den Abbruch ausgleicht. Das Westende der Insel verschiebt sich also nach Osten. Die Nordwestecken der Inseln sind deshalb am meisten der Zerstörung ausgesetzt. In den 207 Jahren von 1667 bis 1874 sind die westlichsten Dünen von Wangeroog um rund



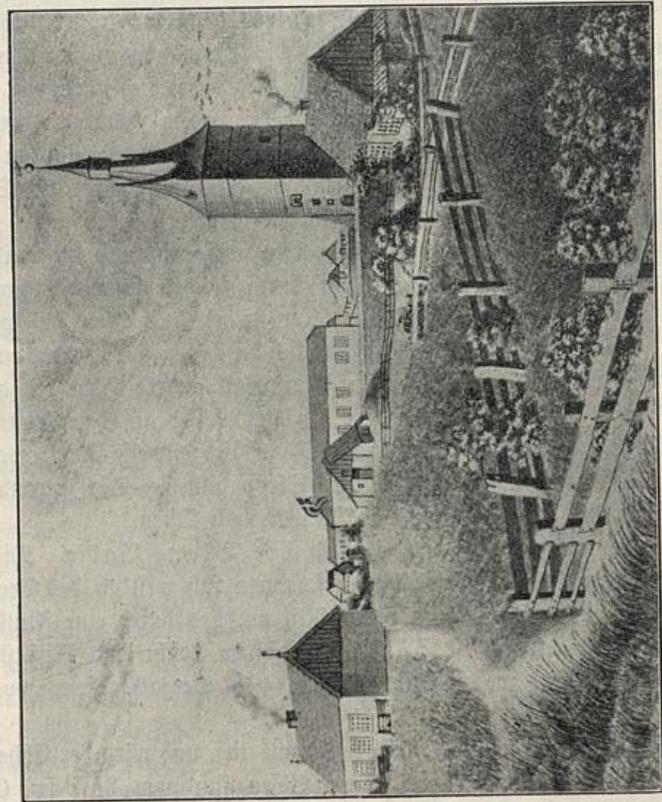
2,1 km nach Osten zurückgewichen, das ist in 100 Jahren um 1 km. Aber auch schon vor 1600 war Wangeroog im Westen abgebrochen, denn der Vorgänger des jetzigen Westturmes war schon von den Wellen zerstört worden, und der wird auch nicht dicht am Strande errichtet worden sein. Ferner ist Wangeroog an dieser Stelle 1780 und 1865 durchgebrochen. Der südwestliche Teil der eigentlichen Insel ist von 1780 bis 1812 ganz verschwunden, und der 1865 abgelöste Teil, auf dem jetzt die drei Häuser im Westen stehen, würde ebenfalls verschwunden sein, hätte nicht 1874 die Strandbefestigung angelegt. Auch auf den preussischen Inseln scheint die Strandbefestigung mit der Verhinderung derartiger Durchbrüche im NW begonnen zu haben.

Nordstrand der Insel. Nur ein Teil des im Westen der Insel herangekommenen Riffs legt sich hoch auf den Strand. Der größere Teil des in den Riffen enthaltenen Sandes wandert als ein Unterwasserriff, eine Vertiefung vor sich hertreibend, an der Insel vorbei. Die Vertiefung verschmälert in gleicher Weise wie die vorstehend erwähnte Strandbalje in ihrer Wanderung den Strand. Wo eine solche Vertiefung vor dem Strande ist, laufen die Wellen stärker auf. Das Wasser der Brandung fließt den Strand hinauf und muß sich einen Weg suchen, auf dem es wieder zurückfließen kann, ohne von neuem zurückgedrängt zu werden. Deshalb sammelt sich das Wasser einer größeren Strandlänge zu einem Strom, der stark genug ist, die Brandung zu durchbrechen. Durch diese Ströme entstehen auf dem Strande der ostfriesischen Inseln in der Windrichtung schräg vom Strand herabführende, jedem Badegast bekannte Rinne, die Strandpriele, die besonders den Strand schwächen und zu deren Durchbämmung die Buhnen vorhanden sein müssen, wenn nicht der Strand bei einer zum Abbruch neigenden Insel schnell kleiner werden soll. Unter günstigen Umständen, z. B. wenn die Dünenkette schmal ist und hinter ihr ein tiefes, durchgehendes Düental liegt, kann durch solchen Strandabbruch ein Inseldurchbruch entstehen, ein „Sloop“, wie er früher auf allen Inseln vorhanden war. Diese Durchbrüche vergrößern sich durch den Strom, der entsteht, wenn bei starken Winden das Wasser auf dem Watt andere Höhe hat als in der See. Je nach den Windverhältnissen ist das Wasser auf dem Watt oder in der See höher. Der Strom in einem Sloop ist zeitweise stark, was an den Kolken zu erkennen ist, die sich in dem Sloop bilden. Die Strandpriele wandern auch an der Insel entlang von Westen nach Osten.

Nordosten von Wangeroog und die Blaue Balje. Die vor Wangeroog vorbeiwandernden Bodenwellen sammeln sich westlich des Seegatts, der Blauen Balje, immer wieder zu einem Riff an, das durch eine Flutstromrinne vom Strande getrennt ist. Auf der Westseite bricht das Riff ständig ab und nimmt im Osten zu, wandert also in das Seegatt, dieses vor sich herdrängend.

So lange das Riff hoch ist, ist das Seegatt tief, und wird der Ebbestrom mehr geschlossen in die See geführt. Dann lösen sich vom Riff im Gebiet der Barre zwar einzelne kleine Platen ab, die aber von Strom und Wellen bald nach Osten geschoben werden und die Schifffahrt nicht stören. Sobald

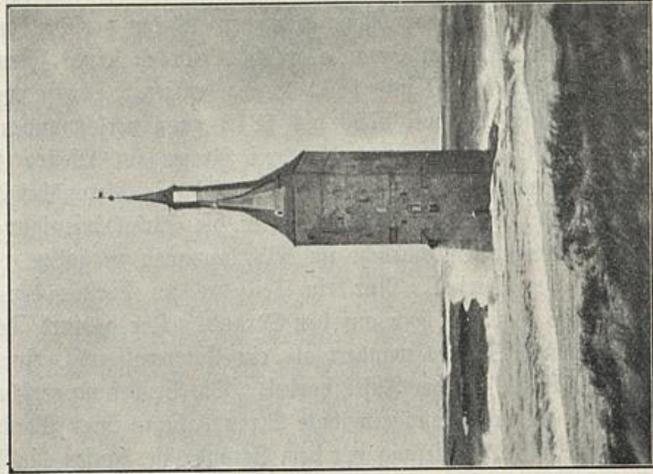




1825.

Nach einem Druck, der bei Stalling in Oldenburg erschienen ist.

Der Westturm von Wangerroog von Süden gesehen.



1911.

Aufnahme bei der Sturmflut vom 6. November 1911.

das Riff aber zu weit nach Osten vorgedrungen ist, zerteilt der Ebbestrom das Riff, so daß sich dieses dicht an der Ausmündung des Gatts in die See in das Gatt legt und die Barre verflacht. Das Gatt erhält dann mehrere flache Ausmündungen und ist schlecht befahrbar, zumal da auf der Barre leicht Brandung steht. Die Blaue Balje, die doch eigentlich als östlichstes der Seegatten den Wattfahrern, die bis zu 2 m tief gehen, als Einfahrtsgatt dienen mußte, ist öfters wegen zu geringer Wassertiefe nicht betont gewesen und lange von den Schiffsversicherungen als Fahrwasser nicht anerkannt worden.

Bei Flut erzeugt die am Strande entlang laufende Flutstromrinne im Seegatt einen Drehstrom, da das Wasser aus der flachen Rinne über das in dem tiefen Gatt von Norden kommende Wasser hinwegströmt und dieses ansaugt. Das Wasser auf der Sohle des Gattes steigt daher am Ostende der Insel stark landauf und führt den Sand den Strand hinauf, so daß am Ostende der Insel immer wieder ein hoher Strandwall entsteht, der dort gelegentlich auch Dünenbildung mit Pflanzenwuchs veranlaßt.

Der Eckvorsprung von Minsener-Old-Dog und die Außenjade. Wie das nach Osten wandernde Riff das Gatt vor sich her drückt, so schiebt dieses auch wieder eine Sandwelle vor sich her. Diese wie auch die kleinen, die Barre durchquerenden Platen und ebenso das zeitweise vom Gatt zerteilte Riff wandern östlich der Blauen Balje, dem Flutstrom und der Wellenrichtung folgend, nach Südosten und bilden hier mit der Zeit einen mehr oder weniger großen Wattvorsprung, der sich auch unter Niedrigwasser nach Norden und Nordosten fortpflanzt, bis er so groß ist, daß er sowohl den Flutstrom wie den Ebbestrom einengt. Diese fressen sich dann tiefe Rinnen, die den Vorsprung als große Plate ablösen. Alle zwanzig Jahre etwa löst sich eine neue Plate ab, die dann durch die Jade und Weser wandert und mit ihren Vorgängern zusammen die Barre der Außenjade und der Außenweser bildet. Auch an der Ecke von Minsener-Old-Dog überquert bei Flut der in den oberen Schichten nach SO fließende Strom den auf der Sohle im Schutz der Old-Dog-Plate nach Süden fließenden Strom und versetzt diesen in eine nach Westen aufsteigende Drehung, die von unten her der Plate Sand zuführt. Wo diese vom Flutstrom nicht mehr so stark überströmt wird, bildet sich eine Strandinsel. Mit dem sich immer wiederholenden Ablösen der Platen hat sich die Strandinsel aber immer weiter nach Süden verlegt, z. B. seit 1790 um 2500 m, gleichzeitig an Größe ständig abnehmend. Um 1200, als der Jadedeusen vielleicht noch kleiner war als jetzt, mag diese Strandinsel noch mehr einer Düneninsel geglichen und daher ihren Namen erhalten haben. Mit dem Zurückweichen von Minsener-Old-Dog verliert auch der Strand von Wangeroog die Stütze. 1800 war er noch gerade, wie der Strand von Spiekeroog. Jetzt aber ist Wangeroog stark gekrümmt und besonders im östlichen Teil nach Süden zurückgegangen. Die Platen, die sich von Minsener-Old-Dog ablösen, wandern geschlossen nach NO. In etwa hundert Jahren kommt eine Plate, die sich von Minsener-Old-Dog ablöst, in die Lage des Roten Grundes und in weiteren siebenzig Jahren in die Lage des Roten Sandes.



Der Rotensandleuchtturm, der im Jahre 1884 mitten auf dem Rotensand gebaut wurde, würde 1859 nördlich vom Rotensand gelegen haben; jetzt liegt er südlich vom Rotensand. Fast auf derselben Stelle, auf der 1859 die Neue Weser floß, ist jetzt die Alte Jade. Das Feuerschiff Minijener Sand liegt auf der jetzigen Wasserscheide zwischen Jade und Weser.

Die Stelle aber, auf der der Hohewegleuchtturm steht, hat seit 330 Jahren annähernd gleiche Gestalt gehabt, denn 1697 ist hier hart an der Niedrigwasserlinie die BremerBake gebaut worden. 1783 wurde sie durch eine neue, 1850 m SOzS von der alten gelegene, ersetzt. 1855 bis 1856 wurde in deren unmittelbarer Nähe der Leuchtturm erbaut. Ebenso ist seit 1859 die Fahrwasserkaute bei Schillig unverändert.

Die wechselweise Wirkung des Flut- und Ebbestromes bewirkt in diesem Gebiet die Wanderung der Platen. Der Bewegungskraft folgend, setzt beim Umbiegen von der See in die Jade der Flutstrom mehr nach Osten, der Ebbestrom mehr nach Norden zu. Die beiden Stromrichtungen überkreuzen sich also, und die Platen wandern in der Winkelhalbierenden der beiden Richtungen. Die Untersuchung dieser Platenwanderung hat zu den oben beschriebenen Stromuntersuchungen geführt.

Die Wanderung der Platen im Jadegebiet nach NO erstreckt sich auf das Gebiet östlich von $7^{\circ} 57'$ und nördlich von $53^{\circ} 44'$. Seitdem die Lage der Jadeplate bekannt ist, das ist seit 1845, hat ihr westlicher Teil seine Lage annähernd behalten; westlich von $7^{\circ} 57'$ haben Flut- und Ebbestrom auch annähernd dieselbe Richtung. Über $53^{\circ} 44'$ nach Süden hinaus sind die Wanderplatten seit 1859 nicht vorgeedrungen.

Fast alle Platen steigen auf der Südwestseite flach an, fallen nach NO steil ab und werden hier durch einen Kolk begrenzt. Die Platen wandern nach der Seite, auf der sie steil sind.

Ursprung und Verbleib des Sandes. An der französischen, belgischen, holländischen und ostfriesischen Küste wandert der Sand von Westen nach Osten. Vermehrt wird die Menge des Wandersandes durch den von den Flüssen dem Meere zugeführten Sand und durch die Sandmenge, die aus der tiefen See durch die Grundsee dem Vorstrande zugeführt wird. Der an der Küste entlang wandernde Sand wird auch durch die Elbe wandern, sonst müßte ja vor der Weser eine große Sandanhäufung sein, die aber nicht vorhanden ist. Der Sand scheint sich in der Bucht südlich von Eiderstedt zu sammeln. Der Sand von Amrum und Sylt ist jedenfalls viel gröber als der der ostfriesischen Inseln, der also nicht bis dahin durchgewandert sein kann.

Übersicht über die Küste von Texel bis Eiderstädt. Von der Gestalt des Grenzgebietes zwischen der See und dem Wattenmeer hängt die Gestalt des letzteren ab. Deswegen sei hier eine zusammenfassende Übersicht über die Gestalt der Küste von Texel bis Eiderstedt gegeben: Geologisch gehört diese Küste dem Alluvium an; die Küste weiter nördlich hat zahlreiche Punkte älterer Formation, die scheinbar auch die Küstengestaltung beeinflussen. Der Meeresboden besteht hier meist aus braunem Sand und nur

dicht an der Küste aus grauem Sand, während vor der ostfriesischen Küste vom Schlick grau gefärbter Sand vorherrscht. Es zieht sich auch von Helgoland nach Eiderstedt ein hoher Rücken durch, dessen tiefste Stelle nur 15 m unter Niedrigwasser liegt, der aber mit einzelnen diluvialen Höhen, z. B. der Loreleybank und dem Steingrund bis 9 m unter Niedrigwasser aufragt. Dieser Rücken scheint eine Scheide im Verlauf der Flutwelle zu erzeugen.

Die Küste von Texel bis nach Holstein südlich von dem Rücken zeigt nun, trotzdem sie fast ganz in ihren küstenbildenden Schichten dem Alluvium angehört, in dem Teil von Texel bis Wangeroog ganz andere Gestaltung als in dem Teil von Wangeroog bis Eiderstedt. Der erstere Teil kann als Inselküste bezeichnet werden, der letztere als Wattzungenküste. Der Unterschied ist begründet durch die verschiedene Lage zur Hauptwindrichtung und besonders zum Gezeitenstrom.

Beim westlichen Teil sind die Hauptwindrichtung und der Gezeitenstrom parallel zur Küste. Die Wellen werfen den Strandwall der Düneninseln parallel zur Küste auf; dessen Entfernung von den Tiefenlinien der See ist durch Tiefenwirkung der Wellen bedingt. Der Strandwall würde geschlossen sein, wenn nicht der Tidenhub wäre.

Infolge des Tidenhubes wird die Fläche hinter dem Strandwall in jeder Tide gefüllt und geleert; der dabei entstehende Strom reißt einzelne Rinne in den Strandwall. Die kleineren schließen sich bei schwachen Tiden; es bleiben die großen, die Seegatten, die bei gewöhnlichen Tiden den ganzen Strom aufnehmen. Sie häufen auf ihren beiden Seiten, am Ost- und Westende der Inseln, den Sand verstärkt an; es bilden sich hier Hügel, die viel Muscheln enthalten, vereinzelt bewachsen sind und Dünen bilden. Auf dem trockenen Teil des Strandwalles entstehen Dünen. Sturmfluten verhindern aber zu lange Ausdehnung der Dünen und lassen im Osten und Westen der Inseln die großen, wüstenartigen Sandflächen entstehen. Wenn der Tidenhub kleiner ist, wie südlich von Texel, kann sich eine geschlossene Dünenkette halten, wenn auch manchmal nur infolge menschlicher Nachhilfe. Die in jeder Tide überströmte Fläche hinter den Inseln ist Watt, dessen Breite im allgemeinen im Beharrungszustand ist, wenn nicht Menschenkraft eingreift. Durch die Seegatten wird der Wandersand immer wieder nach See zu geworfen. Der fast senkrecht zur Küste laufende Ebbestrom der Seegatten wird aber bald außerhalb des Strandes von der größeren Bewegungskraft des Hauptgezeitenstromes abgelenkt, so daß der Sand nicht allzuweit vorgetrieben werden kann und bald von den Wellen und vom Flutstrom auf die Mitte der Inseln zurückgeworfen wird. Immerhin treiben die Seegatten doch den Sand so weit vor, daß auch mitten vor den Inseln der Vorstrand — bis zur 16 m-Linie gerechnet — etwa dreimal so breit ist als der insellose Vorstrand der Küste südlich von Texel und der Vorstrand vor der langen Insel Sylt, was wieder einen Schutz für die Küste bedeutet.

Nordöstlich von Minsener-Old-Dog werden die Wandersände durch den starken Jadestrom und weiterhin durch den Weserstrom als Platen nach Nordosten



weitergeschoben. Beim Zusammenfluß des Ebbestromes der Jade und der Weser ist ein stromschwaches Gebiet, in dem sich die vom Ebbestrom mitgeführten Sandmengen ablagern können; es ist dies die Mellumplate, die zwischen dem Roten Grund und der Strandinsel Alte Mellum liegt. Von Nordnordwest setzt der Flutstrom auf beiden Seiten der Wasserscheide zwischen Jade und Weser auf diese Plate zu und schiebt im Verein mit den Wellen die Sandmengen, die von den Wanderänden abgegeben werden, landwärts; diese bilden dann zwischen den beiden Strömen parallel zur Küste einen Strandwall, die Strandinsel. — In deren Schutz hält sich, geteilt wie eine Kieselwiese mit Rückenbau, das Watt des Hohenweges, dessen Haupt- und Nebenwasserscheiden mit den Hauptstielen und Nebestielen eines Fiederblattes verglichen werden können. Die Hauptachse der Wattzunge zwischen Jade und Weser, das ist von Mellum und Hohenweg, ist parallel zu den beiden Hauptstromrichtungen. Die große Länge der Wattzunge kommt daher, daß der Hauptzeitenstrom die Sandmengen nördlich der Strandinsel Mellum nicht parallel zur Küste ablenkt, wie vor der Inselküste außerhalb der Seegatten, sondern die Ablagerung in einer dreieckigen Spitze gestattet, an deren Basis der Strandwall entsteht, und daß auf beiden Seiten des Strandwalles die großen Ströme, die Jade und Weser, die von See kommenden großen Wellen über die Linie des Strandwalles nach Land zu eindringen und wirken lassen. Die über den Gleichgewichtszustand hinaus durch Flut und Wellen zugeführten Sandmengen werden durch den Ebbestrom wieder seawärts geführt. Erst wo die Wellen durch das vorliegende Watt genügend geschwächt sind, bleibt soviel Boden liegen, daß sich Land bilden kann, das ist an der nördlichen Ecke von Butjadingen.

Nach der Darstellung der Seekarten wird die Gestaltung der Küste zwischen der Weser und Elbe und zwischen der Elbe und Eider der Gestaltung von Mellum und Hohenweg in vielen Punkten ähneln. Das Watt ist durch große Rinnen in Wattzungen geteilt, an deren Seeende vielfach Strandinseln liegen oder gelegen haben. Zwischen Weser und Elbe sind es an Strandinseln: Tegeler Plate, Ewersand, Knechtisand, Scharhörn, und an Rinnen: die Tegeler Rinne, die Robins-Balje und der Till, zwischen Elbe und Eider sind es die Strand- bzw. Düneninseln Buschsand und Blauortsand und an Rinnen Norder Elbe, Falsches Tief, Süder Piep mit dem Flackstrom, Norder Piep, Dove Fief Faden und die Eider. Annähernd hat sowohl der Ebbestrom wie der Flutstrom die Richtung der Rinnen, nur daß überall der Flutstrom mehr nach Osten, der Ebbestrom mehr nach Norden setzt, die Strömungen sich also der allgemeinen Küstenströmung entsprechend überkreuzen. Zwischen den Rinnen bilden sich weit nach See zu vorspringende Unterwasserplatten, die auf der Süd- bzw. Südwestseite flach ansteigen, auf der Nordost- bzw. Nordseite steil abfallen, ein Zeichen, daß sie nach dieser Seite wandern. Damit wandern auch die Rinnen.

Der Ursprung dieser Rinnen ist ein anderer wie der der Jade, Weser und Elbe. Die Jade ist die Verbindung der See mit dem Jadedeusen, der sich im Mittelalter entwickelt hat. Weser und Elbe sind die Mündungstrichter

großer Inlandströme. Die Rinnen sind aber im Grunde genommen dasselbe wie die Seegatten, wengleich sie infolge ihrer anderen Lage zum Gezeitenstrom ganz anderes Aussehen haben. Sie sind die Durchbrechungen des Strandwalles und vermitteln das Füllen und Leeren des Watts, nur daß der Strandwall weiter vom Lande entfernt ist, da die trennenden Platen sich weit nach See zu erstrecken und daher den Strandwall mehr nach See zu sich bilden lassen. Weil das Watt breiter ist, sind auch die Rinnen breiter, und deswegen kann auch die See stärker auf das Watt hinauflaufen und damit erst in großer Entfernung vom Strandwall Landbildung zulassen. Da die Watten breiter sind, sind die Strandwälle fast nur Strandinseln, denn sie werden bei Sturmfluten zu stark überströmt. Nur Trischen, Neuwerk und das kleine Eiland Mellum sind Düneninseln in diesem Gebiet; Neuwerk ist schon alt, wird aber auch nur noch mit vieler Mühe gehalten. Trischen und Mellum sind noch ganz jung und werden vielleicht verschwinden, wie sie entstanden sind, ohne daß man die Ursache ihrer Entstehung erkannt hat.

Da die Rinnen zwischen Weser und Eider viel größer sind als die Seegatten, sind ihre Veränderungen auch viel einschneidender als die der Seegatten, wengleich sie viel langsamer vor sich gehen.

Das Watt. Das Watt in der Seekarte. Das Watt wird auf den Karten meist gleichmäßig einfarbig und mit nur ganz wenigen Höhenangaben dargestellt. Solche Höhenangaben finden sich vorwiegend nur da, wo das Watt bei Hochwasser befahren wird, also längs der Priele und Baljen. Diese Wattfahrwasser sind durch Pricken gekennzeichnet, das sind junge Bäume von etwa 4 bis 5 m Länge, die bei Hochwasser 2 m aus dem Wasser ragen und dadurch dem Schiffer den Weg weisen. Von den vielen wirklich vorhandenen Wattbaljen sind aber nur die größten eingetragen, deren Enden zudem vielfach weggelassen sind. Aus der eintönigen und unvollständigen Darstellung der Watten darf man aber nicht schließen, daß diese ohne Bedeutung für die Schifffahrt wären. Das Watt südlich von Wangeroog ist z. B. manchmal von 50 Schiffen auf einmal belebt. Auf den Watten brauchen die Schiffer keine Karten; einer sagt dem anderen, wo er fahren muß. Neulinge in einer Gegend schließen sich in der Regel einem anderen, ortskundigen Schiffer an, der ihnen die Wege weist, sie auf Strömung und Gefahrstellen aufmerksam macht und zeigt, wo man ankern, festfahren und trockenfallen darf, ohne daß das Schiff durch die Grundsee beim Trockenfallen oder Aufschwimmen zer schlagen wird, oder vom Strom unterspült wird und zerbricht. Karten hätten auch bei der im Verhältnis zur verfügbaren Wassertiefe immerhin großen Veränderlichkeit der Watten nur für kurze Zeit Wert. Alljährlich im März geht der Bakenstecker mit seinem Schiff los, um in einem kleinen, ihm gut vertrauten Gebiet die Pricken zu setzen. Bei fallendem Wasser sucht er die tiefste und günstigste Fahrrinne und setzt dann an ihr entlang die Pricken. Durch Winterstürme und Eis gehen sie wieder verloren. Dann fehlen dem Schiffer die Zeichen. Zu den Gefahren der Stürme, zu den kurzen Tagen kommt die Unsicherheit im Auffinden der Fahrstraße; das Watt wird einsam,



bis das Frühjahr kommt und mit ihm wieder der Bakenstecker, der die Brücken der dann meist veränderten Fahrwinne entsprechend neu setzt. Für die Schifffahrt genügt es daher, daß auf der Karte angedeutet ist, in welcher Gegend annähernd Brückenreihen gesetzt werden.

Wichtiger wäre es für die Beurteilung der Veränderung der Küste und des benachbarten Seegebietes, in gewissen Abschnitten Aufmessungen der Watten vorzunehmen, da von der Wattgestaltung Anwuchs oder Abbruch des Landes und auch die Freihaltung der Außentiefe abhängt. Nimmt die Wathöhe ab, so geht Land verloren, nimmt sie zu, so wird leicht auch ein Sieltief zugeschlagen. Häufig muß so die Entwässerung großer Landflächen umgelegt werden. So mußte die Entwässerung des nordwestlichen Teiles von Feverland von Friederikensiel nach der Jade geleitet werden, weil bei Friederikensiel zu viel Anwuchs war. Die Veränderungen gehen aber meist sehr langsam vor sich. Die Beurteilung der Wattveränderungen ist daher sehr schwer. Für derartige Untersuchungen wird deshalb nur in den aller seltensten Fällen Geld zur Verfügung stehen.

Die Watten der Jade sind aber doch sehr eingehend aufgemessen, da von ihrer Erhaltung und Gestaltung das Fahrwasser nach Wilhelmshaven abhängt, und da für diesen Flottenstützpunkt solche Summen aufgewandt sind, daß sich auch derart kostspielige Untersuchungen rechtfertigen. Vom größten Teil der oldenburgischen Watten kann daher eine zuverlässige Darstellung gegeben werden.

Verschiedenheit der Watten. Die Watten sind alle sehr verschieden voneinander. Um zunächst dies ganz roh zu schildern: Norderney, Minsterer Ob Dog, Alte Mellum, Scharhörn kann man mit Pferd und Wagen vom Festland aus erreichen. Der Weg von Wangeroog nach dem Festland ist nur für kerngesunde Fußgänger gangbar; auf längere Strecken kommt man auf ihm bis über die Knie in den Schlick. Auf ein Watt sollten sich auch nur Leute wagen, die es genau kennen oder ortskundige Führer mitnehmen; kein Wattgebiet ist wie das andere.

Allen Watten Gemeinsames. Trotz aller Verschiedenheiten haben die Watten aber doch viel Gemeinschaftliches.

Zunächst der See, wo noch die stärkeren Wellen wirken, besteht das Watt aus inselartigen Rücken reineren Sandes, die durch Baljen voneinander getrennt sind. Hinter diesen Rücken und im Schutze derselben lagert sich Schlick ab. Von hier aus steigt das Watt allmählich wieder an und besteht dann bis zum Ufer oder bis zur Wasserscheide aus Schlick, es sei denn, daß es von Wellen oder Strom getroffen wird, in welchem Falle es wieder in Sand übergeht. In den tieferen Teilen der Schlickablagerung siedeln sich Muscheln an, die allmählich recht unebene Bänke bilden, den Schlick verstärkt festhalten und das Watt erhöhen. Eine Muschelbank kann sich immer nur auf Schlick, also im stillen Wasser bilden. Ist sie aber einmal vorhanden, so kann sie dem Strom widerstehen. Die Muschelbänke werden in der Hauptsache von Riesmuscheln gebildet, zum kleineren Teil auch von Herz- und Tellermuscheln. Die

Sandklammuschel lebt im Boden und ist lebend fast nie zu sehen, sie sitzt zu tief im Sande; große Haufen von Schalen dieser Muschel sammeln sich aber gelegentlich bei Verlegung von Prielen und Baljen. An der Hochwasserlinie eines Watts, das wenig von Strom und Wellen getroffen wird, siedelt sich der Queller (*Salicornia herbacea*) an, der in dichterem Bestande die Wellen dämpft und Schlickablagerung befördert und dadurch den Grodenpflanzen die Lebensmöglichkeit schafft.

Die Wattgestaltung ist im einzelnen abhängig von dem durch den Wind erzeugten Strom, von den Wellen und vom Gezeitenstrom.

Das flache Wasser der Watten wird stark vom Winde fortgetrieben, wo es weiter wandern kann, wie zwischen den Inseln und dem Festland und auf dem Hohenweg. Der dort auftretende Strom verhindert an vielen Stellen die Schlickablagerung oder nimmt jungen Schlick wieder mit fort.

Die Breite des Watts ist abhängig von den Wellen, und diese sind wieder abhängig von der Lage der Küste zur See. Je stärker die Wellen an das Watt heranlaufen, desto breiter muß das Watt sein, damit sich die Wellen so dämpfen können, daß Sinkstoffablagerung und damit Landbildung möglich ist. Je breiter das Watt, desto mehr Wasser gehört dazu, um das Wattgebiet bei Flut zu füllen, desto mehr läuft bei Ebbe von ihm ab und entsprechend tiefer und breiter sind die Rinnen im Watt, besonders an der Niedrigwasserlinie. Ist das Watt schmal, sind die Rinnen sehr klein; bei breitem Watt nehmen sie die Ausdehnung von Seegatten an. Im Schlickwatt sind alle Rinnen viel schärfer eingeschnitten als im Sandwatt.

Ist das Watt fast trocken, so folgt das Wasser ganz den Baljen und Prielen. Ist es aber im Mittel 1 m unter Wasser, so folgt das Wasser vielfach nicht den Rinnen, sondern setzt der Hauptstromrichtung folgend über die Watten in voller Breite hinweg. Dadurch kommt vielfach eine Teilung der zwischen den Rinnen befindlichen Rücken zu stande, die manchmal so tief einreißt, daß sich eine neue Watteinteilung bildet. Die Ursache dieser Verlegung wird meistens in einer durch Wellen erzeugten Veränderung der Sandrücken zunächst der See bestehen, die dann den Flutstrom anders als vorher auffangen und dadurch auch die Stromverteilung weiter aufwärts verändern.

Auf dem Watt hinter jeder der Inseln und zwischen den großen Strömen befindet sich eine Wasserscheide, auf die bei Flut das Wasser von beiden Seiten zufließt, von der es bei Ebbe nach beiden Seiten abfließt. In der Karte sind sie durch gestrichelte Linien angedeutet. In der Gegend der Wasserscheide ist der Strom am schwächsten; deswegen lagern sich hier die Sinkstoffe ab, so daß das Watt hier am höchsten ist. Es ist die Kunst der Wattschiffer, Strömung und Wind so auszunutzen, daß sie möglichst viele solcher Wasserscheiden in einer Tide hinter sich lassen, um schnell weiter zu kommen.

Windstille Zeit bewirkt Schlickablagerung; Sandwatten sind in solcher Zeit manchmal mit einer 10 cm hohen Schlickschicht bedeckt. Durch eine Sturmzeit wird der Schlick vollständig wieder fortgenommen; dafür ist das

Wasser der Jade am Ende der Sturmzeit auch dick von Schlick. Die Sturmzeit verändert auch vielfach die Sandrücken; diese wandern dann in Richtung der Wellen, das ist meistens landwärts.

Ist Außendeichsland, das ja meistens aus Klei besteht, im Abbruch, so geht es mit einer Steilkante ins Watt über. Das Ufer zeigt dann viele Einbuchtungen, in denen die Wellen verstärkt angreifen. Die Vorsprünge werden auch oft durchbrochen, so daß einzelne Inseln stehen bleiben. Ein solches Abbruchufer ähnelt im Kleinen sehr dem Steilabhang von Helgoland. Ist ein Groden in Anwuchs, so geht er allmählich ins Watt über und mit ihm auch der Pflanzenwuchs, von den Grodenpflanzen zu den Wattpflanzen übergehend. Eine Beschreibung der einzelnen Wattgebiete an Hand von Karten in großem Maßstabe, die eigentlich gegeben werden müßte, soll wirklich das Watt anschaulich geschildert werden, muß leider aus Mangel an Platz hier unterbleiben. Über die Watten bei Wangeroog siehe meinen Aufsatz über Meer und Küste bei Wangeroog.

Inseln im Jädebusen. Von den vielen Inseln, die früher im Jädebusen vorhanden waren, besteht nur noch ein Rest von Arngast und des großen Oberahnischen Feldes.

Arngast und Dangast sind diluviale Erhöhungen; zwischen ihnen hat sich noch ein Rücken älteren Bodens — Geest, Moor und Marsch — gehalten. Durch Wellen und Strom ist auch dieser Rücken schon zum Watt abgetragen; man sieht hier auf dem Watt aber noch ausgewaschene Steine, Baumstücke und auch Gräben, Torfstiche und andere Spuren menschlicher Tätigkeit. Von Arngast ist nur noch ein ganz kleiner Teil, der aber auch schon aus umgelagertem Sand besteht, mit Dünenpflanzen bewachsen. Von Dangast kann man nach Arngast hinübergehen.

Das Oberahnische Feld ist eine Marschinsel mit Grodenpflanzenwuchs und ähnelt sehr den schleswigschen Halliginiseln. Die Oberfläche liegt im Mittel 0,4 m über Hochwasser. Die Insel zeigt rundum Steilufer, ist überall stark im Abbruch und wird in wenigen Jahren verschwunden sein. Auf der Nordostseite wird sie von den Wellen zerstört; das Steilufer ist hier etwa 2,5 m hoch. Auf der Ost- und Südseite bewirkt hauptsächlich der Strom den Abbruch; das Ufer wird hier unterspült und bricht in großen Schollen ab. Das Steilufer ist hier bis zu 4 m hoch.

Vergleich zwischen Jade und Weser. Vergleicht man die Jade und die Außenweser, so fallen sofort große Unterschiede auf. Die Barre der Außenjade enthält viel mehr Platen und Rinnen, als die äußere Barre der Außenweser, die deswegen auch besser befahrbar ist als erstere. Dies wird wohl daher kommen, daß die Jade fast rechtwinklig in die See einmündet, die Weser aber unter einem erheblich stumpferen Winkel. Die Richtung des Flutstromes und des Ebbestromes kreuzen sich an der Mündung bei der Jade unter einem größeren Winkel als bei der Weser; entsprechend wandern auch die Platen in der Jade schneller als in der Weser. Die Platen der Jade sind infolgedessen viel kleiner und ebenso die zwischen ihnen liegenden Rinnen als

die der Weser. In dieser haben die Platen mehr Zeit, sich zu einer großen Masse zu sammeln, so daß auch die zwischen ihnen liegenden Rinnen breiter sind, als die der Außenjade.

Südllich der Linie Schillig—Nordeverland ist aber das Fahrwasser der Jade erheblich breiter und tiefer als das der Weser, die Weser ist hier auch viel veränderlicher als die Jade. Die beiden Hauptplaten der Innenjade, die Hooftelplate und die Geniusbank liegen seit ihrer ersten Vermessung, das ist seit 50 Jahren, immer annähernd an derselben Stelle. In ihrem Grundstock bestehen sie aus altem Boden, aus diluvialen festen Tonbänken und aus Sandrücken, die teils durch zahlreiche bloßgespülte Findlinge, teils durch sehr festen Bruchwaldtorf, der hier 8—10 m unter Niedrigwasser liegt, gegen den Stromangriff geschützt sind; teilweise besteht der Grundstock auch aus alluvialen Tonbänken. Auf der Höhe des Grundstocks lagert sich beweglicher Seesand ab, gerade so wie sich auf hohen Eisenbahndämmen Schneewehen bilden. Wie bei diesen der Wind, so setzt bei jenen der Strom im Bogen über die Höhe hinweg, auf dessen Mitte ein Gebiet der Ruhe ist, in dem der Schnee bezw. Sand liegen bleibt. Der Innenjade werden aber auch nur geringe Sandmengen zugeführt, während die Weser den ganzen vom Oberlauf herkommenden Sand abzuführen hat. Die Innenjade macht auch bei Niedrigwasser einen seeartigen Eindruck, während die Weser dann bis weit unterhalb Bremerhaven mehr den Eindruck eines Flusses macht.

Im Mittelalter stand die Jade mit der Weser noch durch mehrere Arme in Verbindung; der größte war das Lockfleth, das von Brake an Ovelgönne vorbei über Seefeld in die Jade ging und im unteren Lauf wohl ein großes, jetzt eingedeichtes Wattgebiet war; dann gab es die kleinere Ahne und Heete, die von Esenshamm und Abbehausen nach Stollhamm und nach dem Lockfleth führten, und ferner die Line, die von Elsfleth über Meerkirchen in die Jade ging. Hier war diese bis Zader-Altendeich noch breites Watt. Die Innenjade war aber viel kleiner als jetzt; noch um 1600 war sie zwischen Wilhelms- haven und Eckwarden nur halb so breit wie heute. Butjadingen erstreckte sich bis über Tossens hinaus nach Norden zu um mindestens 1 km weiter nach Westen. Die Weser andererseits war stark verwildert und enthielt viele Inseln. Jade und Weser sind derzeit einander viel ähnlicher gewesen als heute. Die Jade hat damals sicher einen großen Teil der Sinkstoffe der Weser abgeführt; als aber die Jade mit Beginn der Neuzeit gegen die Weser abgedämmt werden konnte, mußte die Weser alle Sinkstoffe allein abführen. Seit dieser Zeit sind in der Jade alle durch Strom und Wellen bewegten Sand- und Schlammengen randwärts geführt, so daß in ihr überall an den Rändern Land gewonnen wurde, während der eigentliche Stromschlauch immer einheitlicher und breiter wurde. Diese Verbreiterung des Stromschlauches ließ auch die Wellen an der Westseite Butjadingens stärker auflaufen, wodurch hier der schon oben erwähnte Landverlust eintrat, dem man lange hilflos gegenüberstand, und den man sich gar nicht erklären konnte. Ein Einlege-deich nach dem andern ging verloren. In der Außenweser hingegen sind infolge der verstärkten Sandzufuhr vom



Fluß her die Watten weiter nach See zu vorgeschoben. Diese Sandzufuhr bewirkt auch die große Veränderlichkeit des inneren Teiles der Außenweser.

Veränderungen des Fedderwarder Fahrwassers. Um diese zu veranschaulichen, sei auf die Veränderungen zwischen Langwarden und Blexen hingewiesen. Als sich hier das Land bildete, muß hier ein breites Watt gewesen sein. Dann verlegte sich die Weser dorthin. Um 1550 fuhren die nach Bremen fahrenden Schiffe unter dem Deich von Butjadingen entlang. Das blieb so bis etwa 1820. In der Zwischenzeit muß sich der Strom in dieser Rinne noch näher ans Ufer verlegt haben, denn 1717 mußte hier von Fedderwardersiel bis Tossens der Deich zurückgelegt und mußten mit ihm mehrere Dörfer, die auf Wurten hart am Ufer lagen, aufgegeben werden. Vor diesen Dörfern hat früher aber sicher auch noch Land gelegen, denn so hart an der See, wie die verlassenen Dörfer zuletzt lagen, wird man sie kaum angelegt haben. Um 1800 wurde schon das Wurster Fahrwasser größer als das an Butjadingen entlang laufende, das sich allmählich immer mehr schloß; von 1870 ab war es nicht mehr befahrbar. Jetzt liegt von Blexen bis Waddensersiel vor dem Deich, abgesehen von einem kleinen Priel, nur noch Watt. Diese große Veränderung wird darauf zurückzuführen sein, daß sich die Sände in der Gegend der heutigen Robbenplate verworfen haben, und daß dadurch der Flußstrom mehr von dem Fedderwarder Fahrwasser abgezogen wurde, so daß die Weser oberhalb Blexen durch das Wurster Fahrwasser gefüllt wurde. Zunächst wird die Abnahme des Stroms im Fedderwarder Fahrwasser sich an dessen Ausmündung in das Wurster Fahrwasser, das ist bei Blexen, bemerkbar gemacht haben; hier setzte auch die Verlandung ein, die immer mehr nach See fortschreitet.

Der Schlickgehalt des Wassers an der Küste. Wohl jedem, der längere Zeit im oldenburgischen Küstengebiet gelebt hat, prägt sich am meisten der Zustand der See und Witterung ein, der alles grau in grau zeigt. Die durchregneten Wege grau, das Watt grau, das Wasser grau, der regenschwere Himmel grau, alles grau ineinander übergehend, alles Schlickfarbe. Wie aus der Beschreibung der Watten zu sehen ist, ist auch der Schlick das, was sich überall an der Küste, sei es auf dem Lande, auf dem Watt oder im Wasser, vorwiegend bemerkbar macht. Schlick ist in der Hauptsache Ton, also ein Verwitterungserzeugnis des Festlandes, dem Meere durch die Flüsse zugeführt, dem sich im Meere abgestorbene Tiere und Pflanzen, besonders Diatomeen, beimengen, und der überall mit mehr oder weniger ganz feinem Sand vermischt ist. Daß das Wasser der Außenweser schlickhaltig ist, leuchtet nach dem Ursprung des Schlicks schon ein, daß aber auch der ganze sonstige Küstensaum große Schlickmengen zeigt, bedarf der Erklärung, denn die kleinen Siele, die an der langen Küste zwischen Ems und Jade einmünden, sind nicht imstande, der Küste diese Schlickmengen zuzuführen. Auch enthält das Wasser der offenen See nicht so viel Sinkstoffe, daß sich daraus der Schlickgehalt der Watten erklären ließe. Das Seewasser beim Feuerschiff Weser und bei

Helgoland enthält noch nicht $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{16}$ der Sinkstoffe, wie die Jade bei Wilhelmshaven bei ruhigem Wetter.

Wie oben erwähnt, wandert das Wasser der Nordsee die Küste entlang von Westen nach Osten und dann nach Norden. Auf den Wattten kann sich nun der Schlick ansammeln. In dem ruhigen Wattwasser kann er zu Boden fallen, besonders bei schwachen Winden. Das zuletzt vom Watt herabfließende Wasser nimmt aber einen Teil des frisch abgelagerten Schlicks wieder mit fort, und zwar je nach der Höhe der Wellen mehr oder weniger. Das zuletzt abgeflossene Wasser bleibt aber in den Wattbälgen und tritt als erstes wieder auf die Wattten hinauf, so daß der in ihm enthaltene Schlick weiter nach oben geschoben wird. Bei starkem Wind wird zwar auch bei höherem Wasserstande schon das ganze Wattwasser durch den aufgerührten Schlick getrübt, aber auch dann enthält das zuletzt abfließende Wasser bedeutend mehr Schlick als das zuerst abfließende. Bei ruhigerem Wetter wird der durch Stürme bewirkte Verlust des Schlickgehaltes auf dem Watt durch die wiederholte Zufuhr des von den Stürmen her noch im Seewasser schwebenden Schlicks von außen ersetzt. Durch die andauernde Wiederholung dieses Vorganges bleibt das Wasser auf den Wattten stark schlickhaltig.

Bei Südwinden ist das Wasser auch am Nordstrand der Inseln stark schlickhaltig. Das reinere Wasser an der Oberfläche wird nach See zu fortgetrieben und von unten her durch schlickigeres Wasser ersetzt. Der meiste Schlick der Nordsee ist also auf dem Watt und in der Nähe der Inseln gesammelt und muß mit dem Wasser wandern, stammt also von Westen. Sand wandert aber nur in ganz geringer Menge über das Watt von Westen nach Osten, da auf dem Watt in der Regel die Wellen zu klein sind, um eine Sandwanderung zu erzeugen.

Schlickgehalt des Jadedwassers. Auf gleiche Weise, wie das Wasser der Wattten zwischen Inseln und Festland, wird das Wasser der Jade mit Schlick angereichert. Es wird nach Süden zu immer schlickiger. Auch der der Jade neu zugeführte Schlick muß von Westen stammen. Abgesehen von dem bei Westwinden über das Neubrack kommenden Wattwasser nimmt, wie schon oben erwähnt, das Wasser, das sich an der Biegung der Jade nordöstlich von Minsener=Old=Dog befindet, seinen Weg in die Weser, so daß auch von außen herum das Jadedwasser nur durch von Westen kommendes Wasser erneuert werden kann. Weserwasser könnte nur über den Hoheweg kommen. Hier wird wieder bei Westwinden wohl Wasser aus der Jade in die Weser getrieben, während bei Ostwinden, bei denen der Hoheweg ganz oder fast ganz trocken bleibt, nur wenig Wasser über den Hoheweg kommen kann.

Ein großer Teil des in der Jade enthaltenen Schlicks stammt von den eigenen Wattten, und da die Jade früher zur Weser gehörte, vielleicht aus der Weser. Bei unruhigem Wetter ist das Wasser der Wattten, der Jade usw. stark getrübt, und da es bei Niedrigwasser in die See kommt, ist diese dann in der Nähe der Küste auch getrübt und zwar bei den Strommündungen



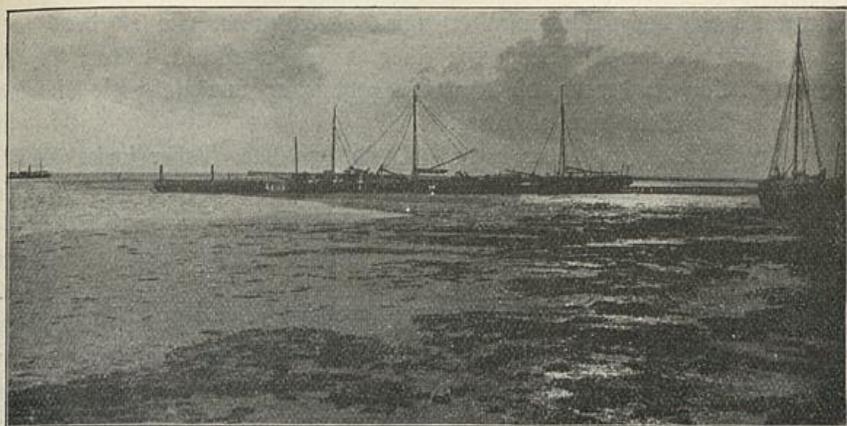
weiter hinaus als vor den Inseln, da die Ströme größere Wassermengen ein- und austreten lassen als die Seegatten.

Menschenwert an der See. Häfen im oldenburgischen Seegebiet. Überall, wo das Wasser der Küste zur Ruhe kommt, lagert sich Schlief ab. Häfen können daher nur dort angelegt werden, wo das Wasser strömt und dadurch die Verschlickung verhindert. Jedes Sieltief wird daher als Hafen ausgenutzt, sei es auch nur für Fischerbote. Meistens ist das Außentief dicht am Siel etwas verbreitert und mit Bohlwerk eingefast. Bei Niedrigwasser ist der Schiffs- liegeplatz meist wasserfrei, so daß die Schiffe dann trocken liegen. Die Verbreiterung wird meistens dadurch tief erhalten, daß der in ihr sich ablagernde Schlief in das eigentliche Siel geschoben wird; unterbleibt dies, so schlickt der Hafen sehr schnell auf, wie man es jetzt in der aufgegebenen Hafenanstalt von Mariensiel sehen kann. Diese Sielhäfen sind nur um Hochwasser herum zugänglich, bieten aber den Schiffen guten Schutz. Es sind hier die Sielhäfen des oldenburgischen Seegebiets aufgezählt. Die Zahl hinter jedem Hafen gibt an, mit welchem Tiefgang Schiffe bei gewöhnlichem Springtide-Hochwasser einlaufen können. Horumer-siel — 2,1 m —, Hohenstieffer-siel — 2,1 m —, Criddumer-siel — 2,5 m —, Hook-siel — 2,7 m —, In-hauser-siel — 1,2 m —, Kniphäuser-siel — 2,1 m —, Ellenserdammer-siel — 2,1 m —, Varelerhafen — 3,5 m —, Eckwarder-siel — 1,7 m —, Fedderwarder-siel — 2,9 m —, Burhavertief — 1,7 m —, Waddenser-siel — 1,7 m —. Für mittleres Hochwasser sind 0,2 m bis 0,3 m von diesen Zahlen abzuziehen. Diese Sielhäfen dienen meist dem Güterverkehr der nächsten Umgebung. Der bedeutendste dieser Sielhäfen dürfte für Ausfuhr Ellenserdammer-siel sein, aus dem erhebliche Mengen Bockhorner Klinker ausgeführt werden, für Einfuhr aber der Varelerhafen. Der Güterverkehr nach Wangeroog geht zum größten Teile von der Harle und zwar im Winter von dem preußischen Hafen Friedrichschleuse, im Sommer auch von dem oldenburgischen Eisenbahn-hafen Harle aus, wo auch die Badezüge endigen. Die Wassertiefe in der Harle reicht für 2,1 m tiefgehende Schiffe aus. Auf Wangeroog werden die Güter zum Teil auf freiem Watt in Wagen umgeladen, zum Teil legen die Frachtschiffe an den beiden Eisenbahnlöschbrücken im Westen an, die auch auf dem Watt hergestellt sind und bei Hochwasser 2 m tiefgehende Schiffe zulassen.

Die Anlegebrücken auf Wangeroog Ost und West, in Eckwarderhörn und Dangast, die an Stellen gebaut sind, wo der freie Strom läuft, die Schiffe auch bei Niedrigwasser anlegen können, und damit auch die Wellen freien Zutritt haben, bieten den Schiffen bei Sturm einen viel weniger guten Liegeplatz als die Sielhäfen. Bei Sturmfluten müssen die Schiffe sogar öfters die Brücke verlassen, um nicht Schaden zu nehmen. Auch werden die Brücken durch Eis stark beansprucht und auch stark beschädigt, wenn sie nicht ganz schwer gebaut sind, wie z. B. die Brücke in Eckwarderhörn. Diese Anleger sind in der Hauptsache für Personenverkehr gebaut und nur für beschränkten Güterverkehr.

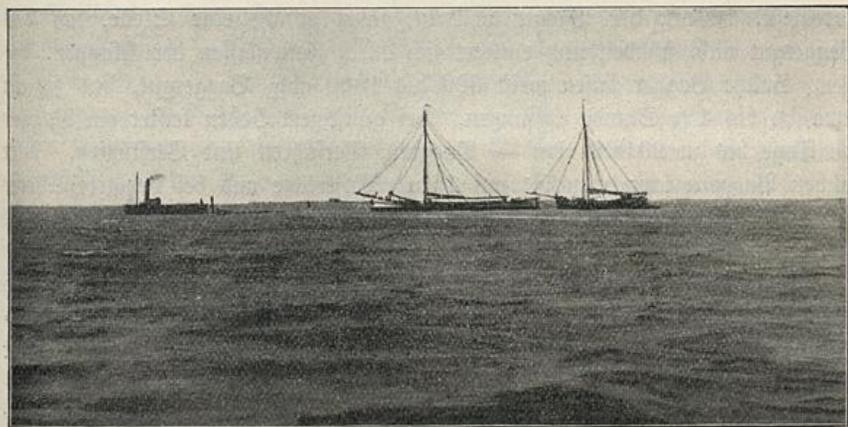
Große Häfen kann man an der ganzen deutschen Nordseeküste nur an großen Strömen anlegen, sei es an einem Fluß, wie Weser und Elbe, sei es





Die Lösschbrücke im Westen von Wangerooog bei Niedrigwasser
(von der Marine-Lösschbrücke aus aufgenommen).

Im Hintergrund, hinter dem mastlosen Brahm, die Westanleger. Der Fährdampfer Wangerooog hat von dem Anleger abgelegt und liegt für die Nacht mitten in der Balje vor Anker, um nicht nachts beim Steigen und Fallen des Wassers mit dem Fieren der Festmachseilen zu tun zu haben. An der Lösschbrücke liegt ein kleiner hölzerner Kahn, eine große eiserne Emspante, eine kleine Schaluppe mit zwei Masten und ein Brahm. Auf der Brücke stehen Eisenbahnwagen, in die hineingeladen wird. An der Brücke sind Reibepfähle sichtbar, die verhindern sollen, daß Schiffe bei Sturmflut auf die Brücke treiben. Das Watt fällt nach links zu ab. Links ist Wasserfläche zu erkennen; rechts liegt ein kleiner Kahn auf dem Trockenen. Die Brücke, deren Oberfläche wagerecht ist, ist links höher über dem Watt als rechts. Das Watt vor der Lösschbrücke ist Schlickwatt; das Dunkle darin sind Haufen von Miesmuscheln.



Die Lösschbrücke bei Hochwasser.

Das Wasser ist 2,6 m höher als beim ersten Bild. Die Lösschbrücke ist zum größten Teil unter Wasser, so daß auf ihr nicht gelöst werden kann. Zwei Schiffe sind fortgeführt, ebenso der Dampfer Wangerooog. Es ist ein kleiner Schleppdampfer gekommen, um den Brahm zu holen. Die Punte mit 2 m Tiefgang schwimmt.

an einem durch einen Meerbusen erzeugten Meeresstrom, wie an der Jade. An dem Nordstrande von Wangeroog einen Hafen herzustellen, wäre z. B. bei der starken Sandwanderung, die dort vorbeigeht, ganz unmöglich; die Einfahrt wäre nicht von Sand frei zu halten.

Große Häfen sind aber in der Gegend, wo das Wasser soviel Schlick enthält, wie bei Wilhelmshaven und Bremerhaven, nur mit sehr großem Aufwand frei zu halten; sie werden daher gegen die See durch Tore abgeschlossen. Auch würden die Raianlagen nebst Zubehör bei den großen Wasserstandsunterschieden außerordentlich teuer und unbequem werden. Wilhelmshaven, Bremerhaven und auch der neue Hafen in Emden sind daher sogenannte Dockhäfen. Es ist bei ihnen nur die Wasserfläche zwischen den Schleusen und dem eigentlichen Fahrwasser dem Schlickfall ausgesetzt und ständig freizubaggern, was bei den großen Abmessungen der Schleusen und dem starken Schlickfall, der z. B. im Emden Hafen im Jahr 12 m Höhe beträgt und auch in Wilhelmshaven groß ist, schon ganz erhebliche Kosten verursacht.

Baggerungen im Seegebiet. Baggerungen sind überhaupt sehr teuer und sind im Sandwanderungsgebiet oder Schlickfallgebiet ohne Unterstützung durch Stromleitungswerke meistens eine Sisyphusarbeit; immer und immer wieder muß an derselben Stelle die Tiefe durch Baggerung wieder hergestellt werden.

In See arbeitet man meistens mit Saugebaggern, die ein langes Rohr in den Meeresboden hinablassen, mit Kreiselpumpen ein Gemisch von Sand bezw. Schlick und Wasser ansaugen und in ihren eigenen, mit Bodenklappen versehenen Laderaum pumpen, in dem sich der größere Teil der festen Stoffe des Gemisches ablagert, während das Wasser und der Rest der festen Stoffe überfließt. Wenn der Bagger voll ist, fährt er an eine Stelle, wo das Baggergut nicht schadet, und entleert sich durch Fallenlassen der Klappen.

Solche Bagger fassen meist 600 bis 1500 cbm Baggergut, das sie in etwa $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{4}$ Stunde aufsaugen. Bei günstigem Boden leistet ein Bagger am Tage bis zu 20 000 cbm — Baggern, Verfahren und Verstärzen. Mit solchen Baggern kann man bis auf 16 m Wassertiefe und bei ruhigem Wetter in der Nähe des Rotesand-Leuchtturmes arbeiten und muß es sogar, um dort auftretende Untiefen zu beseitigen.

Stromleitungswerke. Trotz solcher Baggerleistung sucht man nach Möglichkeit die Fahrwassertiefe nicht durch Baggern, sondern, wenn es zugänglich ist, durch Stromleitung zu erreichen. Ungenügende Wassertiefe hat sowohl in der Jade wie in der Weser zur Anlage solcher Werke geführt.

Der Schweinsrücken im Jadebusen, der das Marientief vom Bareler Fahrwasser trennt, drohte etwa 2 km südlich von Wilhelmshaven durchzubrechen, wodurch der Fahrwinne vor den Einfahrten viel Stromkraft entzogen wäre. Um dies zu verhindern, und um den Strom vor den Einfahrten noch mehr zusammenzuhalten, ist auf dem Schweinsrücken der 6 km lange Leitdamm gebaut.



Für die Stromleitung in der Außenjade wird jetzt auf Minsener-Old-Dog eine weit vorspringende Buhne gebaut, die etwa von der Zahl 6 parallel zum 8. Längengrad bis zur Verbindungslinie zwischen dem Buchstaben B des Wortes Balje und der Bafe an der Jade läuft; um eine Hinterströmung der Buhne zu verhindern, ist auf der Verbindungslinie ein Abschlußdamm hergestellt. Die Buhne soll ein weiteres Zurückweichen von Minsener-Old-Dog und damit eine Verbreiterung und Verflachung der Jademündung verhindern, soll vor dem Kopf der Buhne den Strom verstärken und damit dort die Rinne vertiefen und soll für eine längere Zeit die von Westen am Strande entlang kommenden Sandmengen auffangen.

In der Außenwejer ist zur Stromleitung östlich vom Südenende von Langlütjensand an der durch einen Strich gekennzeichneten Stelle ein Längswerk hergestellt, das den am Langlütjensand entlang laufenden Seitenarm schwächt und damit das Wurster Fahrwasser stärkt. Am gegenüberliegenden Ufer bei Imsum ist gleichfalls ein Längswerk hergestellt, das eine Sandbank, die dort im Fahrwasser lag, zum Abtreiben gebracht hat und ihre Neubildung verhindert. Ferner sind in den Konkaven des Dwarzgattes auf dem Everland zahlreiche schwere Buhnen angelegt, die ein weiteres Ausweichen des Dwarzgattes nach Norden zu verhindern und auch die Verbindung zwischen der Tegeler Rinne und dem Dwarzgatt, die immer größer zu werden und dem unteren Dwarzgatt den Strom zu entziehen drohte, geschwächt haben.

Die Stromleitungswerke werden im oldenburgischen Seegebiet fast nur aus Buschbunden mit Steinbelastung hergestellt. Ein Buschbund ist etwa 3 m lang und 0,3 m dick. Über Niedrigwasser wird der Busch meist von Hand gelegt und mit Draht an eingeschlagenen Pfählen oder 2 m tief eingespritzten Plättchen befestigt. Unter Niedrigwasser nimmt man Sinkstücke. Dies sind bis zu 15 m breite und 70 m und mehr lange Matten aus Busch, meist 1 m dick. Sie werden auf einer Ablaufbahn oder auf dem Watt hergestellt. Zunächst werden in 1 m Abstand Drähte kreuz und quer gelegt, darauf der Busch bis zur beabsichtigten Dicke, dann oben darauf wieder Drähte kreuz und quer, die mit den unteren Drähten rund um das Sinkstück herum sowie an den Kreuzungspunkten von unten nach oben durch den Busch hindurch verbunden werden. Wird das Sinkstück auf dem Watt gemacht, muß es in etwa 6 Stunden, das ist von dem Augenblick, wo das Watt trocken ist, bis zum Aufschwimmen, fertig gemacht sein. Vom Ablaufgerüst kann es zu beliebiger Zeit ablaufen. Das Sinkstück wird zur Versenkstelle oft 15 km weit geschleppt, zwischen mit Steinen beladenen, verankerten Rähnen festgemacht, in die richtige Lage gebracht und dann bei Stauwasser durch Belasten mit Steinen versenkt. Ein großes Sinkstück kostet bis zu 20 000 *M.* Unterspült ein Sinkstück, so sackt es am Rande nach, bis die Unterspülung aufhört. Unterspült aber ein unbiegsamer Gegenstand, z. B. ein Wrack, so sinkt er soweit weg, bis er mit dem Meeresboden gleich ist. Je schwerer der Eingriff in den Strom, desto breiter muß der Sinkstückschutz vor der eigentlichen Buhne sein. Um diese fertigzustellen, werden soviel Sinkstücke aufeinander



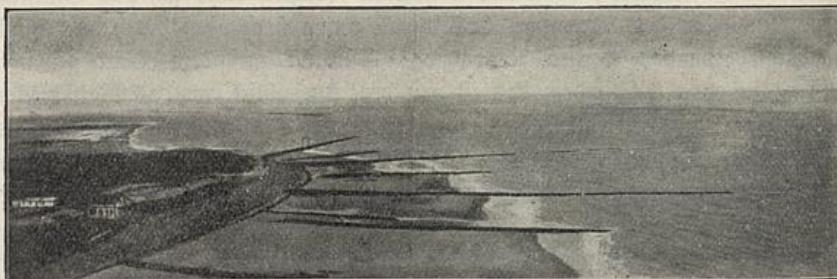
geworfen, bis die beabsichtigte Höhe erreicht ist. Soll die Buhne über Niedrigwasser hinaufreichen, wird mit Packwerk weitergearbeitet.

Die Stromleitungswerke verschlingen sehr große Summen. Der Leitdamm im Jadebusen hat z. B. 1,8 Millionen Mark gekostet.

Landschutzwerke. Nicht ganz so teuer sind die Werke zur Erhaltung des Landes, wenigstens nicht im oldenburgischen Seegebiet, in dem jetzt nur an einer Stelle und zwar vor der mittelsten Einsahrt in Wilhelmshaven das Land durch verhältnismäßig große Wassertiefen — hier von 25 m — gefährdet ist. Dieser letzte Punkt mußte deshalb durch eine schwere Buhne mit breiter Sinkstückvorlage geschützt werden. Abgesehen von diesem Punkt und von Wangeroog, vor dessen Westende neuerdings auch das Wasser an den Buhnen bis zu 4 m tief geworden ist, liegen alle Uferschutzwerke des oldenburgischen Seegebietes auf dem Watt.

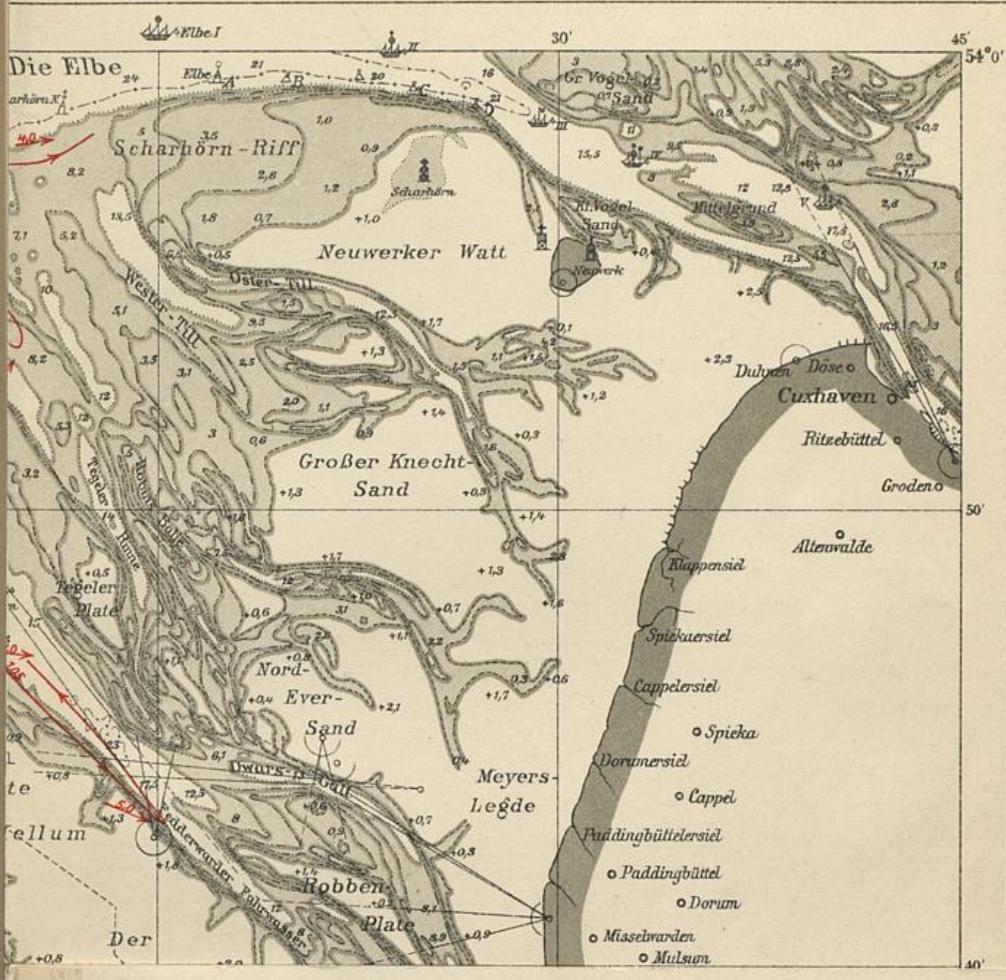
Zur Erhaltung des Landes werden Werke senkrecht zum Ufer — Buhnen, in Oldenburg Schlingen genannt — und längs zum Ufer ausgeführt. Die Buhnen sollen den Strom — sei es der Tidestrom, der auch bei ruhigem Wetter läuft, sei es der von den Wellen erzeugte Strom — vom Ufer abhalten und dadurch die Fortführung der Sinkstoffe, des Sandes oder des Schlacks verhindern; sie sollen also Abbruch verhindern oder Anlandung bewirken. Die Längswerke sollen meistens die Wellen brechen, die das Ufer benagen, einzeln sollen sie aber auch das Ufer gegen Stromangriff schützen. Je stärker die Wellen, desto massiger müssen die Baustoffe der Uferschutzwerke sein, wenn man nicht zu einer die Wellen verzehrenden, aber in der Decklage oft zu erneuernden starken Buschbauweise greift. In der Karte ist durch Striche angedeutet, welche Stellen durch Buhnen geschützt sind. Es ist übersehen, in ihr einige Buhnen südlich des Wortes Schwarzerhörne und nördlich der Worte Langwarden und Blegen einzutragen.

Wangeroog, das 1869 zwischen Westturm und Saline durchbrochen war, sollte gehalten werden, damit die in ihm enthaltenen Sandmengen nicht in die Jade getrieben würden und die auf ihm stehenden Seezeichen erhalten



Blick nach Süden vom Westturm von Wangeroog bei Niedrigwasser.

Die Dünen sind durch eine Strandmauer geschützt. Um den Strandabbruch zu verhindern, sind bis zu 300 m lange Buhnen hergestellt. Südlich der letzten Buhne ist der Strand stark in Abbruch. Westlich davon, im Hintergrund, tritt die zwischen Spiekeroog und Wangeroog liegende Hüllplate aus dem Wasser hervor.





Aus Zeitschrift für Bauwesen 1911.

Verlag von Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin.



LANDES-
BIBLIOTHEK
OLDENBURG



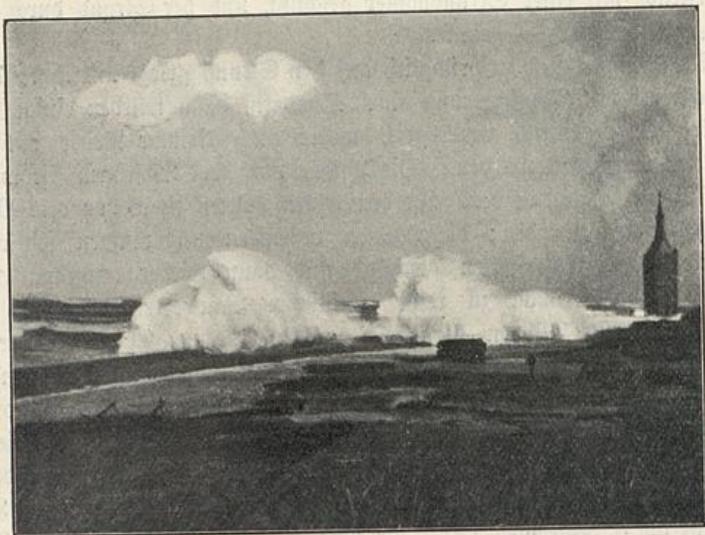
blieben. Der Dünenrest im Westen wurde daher von der Marine mit dem östlichen Hauptteil der Insel durch einen steingepflasterten Deich verbunden, das Westende mit einer Strandmauer geschützt, und der Strand durch Buhnen — zunächst 4 Stück — gedeckt.

Die Buhnen sind ursprünglich auf den Strand gelegt und bestanden aus Buschpackwerk mit Abpflasterung durch Quadern, dann wurden einige Buhnen nach See zu wesentlich verlängert, wobei auch kleinere Priele mit kleinen Sinkstücken durchbaut wurden. Die Buhne vor dem Westturm ist auf diese Weise 350 m lang geworden. In den letzten Jahren ist es vor dem Westende erheblich tiefer geworden; die Buhnen versackten und mußten seitlich durch Sinkstücke gegen Unterspülen geschützt und dann wieder aufgebaut werden. Sie sind dadurch schon zu recht erheblichen Bauwerken geworden. Auch mußten noch neue Buhnen hergestellt werden, die zur Ersparung der hohen Pflasterkosten zunächst nur aus Busch gebaut wurden. Trotzdem bricht der Strand im Westen stark ab, so daß dort sowohl die Strandmauer als auch der Westturm, dessen Grundmauerwerk 2 m über dem Strande liegt und nur durch einen schwachen Ziegelsteinegel geschützt ist, sehr gefährdet sind. Bei Sturmfluten steht jetzt aber auch im Westen eine wütende See. Bei der Sturmflut am 6. November 1911, die noch 1,3 m unter der vom 13. 3. 1906 blieb, haben die Spritzwellen, wie eine Aufnahme des Baubeamten der Strand- schutzwerke zeigt, 8 m hoch über die Mauer im Westen hinweggeschlagen, trotzdem deren Oberkante 5,1 m über gewöhnlichem Hochwasser und 3,2 m über dem Wasserstand der betreffenden Sturmflut liegt. (Siehe Bild S. 114.)

Um 1894 drohte der Verlust eines breiten Streifens der Insel östlich der Saline; zu dessen Erhaltung wurde dann von der Marine die bis zur Giftbude reichende Mauer gebaut, die 4 m hoch ist, jetzt aber meist unter Sand liegt und nur bei Sturmfluten freigespült wird. Der Strand vor der Mauer wurde durch schwere, lange Buhnen geschützt. Mit der Riffwanderung, vor der Insel vorbei, wanderte auch das Abbruchgebiet weiter nach Osten, so daß die Gasthäuser am Strand schon sehr gefährdet waren. Die oldenburgische Regierung hat deshalb um 1900 die Strandmauer um ein erhebliches Stück nach Osten verlängert und durch Buhnen geschützt. Dem weiteren Abbruch ist auf der Nordseite der Insel durch die Gesamtheit dieser Werke jetzt wohl Einhalt geboten.

Ein weiteres Inselchutzwerk ist die Gewinnung von Dünen durch Einpflanzen toten Busches und lebenden Dünengrases. Die Stranddünen zwischen dem Westturm und der Saline, die den Deich schützen, die Dünen im Südwesten, die sich östlich an das Ende der Uferschutzmauer anschließen, sowie der ganze Dünerrücken östlich der Jade-Batterie sind künstliche Dünen. Die Dünen werden von Sturmfluten sehr stark benagt; trotzdem bieten sie der See nicht unerheblichen Widerstand, da der von ihnen fortgespülte Sand eine flache Böschung bildet, die auch bei Sturmfluten den Wellenangriff mildert. Die Dünengewinnung bildet daher einen wesentlichen Schutz für die Insel. Ferner ist durch das Auffangen des früher über den flachen Oststrand





Der Westen von Wangeroog bei einer Sturmflut.



Brandung an der Strandmauer am Westende von Wangeroog.
Sturmflut am 6. November 1911.

wehenden Sandes in dem künstlichen Dünenrücken im Osten verhindert worden, daß der Groden im Südosten übersandet und unfruchtbares Land wird, wie auf den anderen ostfriesischen Inseln. Auf Wangeroog ist der Oststrand durch diese Dünen aber nicht nur der Übersandung, sondern auch der Überströmung entzogen, so daß er stark aufschlickt und anwächst und zu Groden wird. Bei Borkum, Norderney und Baltrum ist die Insel gewandert und das Dorf, das früher mitten auf der Insel lag, liegen geblieben und an das Westende gekommen. Der Strand vor dem Dorf wird dort auch durch schwere Uferschutzwerke gehalten, wird aber trotzdem so schmal, daß das Badeleben schon stark darunter leidet. Anders in Wangeroog. Dadurch, daß 1855 der größte Teil des Dorfes im Westen verloren ging und durch das jetzige Dorf am derzeitigen Ostende der Insel ersetzt wurde, hat jetzt das Seebad Wangeroog vor den anderen Seebädern den erheblichen Vorteil voraus, daß es unmittelbar vor den Gasthäusern einen schönen breiten Strand hat, auf dem unerschöpflicher Platz für Burgenbauten vorhanden ist.

Seit 1874 sind zur Erhaltung Wangeroogs rund 3,8 Millionen Mark ausgegeben und zwar von den Weseruserstaaten und von Oldenburg, zum weitaus größten Teil aber von der Marine.

Landschutzwerke auf dem Festland. Auf dem Festland erfordert der Landschutz nicht so schwere Werke wie auf Wangeroog. Bei Sturmfluten wird der ganze Groden überflutet. Bei Ebbe müssen dann die Entwässerungszüge große Wassermengen abführen. Werden diese Mengen nicht künstlich auf zahlreiche kleine Gruppen verteilt, so reißen sich einzelne Priele tief in den Groden. Die Priele müssen dann jedes für sich sehr große Wassermengen aufnehmen, werden sehr groß, verwildern stark und zerreißen den Groden. Der Groden wird daher durch etwa 0,5 m tiefe, 1 m breite und 30 m von einander entfernte Gruppen senkrecht zum Deich geteilt. Die Deiche des Festlandes sind ursprünglich nirgends hart am Watt, sondern immer durch breiten Außengroden geschützt angelegt worden. Denn der Mehrgewinn an Land, den man durch zu weites Seewärtschieben der Deiche gewonnen hätte, würde die Mehrkosten an Unterhaltung nicht aufgewogen haben. Die Erhaltung und, wenn möglich, die Zunahme des Grodens wird daher überall angestrebt. Nur im Fademusen muß der Landgewinn unterbleiben, da durch ihn die Stromkraft und damit die Fahrwassertiefe der Fede verringert wird. Durch Reichsgesetz sind alle Maßnahmen, die auf Verringerung der Stromkraft wirken könnten, verboten. Der geringe Vorteil des Landgewinnes würde aber auch Oldenburg nicht so viel einbringen, als eine Entwertung Wilhelmshavens ihm schaden würde.

Diese Gruppen verschlicken sehr stark, wenn der Groden noch nicht zu breit ist, da dann der Strom in ihnen schwach ist und Wellen überhaupt nicht auftreten, und müssen daher oft ausgehoben werden. Der Aushub erhöht den Groden immer mehr. Zieht man die Gruppen ins Watt vor, so bildet der Aushub seitlich von ihnen kleine, bühnenartige Rücken, die bei der geringen Wassertiefe am flachen Ufer die kleinen Wellen brechen und dadurch Schlickablagerung und somit Anwuchs befördern. Da diese Rücken die Wellen



besonders in ihrer Nähe brechen, erstreckt sich der Anwuchs an jeder Gruppe weiter hinaus, als in der Mitte des Gruppenfeldes. So kommt es, daß die Uferlinie eines gegrüppten Wattes wie eine rund gezahnte Säge aussieht. Sind die Gruppen zu weit voneinander entfernt und der Groden zu breit, so werden die Gruppen groß und lassen Schlickablagerung und Anwuchs nicht mehr zu. Wird ein breiter Groden eingedeicht, so wird vor ihm in einem zum Anwuchs neigenden Gebiet bald verstärkt Land gewonnen werden. Soll der Landgewinn noch mehr gefördert werden oder Groden, der zum Abbruch neigt, erhalten werden, so werden zwischen den Entwässerungsgruppen noch weitere Gruppen gezogen, die auch häufiger ausgehoben werden, um die Land-erhöhung mehr zu fördern. Mit der Gruppenentfernung geht man dabei bis zu 4 m herunter. Legt man in ein solches Begrüppungsgebiet einzelne weit vorspringende Bühnen, die bis über Hochwasser aufragen und dadurch die Wellen brechen, so wird der Anwuchs befördert, noch mehr aber, wenn zwischen den Bühnen noch gleichhohe Längswerke mit nur einem Durchlaß in der Mitte jeden Bühnenfeldes zum Füllen und Leeren desselben hergestellt werden. In einem so geschützten Felde ist bei gewöhnlichen Hochwasser fast völlig ruhiges Wasser und daher besonders starker Schlickfall. Wie eine weit vorspringende Bühne die Anlandung befördert, erkennt man sehr gut bei der Fahrt von Harle nach Wangeroog. Auf der Ostseite des Strohdammes, der zur Offenhaltung der Harle hergestellt ist, geht der Anwuchs viel weiter hinaus als an der Westseite. Der Strohdamm liegt fast senkrecht zur Hauptwellenrichtung, die von Nordwest kommen, und schützt daher das östlich von ihm liegende Watt.



Landgewinnungsarbeiten bei Schweiburg.

Im Hintergrunde rechts ist eine weit vorspringende Bühne zu sehen; von dieser geht nach der nächsten Bühne ein Schutzwerk parallel zum Deich, im Bild als dunkler Strich deutlich zu sehen. In dessen Mitte ist eine Öffnung. Das innerhalb dieses Schutzwerkes liegende Bühnenfeld ist in schmale Räden geteilt; die Räden sind mit Grodenpflanzen besetzt. Die Gruppen werden alljährlich ausgehoben und der Aushub auf die Mitte der Räden geworfen, die deshalb weniger Pflanzen zeigt. Die Gruppe war im Frühjahr ausgehoben.

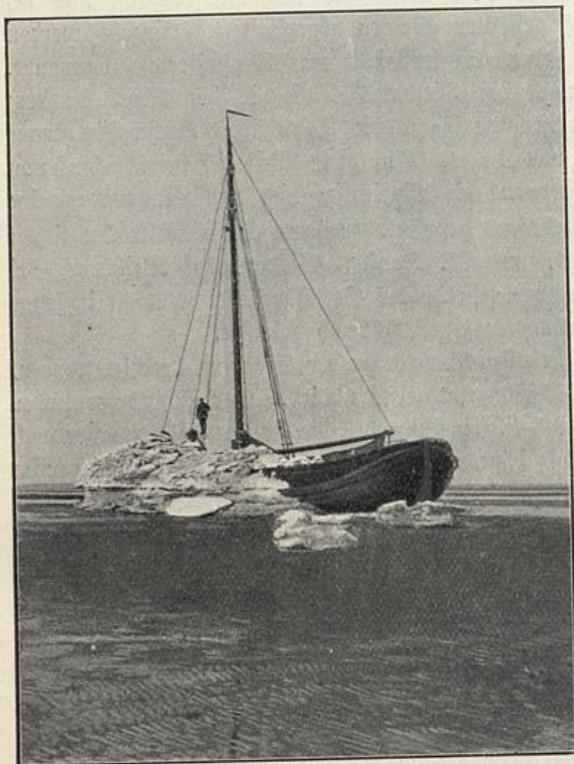
Die am Festlande angewandten Buhnen sind meistens reine Buschbuhnen, einzelne auch strohbestickte oder mit Soden belegte Schlickdämme. An Stellen, die den Wellen stärker ausgesetzt sind, wird aber neuerdings auf den Buhnen des Festlandes Steinpackung angebracht, um an Unterhaltung zu sparen. Ist es mit all diesen Mitteln nicht möglich, das Land zu halten, und muß es gehalten werden, weil sonst der Deich gefährdet wäre, so wird die Grodenkante durch eine Steinböschung aus harten Ziegelsteinen geschützt. Die Kante wird im Verhältnis 1:2 $\frac{1}{2}$ bis 1:4 abgeböschet und mit hochkant und bei stärkeren Wellen auf Kopf gestellten Steinen abgeplästert. Einzeln werden auch Findlinge, Quadern oder Säulenbasalt zur Abpflasterung verwandt. Die Steinbank reicht je nach der Wellenhöhe, die in der Regel an dem betreffenden Ufer vorhanden ist, von 0,6 m bis 2,0 m übers Hochwasser hinauf und hat einzeln eine Höhe von 4,5 m. Auf diese Weise ist der Deichfuß von Minßen bis Schilling, von Heppens bis Mariensiel und von Langwarderweide bis zur Nordostecke des Fademufens geschützt. Kleinere Steinbankstrecken liegen auch noch bei Horumerfiel, am St. Zooster Groden, bei Kleihörne, bei Burhaversiel und bei Fedderwardersiel. Der Geesthügel bei Dangast ist sogar durch eine regelrechte Strandmauer gegen Abbruch geschützt.

Der Bohrwurm. Bei allen Bauten an der See muß beachtet werden, daß Holz sehr schnell vom Schiffswurm zerstört wird. Der Schiffswurm oder Bohrwurm — *Teredo navalis* — ist eine Muschel, die bis über Mittelwasser nach oben geht und Höhlen ins Holz frisst, um darin zu leben, ihre Nahrung aber im Wasser findet. Jahrelang tritt der Wurm nicht auf, dann aber wieder massenweise. Im 18. Jahrhundert hatte man stellenweise, z. B. bei Bant, versucht, die Deiche mit Holzwerk zu schützen. Der Bohrwurm zerstörte dies aber, so daß dadurch das ganze Land gefährdet wurde. 30 cm starke Eichenpfähle werden vom Wurm in fünf Jahren so zerfressen, daß das Holz wie ein Schwamm aussieht. An den Buhnen auf Wangeroog kann man auch vielfach zerfressene Pfähle sehen. Im Brackwasser kann der Wurm nicht leben; in Bremerhaven tritt er nicht auf. Sieltüren werden meist auch von ihm verschont; in Grildumerfiel hat er aber doch schon einmal die Tore angefressen.

Die Eisverhältnisse der Küste. Sehr zu beachten sind auch noch die Eisverhältnisse der See. Das Seewasser friert erst bei -2° C. Das Salzwassereis ist auch nicht so fest wie Süßwassereis. Trotzdem bildet sich im Wattgebiet fast ebenso schnell verkehrstörendes Eis wie im Süßwasser, da das Wasser beim Füllen und Leeren des Watts schnell durchfaltet. 1912 war die ganze Fede voll Eis, während ein größerer Teil des inneren Hafens von Wilhelmshaven fast immer eisfrei war. Stehendes Salzwasser friert also viel später als das Wattwasser. Besonders schnell bildet sich bei Schneefall starkes Watteis. In einem Tage kann sich dann so viel Eis bilden, daß die Segelschiffe nicht weiter können. Bei Flut hebt sich vom ersten Frost an das auf dem Watt liegende Eis und wird dann ineinander geschoben. Das Eis im Küstengebiet ist deshalb ganz ungleich stark, enthält viel Hohlräume und ist in Schollen geteilt, die durch das immerwährende Zusammenschieben teilweise



sehr stark werden. Es kommen aber auch größere Felder vor mit glatter, ebener Oberfläche. Durch auch nur schwachen Wind wird das Eis stark weitergetrieben. Im Winter 1912 war z. B. das Eis durch den andauernden Ostwind fast immer nach der Feverschen Küste zusammengeschoben. Vor den Einfahrten von Wilhelmshaven kam es wochenlang von halber Ebbe ab bis zu halber Flut zum Stehen, so daß auch mittelgroße Dampfer in ihm stecken blieben. Die Linienschiffe fuhren allerdings durch, als wenn das Eis nicht



Auf eine auf dem Watt von Wangeroog gestrandete Sjalb hat sich das Eis hinaufgeschoben.

da wäre. Es war am Ufer 3 m hoch aufgetürmt; auf dem hochwasserfreien Buschkegel um Boslapp-leuchtturm hatte es sich 6 m hoch aufeinander geschoben; den schweren Arngast-Leuchtturm erschütterte es, (trotzdem dort nur 2,5 m Wasser bei Hochwasser ist. Alle nicht ganz schweren Holzbauten hat es mitgenommen. Über ein im Süden von Wangeroog gestrandetes, bei Hochwasser gut aus dem Wasser ragendes Schiff hatte es sich hinweggeschoben (siehe Bild). Die schweren Fahrwassertonnen der Jade hatte es verschleppt, so daß die Lotsen oft ohne Seezeichen fahren mußten, und es ihrer ganzen Kunst bedurfte, um an den nebligen

Wintertagen die Linienschiffe ungefährdet nach Wilhelmshaven zu bringen. In der Weser, aus der das Eis durch den Ostwind mehr fortgetrieben war, war die Eispressung bei weitem nicht so stark.

Das Eistreiben in der Jade ist ein wunderbarer Anblick. Leise knirschend, fast lautlos schieben sich die Schollen über- und untereinander, zerbersten und gehen über die schweren Fahrwassertonnen weg; über allem die klare Wintersonne.

Die freie Nordsee ist meist eisfrei. 1912 war aber auch bei Helgoland viel wengleich die Schifffahrt nicht störendes Treibeis. Von Schillig ab nach Norden ist die Jade auch schon meist frei. 1912 war aber dort das Watt von 2 m hohen Schollen bedeckt, zwischen denen kaum durchzukommen war,

wenn das Watt trocken gelaufen war. Die Schiffsverbindung mit Wangeroog war vier Wochen unterbrochen. Nur Briefpost wurde zu Fuß über das vereiste Watt befördert, ein lebensgefährliches Unternehmen. Auch viele durch Frost arbeitslose Handwerker haben auf diesem Wege die Insel verlassen. Der Winter 1911—1912 war aber ein besonders eisreicher. Nach einer Zusammenstellung in den Annalen der Hydrographie 1911, S. 633, von Dr. D. Steffens, über die Eisverhältnisse an den deutschen Küsten, ist in der Zeit von 1903/04 bis 1910/11 auf dem Watt vor Wangeroog die Schifffahrt im Durchschnitt jährlich nur 1,5 Tage durch Eis gestört gewesen. Die Unterlagen dieser Zusammenstellung scheinen aber nicht ganz einwandfrei zu sein.

Die schweren Eisschollen drücken tiefe Löcher in das Watt, die nachher noch monatelang zu sehen sind; sie verfrachten auch viele der Stoffe, auf denen sie gelegen haben, Schlick, Steine und Muscheln. Nach Abschmelzen des Eises sieht man an den vielen toten Miesmuscheln und an Schlickstellen hoch oben auf dem Strande, daß dort Eisschollen gelegen haben. Durch das Eis werden Muschelbänke zerstört und an andere Stellen verfrachtet. Auf Minfener-Old-Dog lag eine Dargischolle, die von der Kleihörne stammte und vom Eis dorthin geschleppt war.

Unterschiede in den Wellenhöhen. Auch über die Unterschiede in den Wellenhöhen in den verschiedenen Teilen des Gebietes wäre noch einiges zu sagen. Die Barre der Außenjade und Außenweser bildet eine Grenze in der Höhe der Wellen. Außerhalb der Barre ist die See hoch und lang, auf der Barre werden die Wellen noch höher, aber kürzer, und brechen auch auf den höheren Teilen der Platen. Innerhalb der Barre ist die See bedeutend niedriger. Bei starkem Wind dem Strom entgegen ist in der Jade und Außenweser eine für kleine Fahrzeuge unangenehme, kurze See. Ist weit draußen in See Sturm, an der Küste aber ruhiges Wetter, so ist an der Küste doch oft starke Dünung; meistens tritt sie mit Beginn der Flut auf; gegen Strom kann Dünung nicht soweit laufen, wie mit Strom. Hört die Dünung auf, so tritt dies hauptsächlich bei Ebbe ein. Starke Dünung läuft auch gegen Strom. In der Jade läuft die Dünung bis über Wilhelmshaven hinaus; in der Außenweser verschwindet sie schon im Dwarsgatt. Auch für die Seegatten bildet die Barre eine Scheide in der Wellenhöhe. Auf dem Watt sind die Wellen kleiner; je weiter vom Seegatt entfernt, desto mehr. In der Richtung der Seegatten, also südöstlich von ihrer engsten Stelle, sind die Wellen stärker, da die Wellen das Bestreben haben, geradeaus zu gehen und jede Richtungsänderung ihre Höhe vermindert. Bei ganz flach auslaufendem Watt ist am Ufer sehr geringer Wellenschlag, der auch bei Sturmfluten kein hohes Maß erreicht.

Herr technischer Sekretariatsassistent Wagner in Wilhelmshaven hat die Zusammenstellungen über Tidewerte und die Wasserstände angefertigt; Herr cand. phil. Levertinkel daselbst verdanke ich einige Angaben über die höchsten und niedrigsten Wasserstände verschiedener Küstenpunkte und ihre Beziehungen



zueinander; Herr Bautechniker Ruffahrt in Wilhelmshaven unterstützte mich bei der Beschreibung der Watten; mehrfache Hilfe leistete mir auch Herr Ingenieur Becker daselbst.

Literatur.

A) Allgemein belehrende Werke:

1. D. Krümmel, Handbuch der Ozeanographie. Stuttgart, Bd. I 1907, Bd. II 1911.
2. H. Lentz, Flut und Ebbe und die Wirkungen des Windes auf den Meerespiegel. Hamburg 1879.
3. G. S. Darwin, Ebbe und Flut. Leipzig 1902. (Autorisierte deutsche Ausgabe.)
4. Atlas der Gezeiten und Gezeitenströme für das Gebiet der Nordsee und der britischen Gewässer, herausgegeben von der deutschen Seewarte. Hamburg 1905.
5. Zwölf Stromkarten für jede Stunde der Tide bei Dover, umfassend das Gebiet der südlichen Nordsee pp., bearbeitet von Kapit. K. S. Seemann. Hamburg.
6. Nordseehandbuch, herausgegeben vom Reichsmarineamt. Berlin 1911.
7. Deutsche Küstenflüsse, bearbeitet in der Preussischen Landesanstalt für Gewässerkunde, von J. Kres. Berlin 1911.
8. P. Gerhardt, Handbuch des deutschen Dünenbaus. Berlin 1900.
9. F. Solger u. andere, Dünenbuch. Stuttgart 1910.
10. W. Behrmann, Über die niederdeutschen Seebücher des fünfzehnten und sechzehnten Jahrhunderts. Hamburg 1906.
11. Von den „Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde und des Geographischen Instituts“: Heft 6, 8, 12, 14 u. 15.
12. Von der vom Institut für Meereskunde unter dem Titel „Meereskunde“ herausgegebenen Sammlung volkstümlicher Vorträge: 1907, Heft 8 u. 12; 1908, Heft 5; 1910, Heft 10 u. 11.

B) Ins Einzelne gehende Werke über das deutsche Küsten- und Seegebiet (mit Ausnahme des zu Oldenburg gehörenden).

1. Fülischer, Über Schutzbauten zur Erhaltung der ost- und nordfriesischen Inseln. Berlin 1905.
2. Gilker, Die Sturmfluten in der Nordsee. Emden 1877.
3. J. J. van Konzelen, Beschreibung des Baues des Bremer Leuchtturms an der Stelle der Bremer Bole in der Wesermündung. Bremerhaven 1857.
4. W. von Bippen, Eine Skizze der Geschichte Bremens und Oberbaudirektor Bücking, Korrektur der Unter- und Außenweser. Berlin 1912.
5. J. Reinke, Die ostfriesischen Inseln. Studien über Küstenbildung und Küstenzerstörung. Kiel und Leipzig 1909.
6. Dobo Wilbvang, Eine prähistorische Katastrophe an der deutschen Nordseeküste und ihr Einfluß auf die spätere Gestaltung der Alluviallandschaft zwischen der Ley und dem Dollart. Emden und Borkum 1911.
7. Denkschrift zum 50jährigen Bestehen des Friedrichskoog i. D. Marne 1905. (Unter freundlicher Mitwirkung des Domänenrats Männenhoff in Marne, herausgegeben vom Festanschuß.)
8. F. Schucht, Die Entstehung der ostfriesischen Inseln. Sonderabdruck aus dem 4. Jahresbericht des niedersächsischen geologischen Vereins zu Hannover. Hannover 1911.

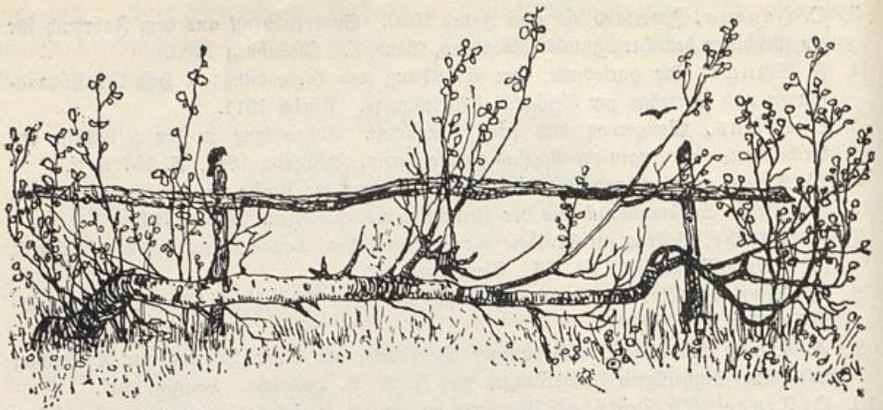
C) Ins Einzelne gehende Werke über das oldenburgische Küsten- und Seegebiet.

1. H. G. Ehrentraut, Friesisches Archiv. Oldenburg 1849. (Enthält viel über Wangeroog.)
2. G. Sello, Der Jadebusen. Sein Gebiet, seine Entstehungsgeschichte; der Turm auf Wangeroog; Barel 1903.



3. D. Hagena, Jeverland bis zum Jahre 1500. Sonderabdruck aus dem Jahrbuch für die Geschichte des Herzogtums Oldenburg, Band X. Oldenburg 1902.
4. F. Schucht, Die Harlebucht, ihre Entstehung und Verlandung; 6. Heft der Abhandlungen und Vorträge zur Geschichte Ostfrieslands. Aurich 1911.
5. D. Lasius, Wangeroog und seine Seezeichen. Abhandlung in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, Jahrgang 1867, S. 157 u. ff.
6. W. Krüger, Meer und Küste bei Wangeroog und die Kräfte, die auf ihre Gestaltung einwirken. Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1911.
7. F. Schucht, Beitrag zur Geologie der Wesermarschen, Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. 76. Stuttgart 1903.
8. K. Tanzen, Über die Bodenverhältnisse der alten Stabländer Marsch, Inaugural-Dissertation.
9. A. G. von Münnich, Oldenburger Deichband, mit einer Vorrede zur Einleitung und ferner beigesügten Anmerkungen von J. W. A. Hunrichs. Leipzig 1767.
10. D. Tenge, Die Deiche und Uferwerke im zweiten Bezirk des zweiten oldenburgischen Deichbandes. Oldenburg 1878.
11. D. Tenge, Der jeversche Deichband. Oldenburg 1884.
12. Kuhlmann, Unterhaltungskosten des Deiches und der Uferwerke im zweiten Deichbande. Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen 1903.
13. Während des Druckes erschienen:
D. Tenge, Der Butjadinger Deichband. Oldenburg 1912.





Das Klima.

Von **Dr. J. Möller** in Elsfleth.

Unter Klima verstehen wir nach der Erklärung von Professor J. Hann, dem Altmeister der Klimatologie, die Gesamtheit der meteorologischen Erscheinungen, die den mittleren Zustand der Atmosphäre an irgend einer Stelle der Erdoberfläche charakterisieren. Klima ist also sehr wohl von dem zu unterscheiden, was wir Wetter oder Witterung nennen. Während Witterung nur einen einzelnen Zustand der Atmosphäre zu irgend einer Zeit bezeichnet, gibt erst die Betrachtung der einander ablösenden Witterungszustände und die Vergleichung der in verschiedenen Jahren zu denselben Jahreszeiten beobachteten Witterungen untereinander ein Bild von dem Klima eines Ortes. So kann man sagen: Im Sommer 1910 und 1911 war die Witterung an der deutschen Nordseeküste warm und trocken, während hier das Klima im Sommer kühl und feucht ist. Hieraus folgt, daß das Klima von den Witterungen der einzelnen Jahre abhängt und nur aus diesen abgeleitet werden kann, aber nicht mit dem während eines relativ kurzen Zeitraumes beobachteten Wetter identisch ist.

Die wichtigsten Elemente, die das Klima eines Ortes ausmachen, sind Luftwärme, Luftfeuchtigkeit, Niederschläge (Regen, Schnee, Tau, Hagel, Graupeln), Richtung und Stärke des Windes, Häufigkeit und Stärke von Bewölkung und Sonnenschein. Diese müssen, wenn sie an verschiedenen Orten miteinander verglichen werden sollen, durch Zahlen ausgedrückt werden, da nur numerische Feststellungen ein klares Bild zu geben vermögen. Daher kann auch in einer populären Darstellung wie dieser die Beschreibung der Zahlenzusammenstellungen nicht ganz entbehrt werden.