

„Über die Fluth- und Boden-Verhältnisse des preußischen Jade-Gebietes“ *

Die Veränderungen, denen die Ufer der Jade noch gegenwärtig ausgesetzt sind, lassen keinen Zweifel, daß im Laufe der Zeit hier wesentliche Umformungen des Landes stattgefunden haben. Zwischen Weser und Jade giebt es nur hin und wieder eine natürliche Wasserscheide. Die Hochwasser beider Ströme würden das zwischenliegende Land überfluthen und überströmen, wenn nicht die Deiche an beiden Seiten dieses verhinderten. Die tieferen Rinnen, welche beide Stromgebiete früher verbanden, bestehen noch.

In dem ausgedehnten Busen der Jade liegen einige Inseln, namentlich die Oberahnschen Felder, die von Jahr zu Jahr weiter abbrechen. Sie sind die Reste älterer Landestheile, die mit den Ufern zusammenhängen. Andererseits findet beinahe rings um den ganzen Busen eine starke Verlandung statt, welche Gelegenheit giebt, die Eindeichungen nach und nach immer weiter auszudehnen und dadurch die Wasserfläche in festes Land zu verwandeln.

Die historischen Überlieferungen bestätigen diese Veränderungen. Ein großer zusammenhängender Busen der Jade entstand erst, als das Land bereits eingedeicht war, bei einer Sturmfluth im November 1218, wobei sieben Kirchspiele theils zerstört, theils vom festen Lande getrennt wurden. Die Verwüstungen setzten sich besonders in den nächsten Jahren fort, alsdann scheinen sie lange Zeit hindurch nicht vorgekommen zu sein, bis der Busen in der berühmten Antoni-Fluth 1511 ungefähr seine jetzige Gestalt annahm und besonders an der westlichen Seite sich ausdehnte.

Seit dieser Zeit haben keine bedeutende Einbrüche mehr stattgefunden, wenn auch an der nördlichen Seite des Busens die Deiche weiter zurückgelegt werden mußten, weil sie beim fortgesetzten Abbruche der Ufer nicht zu halten waren. Das südliche, östliche und besonders das westliche Ufer sind dagegen in starkem Anwachse begriffen. Im letzten Jahrhunderte ist im Ganzen hier etwa ein Drittel Quadratmeile neu eingedeicht. Die Verbindungen der Jade mit der Weser wurden schon im 16ten Jahrhundert vollständig geschlossen.

Bei allen Zerstörungen und Verlandungen ist die Fluth und Ebbe vorzugsweise wirksam. Wenn ein Seedeich bricht und die Fluth sich in die dahinterliegende Marsch ergießt, so treten Verwüstungen ein, die ohne Vergleich viel größer sind, als wenn ein Flußdeich durchbrochen wird. Die Niederung wird in diesem Falle nicht nur einmal mit Wasser überdeckt, vielmehr strömt dieses an jedem Tage zweimal aus und ein. Der Boden wird also immer von Neuem angegriffen und ausgespült, bis die Öffnung sich so verbreitet und vertieft hat, daß ohne heftige Strömung die Fläche dahinter sich sanft füllen und entleeren kann.

Außerdem führt die Fluth aber auch die erdigen Theilchen, welche das neue Land bilden, dem Jade-Busen zu. Das aus dem Binnenlande eintretende Wasser, auf einer kleinen Fläche gesammelt, und in den Entwässerungsgräben der Niederung zugeführt, enthält keine, oder doch nur sehr wenige Erdtheilchen.

Der Jade-Busen, soweit er bei gewöhnlichen Fluthen mit Wasser angefüllt wird, nimmt gegenwärtig eine Fläche von $3\frac{1}{2}$ preußischen Quadratmeilen ein. Das gewöhnliche niedrige Wasser bedeckt in ihm dagegen noch nicht eine halbe Quadratmeile. Am Ende der Ebbe ist

* Auszug aus dem Monatsbericht der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 16. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse. Lesung Hr. Hagen

eine Fläche nahe $2\frac{3}{4}$ Meilen groß, ein unzugänglicher Sumpf, der aus weichem Schlamm besteht. Indem der Fluthwechsel über 11 Fuß beträgt, so läßt sich übersehn, welche große Wassermasse bei jeder Fluth aus dem Meere diesem Busen zuströmt, und bei jeder Ebbe wieder zurückfließt. Hieraus erklärt es sich, daß der Schlauch der äußern Jade, in welchem diese Strömung erfolgt, wenn derselbe auch nicht regelmäßig begrenzt und sogar über 5 Meilen lang ist, dennoch in einer großen Breite und Tiefe sich dauernd erhält.

Ich gehe zunächst zur Beschreibung der Fluthverhältnisse über.

Zum Beobachten der Wasserstände wurde im westlichen Jade-Gebiete und zwar auf der Ecke zwischen dem nördlichen Ufer des Busens und dem westlichen Ufer der äußern Jade ein Pegel aufgestellt, und dessen Nullpunkt mit andern Festpunkten verglichen, um den Maßstab, falls er zerstört werden sollte, immer in gleicher Höhe wieder aufstellen zu können. Dieser Nullpunkt entspricht ungefähr dem Niedrig-Wasser zur Zeit der Springfluthen.

Seit dem 1. Juni 1854 sind alle Hoch- und Niedrig-Wasserstände, mochten sie bei Tage oder bei Nacht eintreten, gemessen worden. Nur in den beiden Wintern traten einige Unterbrechungen ein, indem zweimal der Pegel durch das Eis zerstört wurde, und zuweilen das Eis während der Ebbe sich so dicht stellte, daß die Beobachtung des niedrigen Wassers nicht möglich war.

Aus den Messungen bis Ende Mai 1856 ergibt sich der mittlere Stand, d. h. das arithmetische Mittel aller Wasserstände

des Hochwassers	12 Fuß	2,75 Zoll
des Niedrigwassers	1 -	1,30 -
daher der Fluthwechsel	11 -	1,45 -

Sucht man dagegen aus diesen Beobachtungen den gewöhnlichen oder wahrscheinlichen Wasserstand, das heißt denjenigen, der eben so oft überschritten, wie nicht erreicht wird, so findet man

das Hochwasser	12 Fuß	4 Zoll
das Niedrigwasser	1 -	0 -
also den Fluthwechsel	11 -	4 -

Die äußersten Grenzen des Hochwassers während dieser Beobachtungszeit sind 7 Fuß 3 Zoll und 23 Fuß 9 Zoll, und die des Niedrigwassers 1 Fuß 11 Zoll unter Null und 8 Fuß 5 Zoll über Null. Es ist also in diesen Jahren ein Unterschied im Wasserstande von 25 Fuß 8 Zoll vorgekommen, und das kleinste Hochwasser ist 1 Fuß 2 Zoll unter dem höchsten Niedrigwasser geblieben. Die höchsten bekannten Wasserstände traten bei Sturmfluthen am 25. December 1717 und am 3. Februar 1825 ein. Sie erhoben sich 13 Fuß und 13 Fuß 1 Zoll über gewöhnliches Hochwasser. Die anhaltend niedrigen Fluthen im März dieses Jahres (1856), die einmal sogar nur die Höhe von 7 Fuß 3 Zoll erreichten, scheinen zu den niedrigsten zu gehören, die je vorgekommen sind.

Berechnet man die mittleren und gewöhnlichen Wasserstände für kürzere Zeiträume, so ergeben sich Resultate, die von den obigen etwas verschieden sind. Bemerkenswerth ist es dabei, daß der Fluthwechsel oder der Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser im Sommer etwas größer, als im Winter ist. Doch zeigt sich noch eine andre auffallende Abweichung. Im Jahre 1855 war der Fluthwechsel durchschnittlich um 4 Zoll größer, als 1854, und vergleicht man die sechs Monate Juni bis November in beiden Jahren, so ergibt sich sogar, daß der Fluthwechsel im Jahre 1855 um 8,4 Zoll größer als 1854 gewesen ist. Diese Differenz bildet sich dadurch, daß 1855 das Hochwasser im Mittel um 1,6 Zoll höher, und das Niedrigwasser um 6,8 Zoll tiefer war.

Man darf die Ursache dieser Erscheinung kaum in der verschiedenen Richtung und Stärke des Windes suchen, denn die Beobachtungen ergeben sehr deutlich, daß das Hochwasser eben

so, wie das Niedrigwasser, davon gleichmäßig abhängig ist. Beide Linien, wodurch man die einzelnen Beobachtungen der Fluth und Ebbe verbindet, bleiben fast parallel.

Um zu erfahren, ob vielleicht an andern Orten ein ähnlicher Unterschied auch bemerkt sei, wendete ich mich an Hrn. Baudirector HÜBBE in Hamburg. Nach dessen Mittheilung ergibt sich aber aus den in Cuxhaven angestellten Beobachtungen für dieselben Monate in beiden Jahren nur die geringe Differenz von 1,7 Zoll, indem dort 1855 das Niedrigwasser durchschnittlich um 1,8 Zoll tiefer sich stellte, als im vorhergehenden Jahre, das Hochwasser dagegen gleichfalls um 0,1 Zoll niedriger blieb.

Bei den wesentlichen Veränderungen, welche in dem Fahrwasser der untern Weser ohnfern ihrer Verbindung mit der Jade in diesen beiden Jahren eingetreten sind, darf man vielleicht voraussetzen, daß 1854 die untere Jade stellenweise durch Sandbänke verengt war. Hieraus würde es sich erklären, daß damals die Wasserstände der See sich in dem Jade-Busen nicht so vollständig darstellten, so wie auch daß der Unterschied bei niedrigem Wasser viel bedeutender war, als bei Hochwasser.

Im Vorstehenden ist nur von den durchschnittlichen Fluthhöhen die Rede gewesen, ohne daß dabei auf den Stand des Mondes gegen die Sonne Rücksicht genommen wäre. Auch an der Jade zeigt sich unverkennbar ein Unterschied zwischen Springfluthen und todt en Fluth en, doch ist derselbe bei Weitem geringer, als an der französischen und englischen Küste. Während am Atlantischen Ocean, am Canale und zum Theil auch an der englischen Küste der Nordsee der Fluthwechsel bei Springfluthen ungefähr das Doppelte von dem der todt en Fluthen beträgt, so sind an der Jade, wie auch an der Weser und Elbe diese Differenzen nur etwa dem sechsten Theile des mittleren Fluthwechsels gleich. Die höchsten Springfluthen pflegen hier in der dritten Fluth nach Neu- und Vollmond einzutreten, und eben so die todt en Fluthen $1\frac{1}{2}$ Tage nach dem ersten und letzten Viertel. Legt man diese dritten Fluthen zum Grunde, so findet man durchschnittlich für das Jahr 1855

für Springfluthen, Hochwasser	13 Fuß	2,8 Zoll	
Niedrigwasser	0	–	0,0 –
also Fluthwechsel	13	–	2,8 –
für todt e Fluthen, Hochwasser	12	–	0,1 –
Niedrigwasser	0	–	10,4 –
also Fluthwechsel	11	–	1,7 –

Die Hafenz eit oder die Zeit des Hochwassers bei Voll- und Neumonden, fällt nahe auf 12 Uhr, doch gaben die bisherigen Beobachtungen zur sichern Bestimmung derselben keine Gelegenheit.

Außer den erwähnten Beobachtungen wurden noch vielfach ganze Fluthwellen gemessen, indem während einer Fluth und der folgenden Ebbe von 10 zu 10 Minuten der Wasserstand abgelesen wurde. In ähnlicher Weise hatte BRAHMS (Anfangsgründe der Deich- und Wasser-Baukunst) bereits vor hundert Jahren eine Fluthwelle der Jade beobachtet, die sich sehr genau dem Gesetze anschließt, welches später LAPLACE für die Fluthen im offenen Meere entwickelt hat. Den Beobachtungsort hat BRAHMS nicht näher bezeichnet, wahrscheinlich lag er viel weiter seawärts, als der jetzige Pegel.

Die neuern Messungen zeigen unter sich auffallende Verschiedenheiten. In einzelnen Fällen ist die Curve der Fluthwelle regelmäßig und ziemlich symmetrisch, gewöhnlich findet dieses aber nicht statt, besonders wenn die vorhergehende und folgende Ebbe nicht gleich tief herabsinken.

Um die mittlere Form der Fluthwelle zu bestimmen, wählte ich unter den sehr zahlreichen Messungen dieser Art siebenzehn aus, die bei ruhiger Witterung angestellt, und soweit ausgedehnt waren, daß die Zeit und Höhe des Niedrigwassers sowol am Anfange, als am Ende

der Beobachtungsreihe sich hinreichend sicher entnehmen ließ. Nachdem die einzelnen Ablesungen graphisch dargestellt, und durch eine möglichst anschließende Curve verbunden waren, wurde die Niveau-Differenz zwischen dem Scheitel des Hochwassers und dem des vorhergehenden Niedrigwassers in 20 gleiche Theile getheilt. Die Zeichnung ergab alsdann die Zeit, in welcher jeder einzelne dieser Höhentheile erreicht wurde. In gleicher Art wurde hierauf auch der abfallende Schenkel, der die Elbe darstellt, behandelt. Aus der Verbindung aller Beobachtungsreihen ergaben sich die Zeiten, in welchen vor und nach dem Eintritt des Hochwassers diese verschiedenen Höhen bei der Fluth und Ebbe erreicht wurden. Die folgende Tabelle enthält dieselben.

Höhen über Niedrigwasser.		Zeitabstände vom Hochwasser	
		bei Fluth.	bei Ebbe.
Niedrigwasser	0,00	6 St. 14,5 M.	6 St. 5,9 M.
	0,05	5 - 37,5 -	5 - 22,6 -
	0,10	5 - 19,1 -	5 - 0,2 -
	0,15	5 - 3,2 -	4 - 41,3 -
	0,20	4 - 49,4 -	4 - 23,6 -
	0,25	4 - 36,5 -	4 - 7,1 -
	0,30	4 - 24,0 -	3 - 51,3 -
	0,35	4 - 11,5 -	3 - 36,4 -
	0,40	3 - 59,6 -	3 - 22,2 -
	0,45	3 - 47,4 -	3 - 8,1 -
	0,50	3 - 34,5 -	2 - 54,1 -
	0,55	3 - 21,5 -	2 - 41,2 -
	0,60	3 - 7,9 -	2 - 27,4 -
	0,65	2 - 53,8 -	2 - 13,9 -
	0,70	2 - 38,9 -	2 - 0,2 -
	0,75	2 - 23,1 -	1 - 46,8 -
	0,80	2 - 5,5 -	1 - 32,6 -
	0,85	1 - 45,5 -	1 - 17,5 -
	0,90	1 - 22,2 -	1 - 1,2 -
	0,95	0 - 53,6 -	0 - 42,6 -
Hochwasser	1,00	0 - 0,0 -	0 - 0,0 -

Es ergibt sich hieraus, daß die Dauer der Fluth etwas länger, als die der Ebbe ist und zwar nach diesen Beobachtungen um 8,6 Minuten. Der Schenkel der Fluth ist von dem der Ebbe besonders in der Nähe des Scheitelpunktes merklich verschieden, indem die Fluth in gleichem Abstände von letzterem viel langsamer steigt, als die Ebbe fällt. Wahrscheinlich rührt dieses von den ausgedehnten Wattgründen in dem Bassin der Jade her, die eine schnelle Ausgleichung des Wasserspiegels verhindern. Gegen Ende der Fluth ergießen sich deshalb noch große Wassermassen über diese Untiefen, während beim Beginne der Ebbe dieselben nicht schnell genug abfließen können, und es dadurch möglich machen, daß der Wasserstand vor dem Pegel anfangs stärker sinkt. Dieser Mangel an Symmetrie zeigt sich ohne Ausnahme und zwar in gleichem Sinne in allen Beobachtungsreihen.

Demnächst untersuchte ich den *Schlückgehalt*, oder die Quantität der im Wasser schwebenden erdigen Teilchen. Das Jade-Wasser ist niemals klar, doch ist seine Trübung nicht

so stark, als die des Weser-Wassers. Schon die Fischer und Lootsen dortiger Gegend hatten bemerkt, daß das Wasser im Allgemeinen beim Beginne der Fluth die meisten erdigen Theilchen enthält. Dieses erklärt sich durch die große Ausdehnung der seewärts liegenden Klaihbänke, die sich über Wangeroog hinaus erstrecken. Aus der Eingangs erwähnten allmählichen Verlandung des Jade-Busens ergibt es sich auch, daß mit der Fluth mehr erdige Theilchen eintreiben, als mit der Ebbe hinausgehen.

Um den Erdgehalt des Wassers in allen Perioden der Fluth und Ebbe zu ermitteln, ließ ich wiederholentlich von Stunde zu Stunde während einer Fluth und Ebbe Wasser schöpfen. In zwei Fällen geschah dieses aber nicht nur an der Oberfläche, sondern auch 6 Fuß über dem Grunde. Die Wassertiefe betrug an dieser Stelle beim kleinsten Wasser etwa 30 Fuß.

Zum Schöpfen des Wassers in der angegebenen Tiefe bediente ich mich eines Blechcylinders, der oben mit einer Öffnung versehen war. Diese Öffnung wurde durch ein von innen aufstoßendes Ventil geschlossen, und an dem Stiele des letzteren, der sich auswärts fortsetzte, hing der Apparat. Der Blechcylinder war unten mit einer Oese versehen, woran ich die Leine eines schweren Lothes befestigte, das so tief unter der Öffnung schwebte, als man über dem Grunde Wasser schöpfen wollte. Die Wirksamkeit des Apparates ergibt sich aus dieser Zusammensetzung. So lange das Loth schwebt, ist der Cylinder geschlossen, und sobald es auf dem Grunde liegt, öffnet sich das Ventil. Letzteres wurde überdies durch eine Feder aufgedrückt, weil es sich sonst zuweilen nicht öffnete.

Ich versuchte zunächst, den Schlickgehalt aus dem specifischen Gewichte des Wassers zu bestimmen, doch führte dieses zu keinem Resultate, weil die Erdmasse zu unbedeutend war. Es wurde daher das gewöhnliche Verfahren gewählt, das Wasser zu filtrieren und die erdigen Rückstände zu wiegen. Das Volumen der Wassermasse betrug jedesmal 12 bis 25 Kubikzoll, und wurde durch Abwiegen der gefüllten Flasche ermittelt. Die Filtra, die immer gleiche Größe hatten, waren vor dem Gebrauche einzeln lufttrocken gewogen und zwar zweimal und in umgekehrter Reihenfolge, um den Einfluß einer verminderten oder vergrößerten Trockenheit während des Abwiegens zu beseitigen. Jedesmal zeigte sich auch wirklich und ganz regelmäßig eine geringe Änderung der Gewichte. Diese Vorsicht war nothwendig, da der in den Filtern aufgefangene trockene Erdgehalt nur 10 bis 30 Milligramme wog.

Nach Beendigung der Filtration wurden die Filtra sorgfältig zusammengelegt, damit der darauf liegende Schlick beim Auslaugen nicht entweichen möchte. Alsdann wurden sie in einem geräumigen Glasgefäße mit destillirtem Wasser übergossen. Letzteres wurde nach einer Stunde mit einem Heber abgezogen, und durch frisches ersetzt, bis es zuletzt so rein abfloß, daß es beim Verdampfen keinen sichtbaren Rückstand ließ.

Da jedoch nicht vorausgesetzt werden durfte, daß die Filtra beim späteren Wiegen denselben Grad der Trockenheit haben würden, wie beim ersten, vielleicht auch ein kleiner Rest Salz darin zurückgeblieben war, so wurden jedesmal noch zwei bis drei Filtra hinzugefügt, die im Übrigen eben so behandelt wurden, wie die andern, durch welche jedoch eine gleiche Quantität bereits filtrirtes Seewasser hindurchfloß. Die Zunahme ihres Gewichtes ergab demnach die Änderungen, von denen man annehmen durfte, daß sie bei allen Filtern eingetreten seien. Nachdem die Filtra lufttrocken waren, wurden sie wieder und zwar zweimal und in umgekehrter Reihenfolge gewogen.

Aus dieser Untersuchung ergab sich das Gewicht der im Seewasser enthaltenen erdigen Theilchen, und es kam darauf an, das Volum derselben zu bestimmen. Der Schlick zeigt aber in seiner natürlichen Ablagerung eine sehr verschiedenartige Beimengung von Wasser. Seine obern Lagen sind dünnflüssig, weiter abwärts werden sie fester und sind in großer Tiefe sogar sehr hart. Mit Rücksicht auf den technischen Zweck dieser ganzen Untersuchung schien es angemessen, eine breiartige Consistenz zum Grunde zu legen, derjenigen des zubereiteten

Töpferthones entsprechend. Es ergab sich, daß 1 Gramm lufttrockener Schlick, also eben so trocken, wie er in den Filtern gewogen war, wenn er durch Zusatz von filtrirtem Seewasser in einen Brei von der Consistenz des Töpferthons verwandelt wird, 0,052633 preuß. Kubikzoll mißt. Hiernach ließ sich der gefundene Schlickgehalt in Theilen der Wassermenge, worin er enthalten gewesen, ausdrücken. Die folgende Tabelle giebt in dieser Weise die Mittelwerthe des Schlickgehaltes für jede Stunde der Fluth und Ebbe an. Die Zahlen darin bezeichnen zugleich die Höhe des Niederschlages in der zum Grunde gelegten Consistenz, der aus einer Wassersäule von der Höhe = 1 bei vollständiger Klärung zu Boden sinkt.

Zeit.	Schlick-Gehalt	
	in der Oberfläche.	6 F. über d. Grunde.
Niedrig-Wasser	0,00014	0,00016
1 Stunde Fluth	0,00019	0,00023
2 - -	0,00019	0,00026
3 - -	0,00015	0,00024
4 - -	0,00012	0,00020
5 - -	0,00011	0,00016
Hoch-Wasser	0,00010	0,00013
1 Stunde Ebbe	0,00010	0,00012
2 - -	0,00010	0,00012
3 - -	0,00010	0,00012
4 - -	0,00012	0,00012
5 - -	0,00013	0,00013
Niedrig-Wasser	0,00014	0,00016

Der Schlickgehalt ist sonach in der Nähe des Grundes um $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3}$ größer, als an der Oberfläche. Während der Fluth ist er größer, als während der Ebbe, und sein Maximum erreicht er in den ersten Stunden der Fluth. Bei den höchsten Wasserständen vermindert er sich, sowol während der Fluth, als Ebbe. Letzteres rührt ohne Zweifel davon her, daß die Wattgründe alsdann weniger von der Wellenbewegung angegriffen werden.

Die Messungen, deren Resultate hier mitgetheilt sind, waren sämmtlich in einer Zeit angestellt, wo schwache südliche und östliche Winde herrschten, wobei also das Wasser im Jade-Busen verhältnißmäßig stärker bewegt war, als das äußere Wasser.

Um diese Beobachtungen bequem fortsetzen zu können, ohne jedesmal die erwähnten, sehr zeitraubenden Operationen vornehmen zu dürfen, richtete ich noch einen anderen Apparat vor. Ich suchte nämlich aus einer großen Anzahl cylindrischer Flaschen von weißem Glase achtzehn Stück aus, die gleiche Weite hatten. Sechzehn derselben füllte ich mit Mischungen an, deren Schlickgehalt 0,00005 . . . 0,00010 . . . 0,00015 . . . u. s. w. betrug. Sie wurden aber nur zu zwei Drittel ihres Inhaltes angefüllt, damit sie vor dem jedesmaligen Gebrauche gehörig geschüttelt werden konnten, alsdann wurden sie hermetisch verschlossen. Zwei dieser Flaschen sind dagegen zur Aufnahme des zu untersuchenden Wassers bestimmt, und müssen in gleicher Höhe gefüllt werden. Die Probegläser lassen zwar nur schwache, aber bei scharfer Vergleichung doch merkliche Unterschiede in ihrer Durchsichtigkeit erkennen, sie bieten also ein Mittel, um den Schlickgehalt des geschöpften Wassers sogleich annähernd zu schätzen.

Zwei Versuche, die hiermit angestellt sind, haben ergeben, daß auch bei westlichen

Winden der stärkste Schlickgehalt im Anfange der Fluth vorkommt: nach einer Beobachtung soll derselbe 0,00035 betragen haben.

Aus dem Schlickgehalte und dem Steigen des Wassers in jeder Stunde der Fluth läßt sich leicht die Höhe des Niederschlages während einer ganzen Fluth ermitteln. Es ist zwar nicht anzunehmen, daß in einem Bassin, in welches die Fluth frei eintritt, das Wasser vollständig geklärt werden sollte, so daß es bei der Ebbe ganz rein abfließt. Wenn diese Voraussetzung aber auch gemacht wird, so ergibt sich dennoch aus den vorstehenden Tabellen, daß der Niederschlag in jeder Fluth nur 0,001872 oder 0,002638 Fuß hoch ist, je nachdem das an der Oberfläche, oder das in der Tiefe geschöpfte Wasser in Rechnung gestellt wird. Der Niederschlag in einem Jahre oder während 705 Fluthen beträgt also 1,32 oder 1,86 Fuß. In der Wirklichkeit dürfte diese Höhe sich wohl nicht darstellen, weil die Ebbe einen großen Theil der im Wasser schwebenden Erdmasse wieder abführt, und am wenigsten dürfte bei starkem Wellenschlage auf merkliche Klärung des Wassers zu rechnen sein. Die Erfahrung zeigt auch, daß die Verlandungen nur bei ruhiger Witterung erfolgen, und bei anhaltenden starken Winden sogar wieder abgespült werden.

Nach den Erfahrungen über das Verlanden des Jade-Busens ist der Niederschlag in demselben ohne Vergleich viel geringer. Seit einem Jahrhunderte sind die Ufer, mit Ausschluß des nördlichen, das beinahe gar nicht anwächst, durchschnittlich in jedem Jahr etwa 40 Fuß vorgerückt. Am Dollart, wo die Verlandung mit sehr großer Sorgfalt befördert wird, treten die Ufer in jedem Jahre durchschnittlich um 20 Meter oder 64 Fuß weiter vor.

Schon bei Bestimmung des Schlickgehaltes drängte sich die Frage auf, ob der Salzgehalt in allen Stunden der Fluth und Ebbe derselbe sei. Indem ich das Wasser, das während einer vollständigen Beobachtungsreihe sowol oben, als unten geschöpft war, in dieser Beziehung nach der Filtration untersuchte, wobei durch sorgfältiges Zudecken das Verdunsten während des Filtrirens verhindert war, so ergab sich das spezifische Gewicht in allen Fällen sehr nahe gleich groß. Es war bei 8 Graden Réaumur im Maximum 1,02398 und im Minimum 1,02335. Es schien, daß es etwa eine Stunde vor Hochwasser am größten sei, was sich dadurch erklärt, daß alsdann das reinste Seewasser vorbeifließt, denn die Ebbe führt auch das süße Wasser der See ab, dessen Masse freilich vergleichungsweise überaus geringe ist. Ein Unterschied zwischen dem an der Oberfläche und in der Tiefe geschöpften Wasser ließ sich in Beziehung auf das spezifische Gewicht nicht erkennen.

Endlich wäre in Betreff der Fluthverhältnisse noch zu bemerken, daß obwol mit großer Sorgfalt die Richtung und Stärke der Strömungen gemessen wurden, die gleichzeitig an verschiedenen Stellen statt finden, dennoch keine merkliche Verschiedenheit darin wahrgenommen werden konnte, wie man solche in andern Meerbusen beobachtet hat. In den Umgebungen des preußischen Gebietes treten Fluth und Ebbe überall gleichzeitig ein.

Was die Bodenverhältnisse betrifft, so besteht das ganze preußische Gebiet aus Marschland, das 8 bis 10 Fuß über dem Nullpunkte des Pegels, also 2 bis 4 Fuß unter den gewöhnlichen Fluthen liegt. Nur die außerhalb des Deiches belegenen Wiesenflächen, oder die sogenannten Außen-Groden sind etwas höher und erheben sich über das mittlere Hochwasser. Das Terrain, welches das preußische Gebiet umgiebt, hat nahe dieselbe Beschaffenheit. Nur in der Entfernung von mehr als einer Meile, und zwar in der Richtung nach Jever, trifft man auf eine sandige Geest.

Unter der obern Dammerde findet sich ein sehr zäher reiner Thon, hier Klai genannt, der mit dem Niederschlage aus dem Jade-Wasser übereinstimmt. Dieser Niederschlag enthält nach der Analyse des Hrn. Dr. R. HAGEN

65,2 Kieselerde,

4,2 Thonerde,

- 6,9 Eisen- und Manganoxyd,
- 3,5 Kalkerde,
- 1,3 Bittererde,
- 1,4 Kali,
- 1,5 Natron,
- 1,4 Chlor,

14,3 Wasser, Kohlensäure und organische Substanzen.

Außerdem fand sich darin etwas Phosphorsäure, jedoch in so geringer Menge, daß eine quantitative Bestimmung derselben nicht möglich war.

Die Beschaffenheit des *U n t e r g r u n d e s* wurde schon im Jahre 1854 durch verschiedene Bohrungen untersucht, vorzugsweise aber durch eine im Herbst 1855 begonnene Bohrung in größerem Maaßstabe. Man hatte zu dieser eine Stelle ohnfern des Deiches und zwar innerhalb desselben gewählt, die durch frühere künstliche Anschüttung auf 18 Fuß am Pegel erhöht war. Unter einer sehr dünnen Schicht Dammerde kam man in den Klai, der bis 8 Fuß unter Null oder das niedrige Wasser herabreichte. Bis zu dieser Tiefe zeigte sich kein Wasser im Bohrloche, wiewohl in den Gräben daneben das Wasser 15 Fuß höher stand. In der angegebenen Tiefe erbohrte man eine Dargschicht (Torf aus Schilf) die $2\frac{1}{4}$ Fuß mächtig war. Unter derselben befand sich feiner Sand, der beinahe in gleicher Beschaffenheit sich soweit fortsetzt, als gebohrt ist, nämlich bis 108 Fuß unter Null. Es fanden sich darin anfangs kleine Stückchen Braunkohle. In der Tiefe von einigen 70 Fuß unter Null brachte der Bohrer häufig Stückchen Grauwacke heraus, die 1 bis 4 Kubikzoll groß waren und von dem Bohrer zerschlagen zu sein schienen. Außerdem zeigten sich durchweg in dem Sand eine große Menge Glimmer-Blättchen.

Als die Dargschicht durchdrungen war, füllte sich nicht nur das ganze Bohrloch, sondern zum Theil auch der Schacht darüber mit Wasser an: dasselbe stellte sich etwa auf 8 Fuß am Pegel, also auf 1 Fuß über den mittleren Stand der See, und auffallender Weise schwankte es, der Fluth und Ebbe entsprechend, einige Zolle auf und ab.

Die von Hrn. R. HAGEN ausgeführte Analyse des Sandes ergab als Bestandtheile der obern Lage

- 88,1 Kieselerde,
- 4,6 Thonerde,
- 1,3 Eisenoxyd,
- 2,8 Kalkerde,
- 1,3 Kali,
- 2,2 Kohlensäure, nebst Spuren von Bittererde und Chlor.

In der Tiefe von 50 Fuß unter Null betrug der Gehalt an Kieselerde 87,6 p. C.

Die Analyse des Sandes in 85 Fuß Tiefe ergab dagegen

- 94,1 Kieselerde,
- 3,0 Thonerde,
- 1,1 Eisenoxyd,
- 0,1 Bittererde,
- 1,7 Kali, sowie Spuren von Kalkerde und Chlor.

Es muß jedoch erwähnt werden, daß die durch den Bohrer ausgebrachte Sandmasse ungefähr das Zehnfache des Inhalts der Röhre betrug, woher bedeutende Höhlungen neben der Röhre sich gebildet haben, die ein Nachstürzen der oberen Schichten veranlassen mußten. Das in größerer Tiefe ausgehobene Material bestand daher wahrscheinlich zum Theil aus solchem, das ursprünglich höher gelegen hatte.