



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Elemente des Wasserbaues**

**Sonne, Eduard**

**Leipzig, 1904**

Art. 62. Die Tätigkeit des Meeres an den Küsten

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-82101](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-82101)

stand damals der Arbeit der Schleppkraft bei Vegesack an Zeit etwa ein Viertel mehr zu Verfügung, als bei Bremerhaven.

Schließlich sei noch folgendes bemerkt:

1. Während der Ebbe sind die Schleppkräfte den während der Flut vorhandenen meistens so weit überlegen, daß in der Regel nicht zu fürchten ist, Sinkstoffe könnten sich auch stromaufwärts bewegen.

2. Eine Vergrößerung der Wassertiefe, z. B. durch Baggern, steigert die Schleppkraft erheblich (vergl. S. 116) und beim Ebben der Sturmfluten ist dies in sehr hohem Grade der Fall.

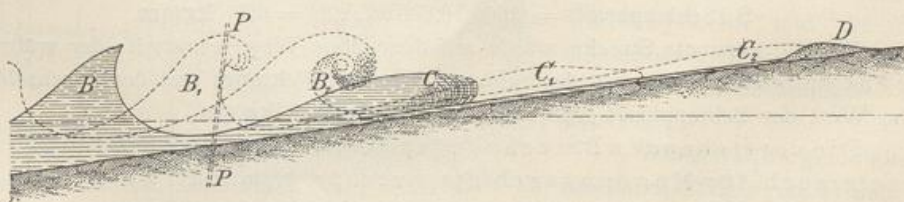
3. An flachen Stellen der Durchflußquerschnitte ist die Schleppkraft geringer als an tiefen; Ablagerungen von Sinkstoffen finden somit vorzugsweise an den erstgenannten Stellen statt. Man hat also in der Regel ein fortwährendes Anwachsen der Sandbänke und Untiefen zu gewärtigen.

Die Ermittlung der Schleppkraft ist einer örtlichen Ermittlung der lebendigen Kraft einer Strömung ziemlich nahe verwandt.

**62. Die Tätigkeit des Meeres an den Küsten.** Schon an anderer Stelle ist angedeutet, daß nicht allein die fließenden Gewässer, sondern auch das Meer Annagung, Fortschaffung der losgelösten Massen und Ablagerung bewerkstelligen; wenn dies an den Ufern des Meeres, den Küsten, stattfindet, sind nur die Benennungen etwas anders, man nennt die Annagungen in der Regel Abbruch und die Ablagerungen Anlandungen oder Verlandungen; wenn Fremdwörter gebraucht werden wollen, spricht man von Meer-Erosion bzw. von Meer-Alluvion<sup>167)</sup>. Ursachen dieser Erscheinungen sind vorzugsweise die Wellen und die Strömungen des Meeres.

Die Wirkung der Wellen<sup>168)</sup> ist verschieden, je nachdem sie auf einem allmählich ansteigenden (geböschten) Untergrunde, oder aber eine steile Wand anlaufen. Daß und weshalb die Wellen in erstgenanntem Falle ihre Form ändern, ist auf S. 205 bereits besprochen. Im weiteren Verlaufe wird die Verzögerung, welche der untere Teil der Welle erleidet, so groß, daß sich erst der Wellenkamm, dann die ganze Welle überstürzt (Abb. 140). Dann brandet die Welle und ihr kräftig

Abb. 140.



strömendes Wasser ersteigt eine Strecke des Ufers, um gleich nachher zurückzufließen. Die so entstehenden Rückströmungen, welche unter den anlaufenden Wellen stattfinden und mittelbar die Brandung verstärken, bewirken aber, daß, namentlich bei starkem Wellenschlage, von dem Ufer Sinkstoffe losgelöst und seewärts entführt werden.

<sup>167)</sup> Vergl. Handb. (3. Aufl.) Kap. XVI, S. 2.

<sup>168)</sup> Handb. Kap. XVI, § 10 u. 11.



Das Anlaufen der Wellen gegen eine lotrechte Wand gestaltet sich dann ziemlich harmlos, wenn vor einer solchen Wand eine sehr große Wassertiefe vorhanden ist und wenn es sich um Wellen handelt, deren Wasserteilchen vorwiegend eine schwingende, also wenig fortschreitende Bewegung haben. Die Wellen werden dann zurückgeworfen, es ist aber nicht erforderlich, die Erscheinungen, welche bei einem solchen Zurückwerfen derselben eintreten, hier eingehend zu besprechen.

Wenn sich jedoch, wie es die Regel ist, vor einer mehr oder weniger steilen Wand PP (Abb. 140) in mäßiger Wassertiefe eine Böschung oder ein ansteigender Untergrund befinden, wird die Wand von Wellen getroffen, welche vor dem Winde fliehend eine ansehnliche Geschwindigkeit haben, die Wellen werden dann „gebrochen“ und die Wand hat einen starken Stoß auszuhalten. Auch in diesem Falle strömt am Untergrunde ein Teil des Wassers der Wellen zurück und greift jenen stark an, während ihre obersten Teile in die Höhe geschleudert werden, unter Umständen bis etwa 50 m. Andere Teile der Wellen werden zurückgeworfen und es entsteht vor der Wand ein wildes Durcheinander von schäumenden, tosenden Wellen.

Eine rauhe oder mit Vorsprüngen versehene Wand wird hierbei nicht allein in horizontaler, sondern auch in vertikaler Richtung beansprucht und die Vertikalkräfte sind teils aufwärts, teils abwärts gerichtet <sup>169)</sup>.

Die Kräfte, mit welchen die Wellen steile Wände angreifen, sind hauptsächlich durch die Wellenhöhe und die Geschwindigkeit, welche die Wellen im freien Wasser haben, bedingt. Es ist indessen übertrieben, wenn solche Wellen oft „haushoch“ genannt werden: Wellen von 5 m und 10 m Höhe dürfen schon hoch, beziehungsweise sehr hoch genannt werden. Sehr groß ist aber die sekundliche Geschwindigkeit der Wellen bei starken Stürmen; man hat bereits sekundliche Geschwindigkeiten von etwa 16 m beobachtet <sup>170)</sup>.

Durch das Obige ist begründet, daß beim Brechen der Wellen gewaltige Stöße entstehen, und die Erfahrung zeigt, daß Wellen imstande sind, umfangreiche Steinmassen zu verschieben. Beispielsweise wurde an der Ostküste von Schottland gelegentlich eines Hafenbaues eine zusammenhängende Steinmasse von 1350 t Gewicht von der Außenböschung eines sogenannten Wellenbrechers fort und nach der Binnenböschung desselben geschoben. Ähnliche Verschiebungen kleinerer Massen sind nicht selten beobachtet.

Messungen der Stoßkraft der Wellen hat Th. Stevenson bewerkstelligt und zwar mit Hilfe einer gut befestigten Vorrichtung, bei welcher eine der Wellenbewegung entgegengestellte Scheibe sich auf Führungsstangen soweit verschiebt, wie es der Gegendruck von Spiralfedern gestattet, vergl. S. 198 (Messung des Winddrucks). Von dieser allerdings nicht ganz sicheren Grundlage ausgehend hat man berechnet, daß an der englischen Küste die Stoßkraft der Wellen bis auf etwa 30 t/qm und mehr steigen kann. Für die deutschen Küsten sind geringere Werte anzunehmen, an der Nordsee etwa 15, an der Ostsee etwa 10 t/qm, das ist das 60 bzw. 40 fache des Größtwertes des Winddrucks nach üblicher Annahme.

<sup>169)</sup> Näheres s. Handb. Kap. XX, § 1.

<sup>170)</sup> Handb. Kap. XVI, § 8 (Form, Tiefe, Geschwindigkeit der Wellen).



An der Ostsee wird die Wirkung der Wellen mitunter durch Eis erheblich gesteigert. Bei strenger Kälte gefriert die See mehrere Meilen weit rings um die Küsten. Wenn dann die Eisdecke bei Stürmen plötzlich zerbricht und die mächtigen Schollen von den Wellen gegen das Ufer gestoßen werden, erfolgen starke Abstürzungen und Einbrüche.

Von den sehr verschiedenartigen, in den Meeren auftretenden Strömungen<sup>171)</sup> wurde bereits bei anderen Gelegenheiten einiges gesagt, insbesondere sind die Winde, die Tiden und die Wellen als Ursachen eigenartiger Strömungen genannt. Außerdem entstehen Meeresströmungen in der Nähe der Flußmündungen durch das ausströmende Wasser und im allgemeinen dadurch, daß das spezifische Gewicht des Meerwassers, nicht minder dessen Temperatur erhebliche Verschiedenheiten aufweisen. Eine große Mannigfaltigkeit besteht auch hinsichtlich der Ablenkungen, welche die Richtungen der Strömungen erleiden.

Es ist ausgeschlossen, hier auf viele Einzelheiten einzugehen, einige an den deutschen Küsten vorkommende Erscheinungen dürfen indessen nicht unerwähnt bleiben.

Das Anlaufen und Ablaufen der Flutwellen des Meeres erzeugt besonders in der Nähe der zahlreichen holländischen und ostfriesischen Nordsee-Inseln sehr kräftige Strömungen. Diese Inseln sind im Durchschnitt etwa 10 bis 15 km vom Festlande entfernt und dazwischen befinden sich Flächen, welche bei der Ebbe größtenteils wasserfrei werden. Indem das Wasser, dessen Zu- und Abströmen nur durch etwa zehn Öffnungen (Seegaten) erfolgt, diese weit über 1000 qkm großen Flächen täglich zweimal bedeckt, sind die in jenen Öffnungen entstehenden Strömungen erklärlich, nicht minder, daß dieselben zeitweilig sehr lebhaft sind und sich dann weit ausbreiten.

Auch in den Öffnungen, durch welche die Haffe der deutschen Ostseeküste mit dem Meere in Verbindung stehen, finden Strömungen statt, hier sind es aber nicht die Tiden, sondern starke Winde, die nicht selten eine Hebung des äußeren Wasserspiegels veranlassen. Dann findet in jenen Öffnungen ein Einströmen des Wassers statt, der Wasserspiegel der Haffe hebt sich und nach Änderung der Windrichtung strömt das Wasser wieder aus.

Verwandt mit diesen Erscheinungen ist das Ein- und Ausströmen des Wassers in der engsten Stelle des Jadebusens, woselbst an den großen herzförmig gestalteten Teil dieses Busens eine trichterförmige Mündung sich anschließt. Indem Ersterer während der Flut bis Hochwasserhöhe mit Wasser gefüllt wird, wogegen bei Ebbe das eingedrungene Wasser wieder ausströmt, entstehen an der engsten Stelle ziemlich starke Strömungen, die einer Erhaltung der dortigen Wassertiefe sehr förderlich sind.

Nicht selten und namentlich bei Meerengen, durch welche Binnenmeere mit den Weltmeeren in Verbindung stehen, kommt es auch vor, daß verschiedene Ursachen, besonders die Winde, die Tiden und das größere spezifische Gewicht des Meerwassers, gleichzeitig auf die Strömungen einwirken.

Im Vorstehenden sind Beispiele sogenannter Küstenströmungen gegeben, eine zweite Hauptart sind die weit mächtigeren, in den Weltmeeren auftretenden Strömungen; über letztere dürfte aus der allgemeinen Erdkunde manches bekannt sein. Für das Bauwesen haben hauptsächlich die Küstenströmungen Bedeutung, dagegen sind die Strömungen des offenen Meeres für die große Schifffahrt sehr wichtig.

<sup>171)</sup> Handb. Kap. XVI, § 19 und § 20.



Gemeinsam ist allen Strömungen, daß bei der Bezeichnung ihrer Richtung die Weltgegend genannt wird, der sie zustreben, ein Westwind erzeugt also eine östliche Strömung u. s. w.

Während die Wellen den Abbruch der Küsten vorzugsweise bewirken, liegt das Fortschaffen der losgelösten Massen und die Vermittelung der Verlandungem im wesentlichen den Strömungen ob. Hierbei wiederholt sich die bei den fließenden Gewässern eintretende und bereits besprochene Erscheinung: „Jede Art von Sinkstoffen, vom groben Gerölle bis zum feinsten Schlamm, wird bei einer bestimmten Stromgeschwindigkeit bewegt und bleibt bei einer geringeren liegen.“ Ferner schreitet die Zerkleinerung der Sinkstoffe (vergl. S. 117) im Meere weiter fort, sodaß sich namentlich Sande von sehr großer Feinheit bilden.

**63. Gefährdete Küsten. Dünen**<sup>172)</sup>. Die Wirkungen der Wellen und der Strömungen sind mannigfaltig, wie ihr Verlauf und ihre Ursachen, insbesondere gestalten sie sich bei flachen und sandigen Küsten anders, als bei steilen und felsigen. Eine gewisse Gleichmäßigkeit ist nur insofern vorhanden, als alle den ungeschwächten Angriffen des Meeres ausgesetzte Küsten abgebrochen werden, somit gefährdet zu nennen sind. — Weil es ausgeschlossen ist, die Vorgänge hier vollständig zu erörtern, haben wir bei Vorführung der zuerst zu besprechenden Flachküsten vorzugsweise die Erscheinungen im Auge, welche an den deutschen und holländischen Nordseeküsten vorkommen.

Der Untergrund dieser Küsten besteht aus Sand und im Bereiche der Tiden und Wellen bildet sich naturgemäß eine ziemlich flache, mitunter sehr flach, geböschte Fläche, der Strand, aus. Die Art und Weise, wie das bewegte Wasser den Strand angreift, gestaltet sich verschieden, je nachdem leichte, stärkere oder sehr starke Wellen anlaufen. Unter der Einwirkung leichter Wellen und einer schwachen Rückströmung wird hauptsächlich ein Hin- und Herschieben der Sande eintreten und dies ist insofern nicht unwichtig, als dabei die letzteren feiner gemahlen und dadurch leichter beweglich werden.

Stärkere Wellen verursachen eine lebhaftere Bewegung der Sande und teilweise Vermischung derselben mit dem Wasser. Die Enden der anlaufenden Wellen haben nun eine geringe Geschwindigkeit und eine geringe Wassertiefe. Die Folge ist, daß jede Welle einen Teil der mitgeführten feinen Sande, auch andere leichte Körper, z. B. Muschelschalen, auf dem Strande zurückläßt. Hierdurch bilden sich kleine Wälle von Sand, welche austrocknen, sobald der Wellenschlag eine Zeit lang nur schwach ist. — Aber auch die Rückströmung führt Sand, und zwar nicht selten ziemlich groben, mit sich. Sie erlahmt jedoch nach und nach, dann bilden sich auch in der Tiefe Ablagerungen von Sand, als Anfänge eines sogenannten Riffs.

Einschneidender sind die Wirkungen sehr hoher Wellen. Bei starken Stürmen setzen diese Wellen große Mengen des Strandsandes in Bewegung. In wenigen Wochen kann die Höhe eines Strandes unter solchen Umständen um etwa 1 m abnehmen und gleichzeitig findet eine kräftige Riffbildung statt. Bei ruhigerem Wetter werden die Riffe wieder verkleinert, auch wohl ganz beseitigt, indem der Sand durch die mäßigen Wellen dem Strande wieder zugeschoben wird. An der deutschen Nordseeküste sind vorübergehende Riffbildungen von 1 bis 2 m Höhe nicht selten.

<sup>172)</sup> Handb. (3. Aufl.). Kap. XVII, § 3 (Steile Meeresufer), § 4 (Flache Ufer), vergl. auch § 6 (Inseln).