

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

5079

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299173

x  
875



# GEOGRAPHISCHE ARBEITEN

Herausgegeben von DR. WILLI ULE  
Professor für Geographie an der Universität Rostock

I

## Die Gestalt der Deutschen Ostseeküste

Von

Dr. Walther Bartels

6911  
F. M. 28094



Stuttgart

Verlag von Strecker & Schröder

1908  
6.2  
30.



II 5079

Alle Rechte vorbehalten

*Handwritten signature or scribble*

Druck von Strecker & Schröder, Stuttgart

Akc. Nr. 4287 / 50

# Inhalt

	Seite
<b>Einleitung:</b> Anlaß zur Arbeit und Ziel der Abhandlung. Eigene Beobachtung . . . . .	1
<b>A. Die horizontale Gliederung</b> . . . . .	3
a) Die allgemeine Charakteristik des Horizontalumrisses . . . . .	3
b) Die Horizontalgebilde größten Maßstabes; die großen Buchten und Landvorsprünge . . . . .	4
c) Der Küstensaum im Anschluß an den allgemeinen Bogenverlauf der Küste . . . . .	7
d) Der Saum der großen Buchten und Landvorsprünge: die Horizontalgebilde mittleren Maßstabes . . . . .	8
a) Die Doppelküste . . . . .	8
1. Die Boddenküste . . . . .	8
2. Die Haffküste . . . . .	10
3. Die Inselküste und die Sunde . . . . .	12
β) Die einfache Küste . . . . .	13
4. Die Förden . . . . .	13
5. Die Rundbuchten . . . . .	15
6. Die glatte Küste . . . . .	15
e) Die Horizontalgebilde kleinen Maßstabes . . . . .	16
f) Die Dünenzone und der submarine Böschungssaum . . . . .	20
g) Der Strandsaum . . . . .	21
<b>B. Die vertikale Gliederung</b> . . . . .	25
1. Die allgemeine Böschung des breiteren Küstensaumes . . . . .	25
2. Die allgemeine Böschung der Buchten und Vorsprünge größten Maßstabes . . . . .	26
3. Die allgemeine Böschung der Horizontalgebilde mittleren und kleineren Maßstabes und ihre Profiltypen . . . . .	30
4. Die engere submarine Randböschung . . . . .	36
5. Die engere subaerische Randböschung . . . . .	40
a) An der Innenküste . . . . .	41
b) Die Flachküste . . . . .	44
a) Die eigentliche Flachküste . . . . .	44
β) Der Typus der inkonsequenten Flachküste . . . . .	45

	Seite
6. Strand- und Meereshalde . . . . .	48
7. Der Wechsel des Vertikalprofils im Horizontalverlauf des Küstensaumes . . . . .	50
<b>C. Die Ursachen der Gestaltung . . . . .</b>	<b>53</b>
1. Der vorquartäre Untergrund . . . . .	54
2. Der Anteil der diluvialen Eiszeit . . . . .	61
3. Die postglazialen Niveauschwankungen . . . . .	75
4. Die Arbeit des Meeres . . . . .	78
5. Die Tätigkeit der ins Meer mündenden Flüsse . . . . .	97
6. Die phytogenen Alluvien . . . . .	109
7. Die Tätigkeit des Windes . . . . .	111
8. Die Einwirkung der Niederschläge, des Grundwassers, des Frostes, Antaus und des Eises . . . . .	120
<b>Schluß: Die Hauptküstentypen und ihre Anordnung im Horizontalverlauf des Küstensaumes . . . . .</b>	<b>124</b>

## Begleitwort.

Mit der Herausgabe der „Geographischen Arbeiten“ bezwecke ich lediglich, den unter meiner Anregung durchgeführten Studien eine gemeinsame Stätte der Veröffentlichung zu verschaffen. Es wird sich dabei in erster Linie um Dissertationen handeln. Diese werden im allgemeinen entweder in Zeitschriften veröffentlicht oder erscheinen, auf Kosten der Verfasser in kleinen Druckereien hergestellt, selbständig ohne Verleger. In beiden Fällen gehen sie vielfach für weitere Kreise verloren. Wenn nun auch Dissertationen gewöhnlich nicht gerade epochemachende Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung enthalten, so kommt ihnen doch für den Fortschritt der Erkenntnis auf einem engeren Gebiet ein gewisser Wert zu, und es ist im Interesse der Wissenschaft sowie in Rücksicht auf den angewandten Fleiß oft zu bedauern, wenn solche Arbeiten unmittelbar nach ihrem Erscheinen sogleich ihr stilles Grab in den Landesbibliotheken finden. Eine weitere Verbreitung und vor allem eine weitere Verbreitungsmöglichkeit ist doch vielen solchen Arbeiten aufrecht zu gönnen. Namentlich wird die Möglichkeit, Dissertationen käuflich erwerben zu können, allen Spezialforschern sehr erwünscht sein. Das soll nun durch die Herausgabe der „Geographischen Arbeiten“ erreicht werden.

Aber es veranlaßte mich zu dieser doch auch noch ein anderer, rein sachlicher Gedanke. Die unter meiner Anleitung

durchgeführten Arbeiten werden mehr oder weniger ein einheitliches Gepräge erhalten, es wird in ihnen bei aller Wahrung wissenschaftlicher Freiheit doch nach Methode und Inhalt eine bestimmte Richtung zum Ausdruck kommen, die natürlich meiner eigenen Auffassung von Wesen und Aufgabe der Geographie entspricht. Dieser möchte ich zugleich durch die gemeinsame Herausgabe jener Arbeiten in weiteren Kreisen Geltung verschaffen. Die Wirksamkeit eines Universitätslehrers darf ja nicht nur nach seiner eigenen Produktivität, sondern muß in gleichem Maß auch nach seinen Lehrerfolgen beurteilt werden. Diese zeigen sich aber vor allem in den wissenschaftlichen Arbeiten seiner Schüler. Es kann darum wohl als ein berechtigter Wunsch des Lehrers anerkannt werden, die Arbeiten seiner Schüler zu sammeln. Wer sich z. B. ein richtiges Bild von der Wirksamkeit eines Alfred Kirchhoff schaffen will, der darf sich nicht mit der Kenntnisnahme seiner eigenen Werke begnügen, der muß vielmehr das Augenmerk auch auf die zahlreichen Doktorarbeiten richten, die seiner geistigen Anregung entsprungen sind. Es mag freilich etwas vermessen von mir erscheinen, mich zur Rechtfertigung der Herausgabe der „Geographischen Arbeiten“ auf einen solchen Meister unserer Wissenschaft zu berufen. Allein nicht die Person ist das Maßgebende in meinem Gedankengange, sondern die Sache. Mögen manche der „Geographischen Arbeiten“ auch nur von geringem Werte sein, in ihrer Gesamtheit werden sie doch eine gewisse Bedeutung für die Wissenschaft erlangen, schon dadurch, daß sie nach Inhalt und Methode einen einheitlichen Stempel tragen. Jeder Vertreter einer wissenschaftlichen Disziplin hat meines Erachtens die Pflicht, nach Kräften dem, was er als wahr und richtig erkannt hat, Eingang in die wissenschaftliche Welt zu verschaffen und sich dadurch einen festen Platz im Reigen der Mitarbeiter zu erringen. Aufgabe dieser ist es, zu prüfen, ob das, was er selbst und was unter seinem Einflusse geleistet ist, gut und brauchbar ist, das Richtige anzunehmen, das Falsche aber zurückzuweisen.

Im vorliegenden Falle leitet mich nun noch ein besonderer Wunsch; ich möchte mit der Herausgabe der „Geographischen Arbeiten“ meine eigene Auffassung von Wesen und Aufgabe der Geographie zur Kenntnis und wenn möglich auch zur An-

erkennung bringen. Als Schüler Alfred Kirchhoffs möchte ich auch meinerseits zum weiteren Ausbau des von ihm so trefflich begründeten Lehrgebäudes beitragen. Ich folge dabei dem Zwange innerster Überzeugung. Immer mehr hat sich mir die Erkenntnis aufgedrängt, daß die Geographie weit strenger, als es im allgemeinen geschieht, in ihren Aufgaben und Zielen bestimmt werden muß, soll sie ihren selbständigen Charakter als Wissenschaft neben den anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen bewahren. Es besteht für mich kein Zweifel, daß die Geographie gegenwärtig Gefahr läuft, sich in ein vollkommen grenzenloses Arbeitsfeld zu verlieren.

Ich fühle mich da ganz im Einverständnisse mit Alfred Hettner, der entschieden sich ein hohes Verdienst um unsere Wissenschaft dadurch erworben hat, daß er wiederholt auf die Notwendigkeit einer möglichst scharfen Begriffsbestimmung der Geographie hingewiesen hat.<sup>1</sup> Wie er, bin auch ich der Ansicht, daß die Geographie keine allgemeine Erdwissenschaft ist, daß sie vielmehr aufgefaßt werden muß als eine chorologische Wissenschaft, als die Wissenschaft vom Raume „mit seiner dinglichen Erfüllung“.

Nach Hettner ist die Geographie wesentlich Länderkunde. Das trifft zu, wenn die Länderkunde richtig als die geographische Betrachtungsweise des Landes verstanden wird. Aber leider ist das Wort Landeskunde eigentlich schon vergeben; man verstand und versteht vielfach darunter die Kunde von einem Land. Eine Landeskunde würde demnach alles mögliche enthalten können, ohne je eine wirkliche geographische Darstellung zu bieten. Wir besitzen viele solcher Landeskunden. Nicht wenige davon segeln unter der Flagge einer Geographie durch die Welt; sie enthalten aber in Wirklichkeit nicht viel mehr als eine Zusammenstellung aller Tatsachen, die die Eigenart des Landes wohl charakterisieren, über deren Beziehungen zueinander und zu dem Raume, dem sie angehören, wir aber nichts erfahren.

Hier mag eingeschaltet werden, daß, wie der Name Länderkunde, so auch das Wort Erdkunde leicht irreführen kann und

---

<sup>1</sup> Besonders in seinem Aufsätze „Das Wesen und die Methoden der Geographie“ (Geographische Zeitschrift, XI [1905]).

vielfach auch irreführt hat. Man hat diesen Namen der modernen Geographie unter dem Einfluß ihrer geschichtlichen Entwicklung wohl beigelegt, um so ihre neue Richtung gegenüber der vorausgegangenen zu kennzeichnen, hat aber dabei ganz übersehen, daß man als Erdkunde eigentlich alle Wissenschaften begreifen kann, die es mit der Erde und ihren Erscheinungen zu tun haben. Mit Recht haben namentlich die Geologen gegen diese Bezeichnung protestiert; denn die Geologie ist ja tatsächlich Erdkunde.<sup>1</sup>

Mir will in Anbetracht dessen es ratsam erscheinen, zu der uralten Bezeichnung Geographie zurückzugreifen. Freilich müssen wir diese dann entsprechend ihrer neueren Entwicklung klar und scharf definieren. Sie ist eben keine Erdbeschreibung mehr, sondern ist gleich wie die andern beschreibenden Naturwissenschaften, wie Zoologie und Botanik, zu einer wirklichen Wissenschaft geworden, indem sie von der einfachen Beschreibung der Dinge fortgeschritten ist zur Erforschung des kausalen Zusammenhanges dieser.

Doch ob Geographie, ob Erdkunde oder Länderkunde, ist an sich von geringer Bedeutung, wichtiger ist, daß Inhalt und Aufgabe dieser Disziplin klar erfaßt werden. In Wirklichkeit gibt es aber kaum eine zweite Wissenschaft, in der nach dieser Richtung eine ähnlich große Verwirrung herrscht. Man braucht ja nur das Programm irgendeines Geographentages durchzulesen oder auch die als geographische Arbeiten erscheinenden Dissertationen zu verfolgen, um sich davon zu überzeugen. Ja selbst die von den Dozenten für Geographie an den Universitäten gehaltenen Vorlesungen sind durch die Mannigfaltigkeit des Inhaltes hierfür äußerst lehrreich. Es ist zuweilen erstaunlich, was alles als geographisch angesehen wird. Aus dem Mangel klarer Auffassung der Geographie heraus erklärt es sich auch, daß eine Arbeit, wie Steinemann in seinem Aufsatz über den Unterricht in Geologie und verwandten Fächern auf Schule und Universität erwähnt,<sup>2</sup> auf der einen Hochschule als geographische, auf der andern als geologische Dissertation behandelt werden konnte. Nichts kann wohl zwingender als

<sup>1</sup> C. v. Fritsch, Allgemeine Geologie (Bibl. d. Geogr. Handbücher). Stuttgart, J. Engelhorn, (1888) S. 2, Anmerk.

<sup>2</sup> Natur und Schule, VI. Bd., Leipzig 1907.

gerade diese Tatsache dartun, daß hier doch ein Mangel in der Definition vorliegen muß. Man ist im allgemeinen nur zusehr dazu geneigt, alles geographisch zu nennen, was räumlich auftritt. In gewissem Sinn ist das auch richtig, aber es kann sich aus dieser Auffassung nie eine selbständige, nach Inhalt und Ziel scharf gekennzeichnete Wissenschaft entwickeln. Dazu bedarf es einer Einschränkung; eine solche ist ohne weiteres gegeben, wenn wir die Geographie definieren als die Wissenschaft von den Erscheinungen der Erde in ihren wechselseitigen Beziehungen, wenn wir also die Erscheinungen nicht für sich, sondern im kausalen Zusammenhange mit den übrigen Gegebenheiten des Raumes zu betrachten suchen.

Diese Auffassung tritt leider auch in den neueren geographischen Arbeiten, die als länderkundliche bezeichnet werden, noch immer viel zu wenig deutlich hervor. Viele der vorhandenen Länderkunden bringen nur eine eingehende Darstellung der Einzelercheinungen eines Landes, sie beschreiben und erklären den Gebirgsbau, sie geben ausführliche Daten über das Klima, über Pflanzen und Tiere und über die menschlichen Bewohner. Allein das ist noch keine geographische Behandlung; diese bringt uns erst der Versuch, die Einzelercheinungen als Teile eines Ganzen zu begreifen und ihre wechselseitigen Beziehungen zueinander zu erforschen. Welche Temperatur in einem Lande herrscht, das zu bestimmen, ist Aufgabe des Meteorologen oder Klimatologen; warum aber gerade gewisse, von den Nachbargebieten abweichende Temperaturverhältnisse bestehen, wie diese aus den übrigen Gegebenheiten des Landes zu erklären sind und wie sie andererseits wieder auf jene einwirken, das ist das wissenschaftliche Problem, das der Geograph zu lösen hat. In eine geographische Darstellung eines Landes gehört darum ebensowenig eine Tabelle sämtlicher dort vorkommenden Pflanzen, sondern nur eine Charakteristik der Flora und Vegetation, wie sie durch Bodenbau und Bodenbeschaffenheit, durch die erdgeschichtliche Entwicklung, durch das Klima und durch die tierischen und menschlichen Mitbewohner bedingt sind und soweit die vorhandenen Pflanzen ihrerseits wieder auf die physische Natur des Landes und seine Lebewelt Einfluß ausgeübt haben.

Und wenn wir die geographischen Erscheinungen für sich in Betracht ziehen, so müssen wir uns auch hier an eine scharfe Begrenzung unseres Arbeitsfeldes halten, wollen wir nicht mit den Arbeitern auf dem Nachbarfeld ins Gehege kommen. Die Gebirgsbildung zu erforschen ist z. B. lediglich eine Aufgabe des Geologen. Der Geograph kann diesen aber bei seiner Forschung erfolgreich unterstützen, indem er im Rahmen seines Forschungsgebietes die Gebirge auf der Erde nach Lage und Form vergleicht und sie in ihrer Abhängigkeit von den übrigen Gegebenheiten des Landes untersucht. Die Geographie hat eben den Gegenstand des Forschens mit vielen anderen Wissenschaften gemein, aber sie sondert sich von ihnen gleichwohl scharf durch den Gesichtspunkt, unter dem sie den Gegenstand betrachtet; erst die Betrachtungsweise verleiht ihr die Selbstständigkeit.

Am meisten wird in dieser Hinsicht gesündigt in der sogenannten Allgemeinen Erdkunde. Das, was in dieser geboten wird, kann man vielfach kaum noch Geographie nennen; es ist vielmehr Astronomie, Geologie, Geomorphologie, Klimatologie usw. Die Kenntnisse, die uns dabei übermittelt werden, sind freilich meist zum vollen geographischen Verständnis eines Landes durchaus nötig; man könnte die sogenannte Allgemeine Erdkunde füglich als Propädeutik der Geographie bezeichnen, sollte aber sie nie als einen Teil der wahren Geographie der Länderkunde gegenüberstellen. Als Allgemeine Erdkunde oder Geographie dürfte nach meiner Auffassung nur die Betrachtung der Gesamterde oder einzelner Erscheinungen dieser unter dem gleichen Gesichtspunkte wie in der Länderkunde angesehen werden. Allgemeine Erdkunde oder Geographie und Länderkunde oder spezielle Geographie sollen sich also nur durch den Gegenstand, nicht aber durch die Betrachtungsweise unterscheiden.

Zur weiteren Klärung der Ansichten über Wesen und Inhalt der Geographie beizutragen, ist also ebenfalls einer der leitenden Gesichtspunkte für die Herausgabe der „Geographischen Arbeiten“. Es wird dieses Ziel freilich nicht in vollem Maß erreicht werden können. Denn es sind ja meist Arbeiten, die von Anfängern auf dem Gebiete der Geographie geliefert werden, von denen nicht immer zu erwarten ist, daß sie sich zur vollen Erkenntnis des wahren Wesens unserer Wissenschaft durchge-

rungen haben. Ausserdem muß man bei der Anregung zu Dissertationen auf die besonderen Neigungen und den Studiengang des einzelnen Rücksicht nehmen und wird dabei oft die Grenzen der Geographie etwas überschreiten müssen.<sup>1</sup>

Aber immerhin soll der Gedanke an eine Förderung der Geographie auch in methodischer Hinsicht für die Herausgabe der „Geographischen Arbeiten“ maßgebend sein; es sollen in erster Linie nach Inhalt und Methode wirklich geographische Arbeiten veröffentlicht werden, und zwar nicht nur Dissertationen, sondern auch andere Arbeiten, soweit sie der obigen Auffassung von unserer Wissenschaft entsprechen. Der Herausgeber hofft im Laufe der Zeit ein Organ zu schaffen, das in vollem Sinne das Epitheton „geographisch“ verdient.

Rostock, August 1908.

Willi Ule.

---

<sup>1</sup> Die in dem ersten Heft erscheinende Arbeit „Die Gestalt der Deutschen Ostseeküste“ von Dr. W. Bartels geht auf eine Anregung von Prof. Dr. Fitzner zurück.



## Einleitung.

Ein längerer Aufenthalt in der Universitätsstadt Rostock bot dem Verfasser des öfteren Gelegenheit, von dem leicht erreichbaren Warnemünde aus die benachbarte Ostseeküste aus eigener Anschauung kennen zu lernen.

Beides veranlaßte den Verfasser, die Deutsche Ostseeküste einer Betrachtung aus morphologischen Gesichtspunkten zu unterwerfen.

Die vorliegende Arbeit stützt sich auf eine zahlreich vorhandene Literatur, an der vor allem Abhandlungen aus dem Nachbargebiete der Geologie den hauptsächlichsten Anteil nehmen. Die Absicht des Verfassers war es, das in Einzelabhandlungen und auf die Nachbarwissenschaften verteilte Material unter morphologischen Gesichtspunkten zu vereinigen, in der Hoffnung, daß die Ergebnisse eigener Beobachtung an dem Aufbau der in Angriff genommenen Abhandlung diesen und jenen fördernden Anteil nehmen möchten.

### Eigene Beobachtung:

Zwecks eigener Beobachtung besuchte der Verfasser in der Zeit vom 12. August bis zum 1. Oktober 1906 folgende Partien der Deutschen Ostseeküste:

#### a) Westlich Warnemünde.

a) Zu Fuß: Die Mecklenburgische Küste mit Ausnahme der Insel Poel und der östlichen Binnenpartien der Wismarschen Bucht. Das Brothener Ufer westlich von Travemünde.

Die Nordküste der Insel Fehmarn.

Die Küstenpartien westlich von Heiligenhafen.

Die inneren Partien der Kieler Förde, der Eckernförder Bucht, der Flensburger Förde, ferner die Geltinger Bucht.

β) Mit dem Küstendampfer: Die Kieler Förde, die Schlei, die Flensburger Förde, den Alsensund und die Alsenförde, die Haderslebener Förde.

### b) Östlich Warnemünde.

a) Zu Fuß:

1. Die Mecklenburgische Küste bis zum Darß, die Außenküste der Halbinsel Darß.
2. Die Außenküste von Jasmund auf Rügen.
3. Die Außenküste von Usedom zwischen Kossrow und Swinemünde.
4. Die Küste von Hinterpommern zwischen dem Leuchtturme von Scholpin und Leba.
5. Die Danziger Bucht zwischen Oxhöft und Zoppot.
6. Die Samländische West- und Nordküste zwischen Palmnicken und Kranz.
7. Die Kurische Nehrung zwischen Rossiten und Schwarzort.

β) Mit dem Küstendampfer:

1. Die Ostküste von Rügen.
2. Das Stettiner Haff.
3. Die Binnenseite der Kurischen Nehrung zwischen Kranz und Memel.

γ) Mit der Haffbahn:

Die Binnenküste des Frischen Haffes zwischen Elbing und Frauenburg.

## A. Die horizontale Gliederung.

### a) Die allgemeine Charakteristik des Horizontalumrisses.

Rechnen wir hier das nördlich der dänischen Inseln gelegene Kattegatt als ein für sich bestehendes Zwischenmeer nicht zum Bezirke der Ostsee, so ist die Deutsche Ostseeküste der südliche Bogenrand des mit seiner Hauptachse gegen N gekehrten Binnenmeersystems, welches sich nach den üblichen Bezeichnungen aus der Ostsee und dem Bottnischen Meerbusen zusammensetzt. Dadurch, daß dieses band- oder schlauchartig von N gegen S verlaufende Binnenmeer noch in seinem südlichen Teile mit seiner Hauptachse gegen W in den Bereich der inselreichen Beltsee umbiegt, gewinnt die Deutsche Ostseeküste durch die ostwestliche Längserstreckung dieses südlichen Teilmeeres eine beträchtliche Längenausdehnung.

Die Endpunkte der Deutschen Ostseeküste, welche im W die Grenze gegen Dänemark, im O die Grenze gegen Rußland bezeichnen, bestimmen sich auch bezüglich ihrer geographischen Breite als zwei merkwürdige Fixpunkte. Der westliche Endpunkt befindet sich an der Stelle, wo der schmalste Verbindungsarm mit dem Kattegatt, der Kleine Belt, nur noch durch eine Breite von 10 km das Schleswig-Holsteinsche Festland von der dänischen Insel Fühnen scheidet, während wir an der östlichen Grenze gegenüber Nimmersatt die größte Breite der gesamten Ostsee antreffen. Die Entfernung zwischen Nimmersatt und der Ostküste Schonens beträgt rund 210 km. Zwischen diesen Grenzpunkten erstreckt sich der Verlauf der Deutschen Ostseeküste in einem allgemein gegen S gekehrten Bogen, dessen Einzelverlauf wiederum die mannigfachsten Richtungen und Spezialgliederung aufweist.

Den ersten Einblick in die Gliederung dieser bogenartig verlaufenden Küstenstrecke erhalten wir dadurch, daß wir die geradlinige Entfernung seiner Endpunkte mit dem einfachsten Bogenverlauf vergleichen. Den einfachsten Bogenverlauf legen wir am geeignetsten durch die Mitten der großen Buchten und Landvorsprünge, indem hierdurch die Einzelkrümmung der Buchten und Vorsprünge vorläufig ausgeschaltet wird.

Durch die Verbindung der nachfolgenden Punkte würden wir dann den einfachen gegen S gekehrten Bogenverlauf erhalten:

Heilsminde—Kekenis—Alsen—Hohwacht—Dahmeshöft—Rostock—Greifswald—Kolberg—Zoppot—Pillau—Kranz—über die Kurische Nehrung—Memel—Nimmersatt. Diese Strecke beträgt rund 900 km, während der geradlinige Abstand zwischen Heilsminde und Nimmersatt mit Berücksichtigung der Erdkrümmung rund 720 km beträgt. Dadurch ergibt sich zwischen Bogen und Sehne ein Unterschied von etwa 180 km, welchen wir als den Gliederungsüberschuß des einfachen Bogenverlaufes bezeichnen können.

Die mathematische Grundgestalt dieses Bogens weist eine starke Krümmung an den beiden Enden gegen N auf, etwa bei Hohwacht und bei Kranz; der größere mittlere Teil zwischen diesen beiden Punkten zeigt eine sanft, fast geradlinig erscheinende Krümmung.

## **b) Die Horizontalgebilde größten Maßstabes: die großen Buchten und Landvorsprünge.**

Die großen Buchten und Landvorsprünge ordnen sich in dem allgemeinen Bogenverlauf von W nach O wie folgt ein:

- I. Der Landvorsprung der Insel Alsen.
- II. Die Kieler Bucht.
- III. Der Landvorsprung der Halbinsel Wagrien und der vorgelagerten Insel Fehmarn.
- IV. Die Mecklenburger Bucht.
- V. Der Landvorsprung von Neu-Vorpommern und der vorgelagerten Insel Rügen.
- VI. Die Pommersche Bucht.
- VII. Der Landvorsprung von Pommerellen.

VIII. Die Danziger Bucht.

IX. Der Landvorsprung des Samlandes.

X. Die Bucht zwischen der nordsamländischen Küste und dem Memeldelta, deren innerer Teil durch die Kurische Nehrung als Kurisches Haff von dem offenen Meere getrennt ist.

Charakteristisch für die drei westlichen Landvorsprünge ist, daß sie entweder selbst von einer Insel gebildet werden oder wenigstens eine solche vorgelagert haben, während die beiden östlichen davon befreit sind.

Nehmen wir den neuvorpommerschen Landvorsprung als Grenze zwischen den östlichen und westlichen Bogenteilen an, so zeigen sich die westlich gelegenen Landvorsprünge und Buchten durch ihre Kleinheit vor den östlicheren aus, und zwar so, daß das Verhältnis etwa 1 : 2 bleibt. Die langgestreckte Pommersche Bucht hat etwa die doppelte Länge der Kieler Bucht bei gleicher Breite, und die halbkreisförmige Danziger Bucht und die rechtwinklige Kurische Bucht haben bei gleicher Länge etwa die doppelte Breite der schmalen Mecklenburger Bucht.

Unterschiedlich ist auch die bedeutend reichere Einzelgliederung der westlichen Buchten und Vorsprünge gegenüber den einfachen Bogenformen der östlichen Küste.

Um zu einer Einsicht in die Küstenlänge mit ausschließlicher Berücksichtigung dieser Gliederungsgebilde größten Maßstabes zu gelangen, können wir den einfachsten Bogenverlauf weiterhin in fünf Teilbogen mit zwei kleinen schwach seewärts gekrümmten Zwischenstücken zerlegen.

Richten wir den Verlauf dieser Bogenteile wieder so ein, daß sie nach Möglichkeit durch die Mitten der Vorsprünge und Buchten untergeordneten Maßstabes gehen, so erhalten wir:

1. Für den Bogen: Heilsminde—Sonderburg— Holtenua—Hessenstein a. d. Hohwach- bucht—Heiligenhafen—NW-Spitze von Fehmarn . . . . .	187,50 km
2. Für das Zwischenstück: NW-Seite Fehmarn	23,13 „
3. Für das Bogenstück: NO-Spitze Fehmarn—	
Übertrag	210,63 km

	Übertrag	210,63 km
	Neustadt, im Bogen der Neustädter Bucht nach Travemünde, Heiligendamm—Bodstedt in Vorp.—Kap Arkona a. Rügen .	261,25 „
4.	Für das Bogenstück: Kap Arkona—Binz—S-Perd auf Mönchgut im Bogenverlauf der Außenküste Usedom, durch die inneren Partien der Swinemünder Bucht—Stolberg—Rügenwalde—Leba . . . . .	337,50 „
5.	Das Zwischenstück Leba—Rixhöft . . . . .	50,25 „
6.	Das Bogenstück: Rixhöft—Putzig—Danzig—im Bogen der Frischen Nehrung nach Brüsterort . . . . .	187,50 „
7.	Brüsterort, längs der N-Küste von Samland im Bogen über Labiau nach Memel . . .	170,— „
		1 217,13 km
		= rund 1 220,— „

Sämtliche Teilbogen und Zwischenstücke sind als einfach glatte mit ihren Krümmungen dem Festlande zugekehrten Kurven gedacht. Aus dem Längenbetrage dieser Teilbogen ergibt sich eine Gesamtlänge, welche den geradlinigen Abstand der Endpunkte bereits um 500 km übertrifft und den einfachen Bogenverlauf um 320 km.

Aus dem Umstande nun, daß die Teilbogen in dem landeinwärtsgekehrten Hauptbogen gelegen sind, ergibt sich der verhältnismäßig kurze Verbindungsweg über das Meer hin von irgendeinem Punkte des inneren Bogenteiles nach einem Punkte der beiden Bogenenden.

Eine kurvimetrische Vermessung der gesamten Küstenlinie auf einer Karte größeren und einheitlichen Maßstabes, wie wir sie zurzeit in den topographischen Landkarten, nicht aber in den Seekarten besitzen, würde den Betrag der Küstenlänge noch um ein bedeutendes Stück vermehren.

In der Arbeit über den zimbrischen Küstentypus von Paul Jordan<sup>1</sup> ist z. B. die Schleswigsche Küste auf diesem genaueren Wege vermessen. Sie erzielt dort eine Länge von

<sup>1</sup> Paul Jordan, Der zimbrische Küstentypus, Inaug.-Diss., Leipzig 1903.

663 km. Das beweist uns, daß auch die Gesamtlänge der Küste namentlich durch die reichgegliederte Küste von Vorpommern und Rügen die oben ermittelte Länge noch bei weitem übertreffen wird. Der hierbei erlangte Krümmungsüberschuß wird jedoch nicht mehr der oben angeführten Kürze des Verbindungsweges zwischen weiter entfernten Punkten des Hauptbogens zugute kommen.

Dagegen werden innerhalb der einzelnen Buchten die auf dem Landwege nur durch Umwege verbundenen Küstenpunkte auf dem Seewege durch kurze geradlinige Entfernungen zu erreichen sein.

Ein treffliches Beispiel geben hier die Förden Schleswig-Holsteins.

### c) Der Küstensaum im Anschluß an den allgemeinen Bogenverlauf der Küste.

Zu beiden Seiten des allgemeinen Bogenverlaufes können wir uns die Grenzen des Küstensaumes so gezogen denken, daß seine äußere Grenzlinie die äußersten Punkte der Landvorsprünge und seine innere Grenzlinie die innersten Winkel der Buchten verbindet. Der landwärts gelegene Rand dieses Saumes würde eine dem allgemeinen Bogenverlauf ähnliche Kurve abgeben, während der meerwärts gekehrte Rand durch den weiten Vorsprung der Insel Rügen gegen das Meer hin eine seewärts gekehrte Ausbiegung erhalten würde.

Dieser Saum enthält dann in dem umfassenden Sinne Ratzels<sup>1</sup> jene Mannigfaltigkeit von Formen und wirkenden Kräften, welche die Gesamtheit aller morphologischen Kriterien des Küstenbegriffes umfaßt. In ihm befinden sich alle Buchten größten Maßstabes bis zu den kleinsten Einschnitten hin, in ihm liegen die großen Landvorsprünge, die Halbinseln und die dem Festlande benachbarten Inseln, er birgt die Küstenseen, die Haffe und Bodden, die Förden und Wiiks. Hier ist das Schauspiel der Meeresbrandung. Die Nehrungen und die Dünen, der Strand und die Meereshalde, Steilküsten einfachster und

---

<sup>1</sup> F. Ratzel, Die Erde und das Leben I 369.

zierlichster Art bis zu solchen mit über 100 m hohen Steilwänden von oft terrassenförmigem Aufbau, alle diese Gebilde sind das unvollendete und sich ständig wandelnde Werk des Windes und der Wellen.

Die Breite dieses Saumes ist gemäß der Dimension der Buchten nach der Mitte zu am größten (120 km), nach den Enden hin am schmalsten, im Westen 30 und im Osten 70 km.

#### **d) Der Saum der großen Buchten und Landvorsprünge: die Horizontalgebilde mittleren Maßstabes.**

Sobald wir für die Definition des Küstensaumes dasjenige Kriterium nicht für nötig erachten, welches den Einschluß der großen Buchten und Landvorsprünge in den Saumbereich fordert, können wir die Küste auch als den Saum der großen Buchten und Landvorsprünge definieren. Bei der Deutschen Ostseeküste verdient in der Tat diese Definition des Küstensaumes vor der oben angeführten ganz allgemeinen den Vorzug. Denn hierdurch wird der Einschluß von größeren Festlandmassen vermieden, wie sie uns in dem Landvorsprünge von Vorpommern und Pommern entgegenreten. Dieser Saum enthält dann noch alle Horizontalgebilde mittleren Maßstabes. Diese sind es, welche an der Deutschen Ostseeküste die größte Mannigfaltigkeit in ihrer horizontalen Gestaltung aufweisen. Wir können diese Mannigfaltigkeit an Formen in zwei Haupttypen sondern, die Doppelküste und die einfache Küste.

##### **a) Die Doppelküste.**

Alle drei Unterabteilungen der Doppelküste sind auch an der Deutschen Ostseeküste vertreten: die Insel-, Halbinsel- und Landbrückendoppelküste.

Als solche Insel- und Halbinseldoppelküste müssen wir

##### **1. Die Boddenküste**

von Vorpommern und Rügen ansehen. Rügen und Usedom-Wollin bilden mit den zwischen ihnen und dem Festland eingeschalteten Bodden und Haffen eine ausgesprochene Inselküste,

während Darß-Zingst und im NO von Rügen Jasmund und Wittow den Typus der Halbinseldoppelküste vertreten.

Für diese Doppelküste in ihrer Sondereigenschaft als Boddenküste sind dann folgende Charaktereigenschaften maßgebend: Einer einfachen, glatten oder gebuchteten Außenküste entspricht eine gelappte Binnenküste von außerordentlichem Formenreichtum.

Um diesen Formenreichtum weiter zu definieren, können wir entweder seine Regellosigkeit als charakteristisches Merkmal bezeichnen oder vereinzelt Grundzüge hervorheben, welche trotz aller Regellosigkeit die Formen der einzelnen Lappen wieder zu einer gemeinsamen Gruppe zusammenstellen (vgl. Top. Übersichtsk. Bl. 12, 13, 26, 27, 44, 45). Gemeinsam ist fast allen Lappen, daß sie sich mit ihrer Längsachse quer zur Längsachse der Bodden stellen (Darß, Zingst und westliches Rügen), oder dort, wo die Bodden mehr rundliche Gestalt aufweisen, mit ihrer Längsachse der Mitte der Bodden zustreben (Greifswalder Bodden, Achterwasser). Unter den Lappenformen können wir ferner zwei verschiedene Grundtypen unterscheiden, welche dann kombiniert einen dritten Typus ergeben.

Typus a charakterisiert eine kopfähnliche Verbreiterung gegen das Ende der Halbinsel hin: Er ist vertreten

an der Binnenküste von Darß und Zingst durch die Halbinseln: Bresewitz, Barhöft;

an der Westküste von Rügen: Lischow;

am Strelasund: Devin;

am Greifswalder Bodden: Groß-Zicker, Klein-Zicker, der Struck, Redewitzer Höft;

am Achterwasser: Wolgaster Ort, Usedomer Winkel, Lieper Winkel.

Typus b ist im Gegensatz zu Typus a durch die nadel förmige Zuspitzung der Enden ausgezeichnet. Er ist vertreten

an den Bodden von Darß und Zingst durch die Halbinseln: Born, Nadelhaken von Bliesenrade, Fahrenkamp;

an der Westküste von Rügen: Gellen, Entendorn, Bug, Teschwitz;

am Greifswalder Bodden: Glewitz;

an der Binnenküste von Usedom: Granitz.

Typus c zeigt dann noch den nadelförmigen Ansatz an dem kopfähnlichen Mittelglied. Er ist vertreten

an den Bodden von Darß und Zingst durch die Halbinseln:

Michaelsdorf;

am Strelasund: Drigge;

an der Binnenküste von Wollin: Roof;

am Greifswalder Bodden: Zudar, Insel Vilm.

Was endlich die Verteilung dieser lappenförmigen Binnengliederung anbetrifft, so erstreckt sich diese auf die beiden Arten der Binnenküsten, d. h. sowohl auf die Binnenküste des Küstenvorlandes als auch auf die Festlandbinnenküste.

## 2. Die Haffküste.

Ein Vergleich der Haffküste der beiden Provinzen Preußen mit der Boddenküste Vorpommerns zeigt uns den Unterschied dieser dritten Gattung der Doppelküste. Während bei der Boddenküste das Vorland sowohl an Größenareal als auch an Reichtum der Gliederung in keiner Beziehung dem zwischen ihm und dem Festlande gelegenen Bodden nachsteht, ergibt sich das Küstenvorland der preußischen Haffe als eine schmale Küstenlandbrücke, welche sowohl an Areal hinter den Haffen als auch an Mannigfaltigkeit der Gliederung weit hinter der festländischen Binnenküste zurücktritt.

Das Küstenvorland der Putziger Nehrung, der Kurischen und Frischen Nehrung besteht aus einem durchschnittlich 1—2 km schmalen Saume mit annähernd parallelen Rändern. Während der Außenrand vollkommen glatt ist, entbehrt die Innenküstenlinie des Vorlandes nicht der Einförmigkeit, indem kleine hakenartige Vorsprünge mit einem geraden Küstenverlaufe regelmäßig abwechseln. Dagegen ist die ihnen gegenüberliegende Binnenküste des Festlandes reicher gegliedert durch kleinere und größere Buchten von verschiedener Breite und Länge (vgl. D. Admir.-K. Nr. 51, 45).

Vor allem aber überwiegt das Areal der Haffe gegenüber dem des vielfach schmaleren Vorlandes um einen bedeutenden Betrag. Dieser Umstand berechtigt die Bezeichnung dieser Doppelküste als Haffküste, indem das abgeschlossene Binnengewässer gegenüber dem Küstenvorland als der bei weitem wichtigere Teil erscheint.

Das schmale wenige Kilometer breite Küstenvorland mit den annähernd parallelen Rändern trägt den Namen „Nehrung“. Die Nehrungen treten an der Deutschen Ostseeküste in sämtlichen drei Unterklassen auf, nämlich als Insel, Halbinsel und Landbrückennehrung. Auch das Vorland der Vorpommerschen Boddenküste weist streckenweise den Charakter einer Nehrung auf. Aber dieser tritt hier in dem allgemeinen Charakterzuge des Vorlandes vor dessen breiteren und unregelmäßig geformten Partien so weit in den Hintergrund, daß er für die Definition des Boddencharakters nicht maßgebend ist. So müssen wir die westlich von Rügen gelegene Insel Hiddensee als eine solche Nehrungsinsel ansehen, und ferner stellen die bogenförmigen Küstenlandbrücken der Schaabe und Schmalen Heide des nordöstlichen Rügen ebenfalls Nehrungen vor. Für eine Halbinselnehrung liefert die Putziger Nehrung ein gutes Beispiel, während die Kurische und Frische Nehrung als Landbrückennehrungen typischer Ausbildung anzusehen sind. Die schmalen Wasserstraßen, welche an den Nordenden dieser beiden Nehrungen bei Pillau und bei Memel das Haff mit dem Meere verbinden, stehen zu der Gesamtlänge der Nehrungen in einem derartig kleinen Verhältnis (etwa 1 : 80), daß wir deswegen die beiden Nehrungen keineswegs als Halbinselnehrungen charakterisieren können. Während der Begriff „Nehrung“ wissenschaftlich fixiert ist, ist die Bezeichnung „Haff“ nach den an der Deutschen Ostseeküste üblichen Bezeichnungen noch eine ziemlich willkürliche.

Das Stettiner „Haff“ z. B. unterscheidet sich bezüglich seiner horizontalen Gliederung wesentlich von den beiden östlich gelegenen Haffen, dem Kurischen und dem Frischen.

Ebenso sind die Haffe kleineren Maßstabes an der Schleswig-Holsteinischen Küste (z. B. das Hörup-Haff) wesentlich von den vorerwähnten Haffen verschieden, indem sie meistens offene Buchten untergeordneten Maßstabes vorstellen. Dieser Unterschied wird dann außerdem noch durch genetische Momente vergrößert. Philippson hat die Haffe einheitlich zu definieren gesucht<sup>1</sup>. Indessen scheint seine Definition keineswegs glücklich,

---

<sup>1</sup> A. Philippson, Über die Typen der Küstenformen, Richthofen, Festschrift 6 ff., Berlin 1893.

da er dem Charakter des Küstenvorlandes zu wenig Beachtung schenkt. Wir müssen den Begriff „Haff“ mit dem Begriffe „Nehrung“ verknüpfen und als ein Haff im weitesten Sinne dasjenige Binnengewässer bezeichnen, welches durch eine Nehrung vom Meere abgetrennt ist. Diese Abtrennung muß in dem Grade vollendet sein, daß der Charakter der Nehrung als Landbrückennehrung gesichert ist.

Demgemäß müssen wir (hier auch in Übereinstimmung mit der Definition Philipppsons) die Bezeichnung „Haff“ für das Stettiner Haff und für die kleineren Haffe der Wismarschen Bucht und der Schleswig-Holsteinischen Küste zurückweisen, um obigen Begriff für eine wissenschaftliche Definition brauchbar zu machen.

Das Stettiner Haff reiht sich ungezwungen dem Boddencharakter Vorpommerns ein, während wir die übrigen kleinen Haffe ebenso ungezwungen teilweise als Bodden definieren können, teilweise als Buchten der Hauptabteilung der einfachen Küste zuweisen müssen.

Ebenso wie das Wort „Haff“ hat auch das Wort Wiek keine einheitliche Bedeutung.

Vergleicht man die Putziger Wiek mit den Wieks des östlichen Rügen (Tromper Wiek, Prorer Wiek) und den kleineren Wieks von Schleswig-Holstein, so haben sie nur dasjenige Moment gemeinsam, dass sie sich dem sonst in der Wissenschaft gebräuchlichen Begriffe Bucht gleichstellen, für welchen hier die Lokalbezeichnung „Wiek“ in willkürlicher Auswahl verwandt ist.

Die Putziger Wiek gibt hier das einzige Beispiel, wo eine Meeresbucht einseitig gegen das Meer hin durch eine Halbinselnehrung begrenzt ist.

### 3. Die Inselküste und die Sunde.

Vergleichen wir die Inseln Rügen und Usedom-Wollin ungeachtet ihres Boddencharakters mit den Inseln Fehmarn und Alsen, so sind alle diese Inseln dadurch ausgezeichnet, daß sie nur durch schmale Wasserstraßen vom Festlande getrennt sind. Dieser Umstand sichert vom horizontalen Gesichtspunkt ihren Charakter als Küsteninseln und gleichzeitig ihre Zugehörigkeit

zum Küstensaum. Im übrigen unterscheiden sich die Inseln Usedom und Wollin dadurch von den übrigen drei deutschen Ostseeinseln, daß die trennenden Wasserstraßen nicht wie bei jenen das Meer mit dem Meere verbinden, sondern stets das Meer mit dem Haff.

Die Verbindungsstraßen zwischen den Teilen des offenen Meeres bezeichnen wir als „Sunde“.

Auf solche Weise fungieren der Strelasund, der Fehmarnsund und der Alsensund.

Der Strelasund verbindet die westlich und östlich von Rügen gelegenen Boddengewässer, der Fehmarnsund, zwei von der Insel Fehmarn und der Halbinsel Wagrien gebildete Buchten, und der Alsensund verbindet die Flensburger und die Alsenförde. Alle die durch Sunde verbundenen Bodden, Buchten und Förden stehen wiederum in offener Verbindung mit dem Meere.

### β) Die einfache Küste.

#### 4. Die Förden.

Die Schleswig-Holsteinische Küste ist der vorzügliche Typus einer Fördenküste. Die Förden sind ihrer horizontalen Gliederung nach bereits durch Ratzel des näheren definiert.

Es sind schmale in das Land einschneidende Buchten mit nahezu parallelen Seitenrändern. Gegen das Land hin laufen sie entweder in schmale Zuspitzungen (Kieler Förde, Flensburger, Augustenburger, Gjerner Förde) oder in halbkreisförmigen Rundenden aus (Apenrader Förde und Ekerneförde Schlei, Haderslebener Förde, Heilsminder Förde).

Mit den hydrographischen Gebilden des Festlandes verglichen, charakterisieren sich diese

1. als Flußförden (Haderslebener Förde und Schlei);
2. als Flußseeförden (sämtliche übrigen Förden).

Für diese Charakterisierung nach dem Horizontalumrisse kommt einmal ihre Breite und zweitens ihr Verhältnis von Länge und Breite in Betracht.

Die Flußförden sind durchschnittlich nicht breiter als 1 km, die Haderslebener Förde hat nur eine durchschnittliche Breite

von 0,4 km, während die Schlei nur in ihrem unteren Laufe zwischen Arnis und Rabelsund dieselbe Enge beibehält.

Die Breite der anderen Förden wechselt zwischen 2—4 km, eine Breite, welche auch den größeren Flußseen des norddeutschen Flachlandes zu eigen ist (Ratzeburger, Kummerower, Malchiner See in Mecklenburg; der Zarnowitzer See in Pommern).

Das Verhältnis von Länge zur Breite liegt bei den Flußförden zwischen 40 : 1 (Schlei) und 30 : 1 (Haderslebener Förde), bei den Flußseenförden zwischen 30 : 1 (Flensburger Förde) und 2 : 1 (Heilsminder und Gjerner Förde).

Ratzel macht dann weiter die Verzweigung der einzelnen Buchten als Charaktereigenschaft der Förden geltend.

Demgegenüber muß betont werden, daß die meisten deutschen und auch dänischen Förden der Ostseeküste, abgesehen von kleinen Seitenbuchten, keinerlei Abzweigungen aufweisen.

Nur die Alsenförde verzweigt sich in die Augustenburger Förde und den Alsensund, wobei letzterer als Durchgangstraße seinen eigentlichen Fördencharakter einbüßt.

Abgesehen von der Flensburger Förde zeichnen sich die übrigen Förden durch ihre einfach-geradlinige Längsachse aus.

Die Flensburger Förde erhält auf der Hälfte ihrer Längserstreckung einen rechtwinkligen Knick gegenüber der Halbinsel Hollnß, wodurch der Eindruck einer Doppelförde hervorgerufen wird. Letztere Auffassung erhält durch später zu erörternde Tiefenverhältnisse eine wesentliche Unterstützung.

Die gradlinigen Längsachsen der Förden weisen darum mit Ausnahme der Alsenförde eine annähernd parallele Richtung auf. Sie sind sämtlich nach NNO bis NO gerichtet<sup>1</sup>. Die Längsachse der Alsenförde und der äußeren Flensburger Förde stehen nach SO senkrecht zu der Richtung der anderen Förden.

Die Insel Alsen bildet mit dem gegenüberliegenden Festland eine Doppelküste, an deren Innenküste sich die Förden und Buchten dem Typus der Inselküste unterordnen. Daher weisen diese inneren Küstenpartien einen außerordentlichen Reichtum an Gliederung auf (vgl. D. Admir.-K. Nr. 40).

<sup>1</sup> Vgl. Top. Übersichtsk. des D. R. Nr. 4, 10, 23.

Demgegenüber zeigt die Außenküste Alsens einen ungebuchteten glatten Verlauf.

#### 5. Die Rundbuchten.

Abgesehen von der Putziger Wiek, welche am westlichen Eingange der Danziger Bucht durch die Putziger Nehrung einen langgestreckten Charakter erhält, stellen sich sämtliche übrigen Buchten mittleren Maßstabes als Rundbuchten dar.

Als eine typisch ausgebildete Buchtenküste haben wir den östlichen Rand der Kieler Bucht und den südlichen Rand der Mecklenburger Bucht anzusehen (vgl. Top. Übersichtsk. Nr. 24, 41, 25).

Die halbkreisförmige Gestalt der Buchten weist meistens eine geringe Spezialgliederung auf. Eine Ausnahme hiervon ist die Wismarsche Bucht, deren westlicher Teil wiederum in Rundbuchten kleinen Maßstabes zerfällt, deren östlicher Teil als eine fein geprägte Boddenküste zu betrachten ist.

Die übrigen Buchten haben die einfache Halbkreisform. Zu ihnen gehören:

Die Neustädter Bucht, die beiden Buchten zwischen Fehmarn und der Halbinsel Wagrien, ferner die Hohwachtbucht, die Swinemünder Bucht als innerster Teil der großen Pommerischen Bucht, die Tromper und Prorer Wiek an der NW-Seite Rügens.

Alle diese Buchten repräsentieren im mittleren Maßstabe (Durchmesser zwischen 10—22 km), was die Danziger Bucht als einziges derartiges Gebilde größten Maßstabes (Durchmesser 100 km) vorstellt.

#### 6. Die glatte Küste.

Während wir die Deutsche Ostseeküste ihrem Gesamtcharakter nach als gebuchtete Küste auffassen müssen, läßt wiederum die Betrachtung der einzelnen Teilstrecken für sich den Charakter eines glatten Küstenverlaufes erkennen.

Die Hinterpommersche Küste als östlicher Teil der Pommerischen Bucht gibt hier das beste Beispiel eines glatten Küstenverlaufes. Um für eine solche Küste eine den übrigen Küstenstrecken entsprechende Saumbreite festzustellen, reicht die

bisher geübte Methode nicht mehr aus, da Horizontalgebilde mittleren Maßstabes gänzlich fehlen. Die einfachste Methode, hier einen Küstensaum festzustellen, welcher etwa an Breite dem des westlichen Doppelküstensaumes der Vorpommerschen Küste entspräche, wäre die Festlegung der Saumgrenze nach dem Küstenlinienabstande, eine Methode, die von C. Rohrbach<sup>1</sup> des weiteren systematisch behandelt ist.

Fällt dann die so berechnete Saumgrenze außerdem noch mit einer merkwürdigen Leitlinie etwa mit Isohypsen und Isobathen von gleichem Tiefen- resp. Höhenbetrage zusammen, so wird auch der Küstensaum einer glatten Küste dadurch an Bedeutsamkeit gewinnen.

Bei der Hinterpommerschen Küste ist in der Tat eine solche Saumbestimmung möglich, da sich das Küstenland vom Baltischen Landrücken her allmählich gegen die Küste hin senkt. Die Abstufung ist hier am natürlichsten durch eine Reihe von alten Glazialtälern charakterisiert, welche sich zwischen dem Baltischen Höhenzug und der Küstenlinie mehr oder weniger parallel zu dieser anordnen. Auch die Isobathen des Meeres laufen der Küste hier annähernd parallel. Daraus ergibt sich endlich ein Küstensaum zwischen der 30 m Isobathe und derjenigen Saumlinie, welcher durch die Glazialstrecken der Völzer, Muglitz, Hasselbach, Radue, Grabow, Wipper, Schuttow und Rega angegeben ist<sup>2</sup>.

Außer der Hinterpommerschen Küste gibt es noch eine Reihe kürzerer Strecken der Deutschen Ostseeküste, welche ebenfalls das Gepräge eines glatten und einfachen Küstenverlaufes aufweisen. Hierher gehört die Mecklenburgische Küste zwischen dem Wurzelende der Halbinsel Wustrow und der Halbinsel Fischland (vgl. D. Admir.-Karte Nr. 69).

### e) Die Horizontalgebilde kleinen Maßstabes.

Im Saume der Horizontalgebilde mittleren Maßstabes finden wir endlich die Horizontalgebilde kleinen und kleinsten Maßstabes.

<sup>1</sup> C. Rohrbach, Über mittlere Grenzabstände, *Pet. Mitteil.* (1903) 92.

<sup>2</sup> Vgl. auch K. Keilhack, *Geol.-Morph. Übersichtsk. der Prov. Pommern*, *Jahrb. der Preuß. Geol. Landesanst.* 90, Berlin 1899.

Einerseits wiederholen sich bei diesen die bereits vorgeführten Typen der größeren Horizontalgebilde, andererseits treten diese vor neu hinzukommenden Formen gänzlich in den Hintergrund.

Die Formen der Doppelküste als Boddenküste finden wir hier nur an einer Stelle wieder, nämlich in dem östlichen Teile der Wismarschen Bucht. Die Insel Poel und die Halbinsel Wustrow bilden hier das Boddenvorland. An der Binnenküste herrschen auf der Seite des Boddenvorlandes die zugespitzten Lappenformen vor (Typus b), während auf der Festlandseite der kopfähnlich abgerundete Typus a durch die kleine Halbinsel „Werder“ vertreten wird.

Für den Charakter der Doppelküste als Haffküste finden wir in der Hinterpommerschen Küste ein typisches Beispiel. Die rundlich geformten, mit der Längsachse der Küste parallelen Strandseen haben dasselbe Küstenvorland wie die großen preußischen Haffe. Denn während das Areal dieser Seen um ein Vielfaches hinter dem des Kurischen und Frischen Haffes zurücktritt, bleibt die Breite der Nehrungen annähernd dieselbe ( $\frac{1}{2}$ —2 km).

Im einzelnen zerstreut finden sich diese Haffseen an der ganzen westlichen Deutschen Ostseeküste, ohne jedoch der Küste wie in Hinterpommern ein besonderes Gepräge zu verleihen. Hierher gehören (vgl. Top. Übersichtsk. des D. R. Bl. 4, 10, 23, 24, 25, 41)

an der Mecklenburgischen Küste: Der Breitling, der Konventer See,

an der Lübischen Küste und Holsteinischen Küste: Die Pötenitzer Wiek, der Hemmeldorfer See, Grubersee, Große Binnensee, Barsbecker See, die Seen an der W- und N-Küste von Fehmarn,

an der Küste von Schleswig: Der Schwansee, der Schleisee, der Bankeldamm.

Während sich die Mehrzahl dieser Seen mit ihrer Längsachse der Küste parallel stellen, stehen der Hemmeldorfer See und der Wesseker See mit dieser senkrecht zu ihr. Dieselbe Lage zur Küste hat auch der langgestreckte Zarnowitzer See an der Küste von Pommerellen.

In dem einfachen Küstenverlaufe wiederholt sich der Typus der Rundbuchten.

Solche Rundbuchten von gut ausgebildeter Halbkreisform besitzen wir in dem westlichen Teile der Wismarschen Bucht.

Dieselbe Horizontalform hat die Geltinger Bucht vor dem Südeingange der Flensburger Förde und die Sandwiggbucht an dem Kleinen Belt (vgl. Top. Übersichtsk. Nr. 4).

Eine mehr längliche Form mit abgerundetem Hintergrunde haben der Wennigbund vor dem Nordeingange der Flensburger Förde und die kleine Sandwiekbucht an der Alsenförde (Top. Übersichtsk. des D. R. Nr. 10 und 4). Diese leiten allmählich zum Typus der Fördenküste über.

### Die Limane.

In bezug auf ihren Horizontalumriß sind die Limane lange schmale Buchten. Sie bilden die Fortsetzung von subaerischen Tälern, in denen mehr oder weniger bedeutende Flüsse den Limanen als ihren Mündungen zufließen.

Dadurch, daß die Breite der Limane diejenige der Flüsse um ein bedeutendes übertrifft, scheiden sich die Limane als eine besondere Art von Meeresbucht von dem Unterlaufe der Flüsse, der seinerseits dem Festland angehört.

Die Limane der Deutschen Ostseeküste sind die horizontalen Verlängerungen von vertorften Glazialtälern, aus welchen ihnen heute nur noch schmale Küstenflüsse zufließen (vgl. Top. Übersichtsk. Nr. 41, 25, 27, 44).

Die Längsachse der Deutschen Limane zeigt im Gegensatze zu der geradlinigen Achse der Förden eine einseitig hornartig gekrümmte Form.

Von ihnen weisen der Liman der Trave und Warnow die schmalste flußähnlichste Gestalt auf. Ihre Breite beträgt 0,6 bis 0,7 km. Sie münden beide in einen breiteren Küstensee, der durch eine Nehrung von der Außenküste abgeschlossen ist, hier der Breitling und dort die Pötenitzer Wiek.

Die beiden anderen Limane, der der Regnitz und Peene, weisen vor allem in bezug auf ihre Breite eine bedeutende Dimension auf (1,5—2 km).

Dem entsprechen auch die breiten Anlagen der alten Glazialtäler. Beide Limane münden in breitere Boddenpartien, der Liman der Regnitz, welcher den Namen Ribnitzer Binnensee führt, mündet in den Saaler Bodden, der Peene-Liman in das Achterwasser zwischen Usedom und Vorpommern. Der Peene-Liman, welcher durch einen limanartigen Wasserarm mit dem Stettiner Haff in Verbindung steht, verliert durch seine Eigenschaft als Durchgangsstraße die abgeschlossene Form der vorhergehenden Typen.

Eine ähnlich einfache Gestalt wie der Ribnitzer Bodden besitzt auch der Liman des Ziese-Glazialtales, welcher als „Dänische Wiek“ östlich von Greifswald in den Greifswalder Bodden mündet (vgl. Top. Übersichtsk. des D. R. Bl. 27).

Die gebuchtete Küstenform findet außerdem noch an den Binnenküsten einen gut ausgebildeten Typus kleinsten Maßstabes. Dieses ist die bereits erwähnte Hakenküste an der Innenseite der großen Nehrungen. Ein solches Beispiel findet sich in dem nördlichen Teile der Kurischen Nehrung zwischen Nidden und Neegeln. Auch an dem Wurzelende der Halbinsel Hela ist dieselbe Form der Hakenküste gut ausgeprägt, weniger vollendet tritt sie an der Binnenküste der übrigen Nehrungsteile und Nehrungen auf (vgl. Admir.-K. Nr. 51 und 45 Maßstab 1 : 150000).

Mehr die Form einer feingelappten Küste zeigt der Deltarand der Weichsel an der westlichen Binnenküste des Frischen Haffes. Sie stellt gleichzeitig die feinste Prägung der gegliederten Deutschen Ostseeküste vor. Die mittlere Breite der Lappen beträgt 0,75 km, die der dazwischen liegenden Mündungsarme 0,15 km (vgl. Adm.-K. Nr. 51).

Die Formen der gelappten Binnenküste der Bodden wurden bereits im vorhergehenden Kapitel genauer festgestellt.

Die übrigen Binnenküsten weisen zumeist eine unregelmäßige Buchtenform auf. Rundbuchten wechseln mit spitzen Einschnitten, und runde Vorsprünge mit zugespitzten Halbinseln ab. Eine derartige Gliederung besitzen die Binnenküsten der Förden und Haffe, soweit sie nicht einer Nehrung oder einem Delta angehören. Hierzu rechnet die Binnenküste des Frischen Haffes (vgl. Admir.-K. Nr. 51), wo von den Buchtenarten die Rundbuchten vorherrschen, während die Vorsprünge bald

abgerundet bald zugespitzt sind. Die Außenküste nimmt dagegen stets die Formen eines glatten Küstenverlaufes an.

Als ein feiner Unterschied dieser glatten Küsten ergibt sich

- a) der Küstenverlauf in schwach gerundeten Bogen mit abgerundeten Vorsprüngen,
- b) die geradlinige Küste.

Diese geringfügigen Unterschiede in der Horizontalen sind wichtig, da sowohl die vertikale Gliederung als auch die Ursache der Gliederung im ganzen durch dieses eine Merkmal mit der Horizontalgliederung kleinsten Maßstabes zusammenhängen.

Ein gutes Beispiel für den Typus a liefert die Mecklenburgische Küste zwischen Travemünde und Boltenhagen (vgl. Top. Übersichtsk. Bl. 24, 41), während die Außenküste der Nehrungen in erster Linie den Untertypus der geradlinigen Küste darstellt (vgl. Adm.-K. Nr. 51, 45).

#### f) Die Dünenzone und der submarine Böschungssaum.

Wenig natürliche Grenzlinien finden sich an der Deutschen Ostseeküste, nach denen man einen sicheren Anhalt für die natürliche Begrenzung des engeren Küstensaaumes gewinnt.

Als einen solchen natürlichen Küstensaum müssen wir die Dünenzone gelten lassen, welche die Außenküste der östlichen Deutschen Ostsee auf weite Strecken hin begleitet. Ausgenommen sind nur: die Küste der Samländischen Halbinsel und kleinere Strecken der Hinterpommerschen Küste, die sich im horizontalen Küstenbilde durch ihre Lage an den sanften Bogenvorsprüngen kenntlich machen.

Im übrigen ist die gesamte Außenküste, welche hauptsächlich die Nehrungen umfaßt, von einem Dünengürtel begleitet, welcher die ziemlich konstante Breite von  $\frac{1}{2}$ —1 km aufweist (vgl. Behrendt, Geol. K. der Prov. Preußen, und Geol. Spezialk. von Preußen, Blatt Lanzig und Vitte, Saleske, Rügenwalde).

Der immer landeinwärts gekehrte Rand läuft ziemlich gleichmäßig mit der äußeren Küste parallel.

Dagegen ist die Verbreitung des Dünengürtels an der westlichen Ostseeküste ziemlich beschränkt. Er findet sich auf

den Nehrungen der kleinen Haffseen, an der Mecklenburgischen und Vorpommerschen Küste zwischen Warnemünde und dem östlichen Ende von Zingst. Nehmen wir diejenigen Küstenpartien aus, welche ein sogenanntes Dünensystem beherbergen (die Spitze der Halbinsel Darß und der Grenzsaum zwischen Usedom und Wollin), so weist der westliche Dünengürtel gegenüber dem östlichen eine wesentliche Verschmälerung auf (0,2 km an der Mecklenburgischen Küste und 0,1 km an der Holsteinischen Küste).

In der Eckernförder Bucht konnte der Verfasser endlich in ihren innersten Partien bei Altenhof eine Dünenbreite von 3–5 m feststellen.

Diesem Dünengürtel entspricht dann auf der Seite des Meeres eine Zone des submarinen Landabfalles. Während die Isobathen größerer Tiefen, wie z. B. die 10 m Tiefenlinie, sich bald der Küste nähern, sich bald in weiten Vorsprüngen von ihr entfernen, behält die Tiefenlinie von 5–6 m an den gesamten Außenküsten annähernd den konstanten Küstenabstand von  $\frac{1}{2}$  km. Das hierdurch begrenzte Land kann daher als der engere Saum des Küstenabfalles gegen das Meer hin bezeichnet werden.

#### g) Der Strandsaum.

Ein Strand fehlt nur an denjenigen Binnenküsten, an welchen phytogene Bildungen, Rohr, Schilf und Binsengewächse das eigentliche Festland durch einen sumpftartigen Untiefensaum von den Binnengewässern trennen.

In größerer Ausdehnung ist diese strandlose Küstenart auf die südwestliche Küste des Frischen Haffes beschränkt, wo das Weichsel-Nogat-Delta seine Arme gegen die Küste hin ausbreitet. Im übrigen ist die ganze Küste, abgesehen von einigen kleinen Partien der engen Förden, Limane und Bodden, im Besitze eines Strandes, der sich als ein schmaler Gürtel trennend zwischen Festland und Meer einschiebt.

Er ist das wichtigste Kriterium eines Küstensaumes jeder Breitendimension. Von ihm aus trägt man landeinwärts oder meerwärts die schmalen Saumgrenzen nach dem senkrechten Abstand ein. Er ist konstanter als die Küstenlinie, welche die

äußere Grenze dieses Saumes gegen das Meer hin bildet. Denn die Küstenlinie wechselt je nach der Windstärke und der Höhe des Wasserstandes. Diejenigen Grenzen aber, innerhalb deren die Küstenlinie außer bei den Sturmfluten ihre mannigfachen Lagen einnimmt, sind die Grenzlinien des Strandes.

Während also seine Grenzlinie gegen das Meer als die eigentliche Küstenlinie inkonstant erscheint, ist die Grenzlinie gegen das feste Land hin von größerer Konstanz. Sie läuft am Fuße der Dünen und Steilküsten entlang und verschiebt sich nur bei heftigen Stürmen um Bruchteile eines Meters landeinwärts oder meerwärts. Sie ergibt damit auch die Ausgangslinie, von der aus die Breite des Strandes gemessen werden muß.

Was die Strandbreite bei normalem Wasserstande der Pegel, und bei mäßigem (d. h. normalem) Wellengang anbetrifft, so schwankt dieselbe an der Deutschen Ostseeküste zwischen einer mittleren Breite von 50 m und einer solchen von ( $1\frac{1}{2}$  bis 2) Metern.

Die Binnenküsten weisen im ganzen keine größere Strandbreite auf als solche von 4—5 m. Diese finden wir an den großen Haffen. An der Binnenküste der Gebilde kleineren Maßstabes beträgt die Strandbreite nicht mehr als 1—2 m (z. B. am Salzhaff der Wismarschen Bucht und an den inneren Partien der großen Förden).

Dagegen wechselt die Strandbreite der Außenküste zwischen einer Breite von 4—50 m.

Die größte durchschnittliche Breite von 40—50 m treffen wir auf den Nehrungen von Hinterpommern und Preußen an.

Durch eine Außenküste von 5—10 m Breite sind nur wenige kurze Strecken der Deutschen Ostseeküste ausgezeichnet. Sie liegen an den Steilküsten oder Landvorsprüngen größeren Maßstabes oder an den äußeren Randteilen der größeren Buchten (die NO-Ecke Samlands bei Brüsterort, die Küste von Hohenredlau an der Danziger Bucht, die Küste von Stubbenkammer auf Rügen—Jasmund, Kap Stoltera und das Fischland an der Mecklenburgischen Küste, das Brothener Ufer nordwestlich von Travemünde, der östliche Außenrand der Hohwachtbucht westlich von Heiligenhafen).

Die übrigen Küstenstrecken weisen die mittlere Breite von 10—30 m auf ohne sichtlichen Unterschied der östlichen und westlichen Küsten. Erst in den schmalen Küstenpartien von Schleswig nimmt die äußere Strandbreite mit der Breite des Meeres ab.

Die Breite von 30—40 m endlich bilden die kurzen Übergangsstrecken zwischen den breiten und schmaleren Strandsäumen, oder sie geben die Breite des westlichen Nehrungsstrandes an (z. B. die der Nehrungsküste des „Kieler Ort“ an der äußeren Wismarschen Bucht).

Der Verlauf des Strandes ist in Abständen von 200 zu 200 m nahezu ein geradliniger bei einer dem Auge fast unmerklichen Krümmung.

In dieser Weise verläuft auch der Strand der großen Ecken und Vorsprünge, die auf Karten kleinen Maßstabes (bis zu 1:500000) als spitze Ecken eingezeichnet sind (z. B. Brüsterort an der NO-Ecke des Samlandes). Wenige Außenküsten mit Steilufer sind jedoch durch einen eigenartig welligen Verlauf ausgezeichnet, der sich in schwach gebogenen langen Wellen von etwa 30—50 m Länge wiederholt. Einen derartigen Strandverlauf liefert z. B. die Außenküste der Halbinsel Wustrow. Ähnlich verläuft auch die Außenküste von Klützhöved als der äußere Rand der Wismarschen Bucht.

### Zusammenfassung.

Dem Systeme der horizontalen Gliederung wurde das Einteilungsprinzip nach der Größenordnung der Gebilde verschiedenen Maßstabes zugrunde gelegt. Sie ergab sich nach der Aufstellung der Buchten größten Maßstabes organisch aus der Spezialisierung ihrer eigenen Gliederung in die Gebilde mittleren Maßstabes. Für deren genauere Charakteristik erschien eine Wiederholung der obigen Spezialisierung als notwendig.

Daraus ging ein verschiedener Reichtum von Gliederungstypen für die einzelnen Größenklassen hervor. Desgleichen waren Klassen verschiedenen Maßstabes durch besondere Arten eines Küstentypus ausgezeichnet. So herrscht bei den Gebilden größten Maßstabes ausschließlich die Buchtenküste vor. Demgegenüber entfalten die Gebilde mittleren Maßstabes einen

besonderen Typenreichtum, unter denen die Doppelküste einen hervorragenden Anteil nimmt. Bei den Gebilden kleineren Maßstabes treten zu den alten Typen eine Anzahl neuer hinzu, welche sämtlich der gebuchteten und gelappten Küstenform angehören: Die Limane, die Nehrungs- und Delta-Binnenküste.

Dieser Einteilung nach dem Prinzip der Größenordnung wird nun eine doppelte Bedeutung zukommen. Sie wird zunächst in dem zweiten Kapitel auch für die Aufstellung der Vertikaltypen wertvolle Anhaltspunkte bieten.

In dem dritten Kapitel wird dann nachgewiesen, daß dieses Einteilungsprinzip weiterhin mit der Entstehung der einzelnen Horizontalgebilde in innigem Zusammenhange steht. Es wird dort zu zeigen versucht, wie der Verschiedenartigkeit an Größe und Form auch eine verschiedenartige Entstehung entspricht.

Für die Einteilung der Größenklassen wiederum nach ihrer Gestalt und Form glaubte der Verfasser mit der Aufstellung des Begriffes der Doppel- und einfachen Küste ein einheitliches System gefunden zu haben. Supan hat hier in erster Linie auf die Bedeutung der Doppelküste aufmerksam gemacht. Im übrigen hat der Verfasser bei der weiteren Klassifizierung an dem hergebrachten Unterschiede zwischen der gebuchteten und glatten Küste festgehalten.

Endlich wurden in den letzten beiden Abschnitten dem engeren Saumbegriffe der Küste in Gestalt des Dünengürtels, des submarinen Böschungssaumes und des Strandsaumes besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

---

## B. Die vertikale Gliederung.

### 1. Die allgemeine Böschung des breiteren Küstensaumes.

Sofern man nach Penck die Küste als den Abfall des Landes gegen das Meer bezeichnet, wird im allgemeinen der am meisten landeinwärts gelegene Teil des Küstensaumes stets die größte mittlere Höhe und der am meisten meerwärts gelegene Teil die größte mittlere Tiefe aufweisen. Wir erhalten daher einen allgemeinen Wert für den Böschungsgrad des Vertikalprofils, wenn wir die Steigung der höchsten landeinwärts gelegenen Saumlinie gegen die tiefste Meeresisobathe des Saumes feststellen.

Für die Charakterisierung eines Vertikalprofils, welches sich allgemein durch einen geringen Böschungsgrad auszeichnet, wird die Angabe des allgemeinen Böschungsgrades ausreichen.

Die Deutsche Ostseeküste als breiterer Saum der Norddeutschen Tiefebene weist derartig geringe Steigungsbeträge auf, daß die Aufstellung eines Vertikalprofils für Saumbreiten größeren Maßstabes erspart bleiben kann. Erst dort, wo wir uns den Böschungsverhältnissen der Horizontalgebilde mittleren Maßstabes zuwenden, erscheint neben der Angabe des allgemeinen Böschungsgrades die Aufstellung eines genaueren Vertikalprofils notwendiger. Auch die meisten Böschungsbeträge der Horizontalgebilde mittleren und kleineren Maßstabes sind derartig geringe, daß ihre Unterschiede im Verlaufe des Vertikalprofils ohne Überhöhung nicht deutlich hervortreten. Nur für die Profile der engeren subaerischen Randböschung, d. h. für die Profile der Steilufer und Dünen wird eine Darstellung des Profilrisses nach den natürlichen Böschungsverhältnissen ein anschauliches Bild der vertikalen Gliederung ergeben.

Durch den baltischen Höhenzug, den wir vom vertikalen Gesichtspunkt aus als die eigentliche Saumgrenze des breiteren

Küstensaumes gegen das Binnenland hin bezeichnen können, erhält der Küstenrand folgende Böschungsbeträge:

Tabelle I.

Von Konitz (147 m, Pommernsche Seenplatte) senkrecht zur Küstenlinie von Hinterpommern bis um denselben Abstand meerwärts (— 80 m Gegend östlich von Bornholm) . . . . .

Vom Mauersee (116 m, Preußische Seenplatte) senkrecht zur Küstenlinie bis zur Breite von Memel (—70) . . . . .

Vom Müritzsee (67 m, Mecklenburgische Seenplatte) senkrecht zur Küstenlinie bis zur Mitte der Mecklenburgischen Bucht (—23) . .

Von Eckeberg-Satrup (40—39 m) (Schleswigscher Höhenzug) senkrecht zur Küstenlinie bis um den gleichen Abstand meerwärts (Kieler Bucht) (—17 m) . . . . .

Länge km	Höhen- unterschied	Allgemeine Böschung
225	227	3' 28"
225	186	2' 50"
125	00	2' 28"
54	55	3' 31"

Damit ergibt sich für den Küstensaum, welchen der baltische Höhenzug begrenzt, der zwei- bis dreifache Betrag derjenigen Steigung, mit welcher das Norddeutsche Flachland als Ganzes gegen die Ostsee abfällt.

## 2. Die allgemeine Böschung der Buchten und Vorsprünge größten Maßstabes.

Den allgemeinen Böschungsgrad der Buchten erhalten wir, indem wir den submarinen Landabfall von der Küste nach den tiefsten Partien der Buchten hin messen. Diese liegen bei den

Buchten der Deutschen Ostseeküste gewöhnlich in der Mitte des breiten Ausganges, so daß sich diese als einseitig nach dem breiteren Meere hin geöffnete Flachmulden darstellen.

Da sich die meisten Buchten im einzelnen meistens an Länge und Breite verschieden sind, so sind die allgemeinen Böschungen nach der Länge und Breite für sich ermittelt.

Die allgemeinen Böschungen der großen Landvorsprünge andererseits, welche zumeist einen Plateaucharakter mit ebener (Vorpommern, Samland) oder hügeliger Oberfläche (Alsen, Wagrien) zeigen, sind von der Mitte ihrer Festlandbasis aus sowohl nach Länge und Breite berechnet.

Die Breite bezeichnet im folgenden stets die horizontale Ausdehnung parallel zum Küstensaume, die Länge die horizontale Ausdehnung senkrecht zum Küstensaume.

Nur der Landvorsprung von Pommerellen entbehrt den plateauartigen Charakter. Seine höchsten Partien liegen auf der östlichen Seite seiner Festlandbasis, von wo aus sich das Land nach allen Seiten zum Meer abdacht. Daher ist hier der östliche und westliche Abfall nach der Breite für sich ermittelt.

Tabelle II.

**Die großen Buchten.**

Kieler Bucht.

Breite: Schleimünde-Heiligen-  
hafen 69 km . . . . .

34,5 — 17 1' 41"

Länge (vom innersten Winkel  
bis zur Mitte der Bucht). .

— 13,5 17 4' 16"

Mecklenburgische Bucht.

Breite (Buk—Spitze—Staber  
Huck): 36 km . . . . .

18 — 22 4' 11"

Länge: 55,5 km (gemessen wie  
oben) . . . . .

— 55,5 22 1' 20"

Halbe Breite km	Länge km	Mittlere Aus- gangstiefe m	All- gemeine Böschung

	Halbe Breite km	Länge km	Mittlere Aus- gangstiefe m	All- gemeine Böschung
Pommersche Bucht.				
Breite (Stubbenkammer—Jers- höft): 186 km . . . . .	93	—	40	1' 30"
Länge: 49,8 km . . . . .	—	49,8	40	2' 44"
Danziger Bucht.				
Breite (Rixhöft — Brüsterort): 108 km . . . . .	54	—	100	6' 25"
Länge: 60 km . . . . .	—	60	100	5' 42"
Kurische Bucht.				
Breite (Brüsterort — Memel): 108 km . . . . .	54	—	50	3' 13"
Länge: 66 km . . . . .	—	66	50	2' 37"
Tabelle III.				
<b>Die großen Landvorsprünge.</b>				
Alsen.				
1. Breite: 32 km . . . . .	16	—	40	8' 38"
2. Länge: 9 km . . . . .	—	9	40	15' 15"
Wagrien.				
Breite: längs des „Oldenburger Graben“ . . . . .	8	—	20	8' 35"
Länge (ohne Fehmarn): 22,5 km	—	22,5	20	4' 57"
Neuvorpommern.				
Breite (Ribnitz—Brandhagen): 66 km . . . . .	33	—	20	2' 5"
Länge (ohne Rügen): 22,5 km	—	22,5	20	3' 44"
Pommerellen.				
Breite (Rügenwaldermünde— Neufahrw.): 150			Größte mittlere Höhe	
a) westlicher Abfall Breite: 112,5	112,5	—	200	5' 47"
b) östlicher Abfall Breite: 37,5	37,5	—	200	18' 17"
Länge: 50 km . . . . .	—	50	200	13' 45"

	Halbe Breite km	Länge km	Größte mittlere Höhe m	All- gemeine Bösch.
Samland.				
Breite: 45 km . . . . .	22,5	—	50	7' 38"
Länge: 20 km . . . . .	—	20	50	7' 38"

Aus dem Vergleich von Tabelle II und III ergibt sich zunächst, daß der subaerische Küstenabfall der großen Landvorsprünge den submarinen Küstenabfall der großen Buchten etwa um den doppelten Betrag an Steigung übertrifft.

Der Mindestbetrag an Steigung betrifft stets die längere Achse dieser Horizontalgebilde, sei es, daß sie der Breite oder der Länge der Buchten angehört.

Die Mecklenburger Bucht reiht sich mit ihrem senkrecht zur Küste genommenen Längenabfall dem allgemeinen submarinen Abfall der südlichen Ostsee als gleichwertig ein. Die übrigen Längenböschungen sind sämtlich steiler, und nur die Breitenböschung der Kieler und der Pommerschen Bucht beschränkt sich ebenfalls auf denselben Steigungsbetrag.

Die Breitenböschungen und Längsböschungen der übrigen Horizontalgebilde kommen mehr denen des Baltischen Höhenrückens gleich, wobei die Längsböschungen gewöhnlich den kleineren Betrag ergeben.

Nur die Danziger Bucht erreicht mit ihrem Breiten- und Längenabfall etwa den doppelten Betrag des baltischen Landabfalles.

Die großen Landvorsprünge, bis auf den von Neuvorpommern, besitzen einen höheren Böschungsbetrag als der baltische Landabfall. Dieser erreicht etwa den doppelten Betrag der benachbarten Buchten größten Maßstabes.

Als besonders flache Gebilde entsprechen sich der Landvorsprung von Neuvorpommern und die Pommersche Bucht (vgl. Tabelle II und III). Nur der Landabfall von Pommerellen geht weit über den Doppelbetrag des subaerischen Buchtenabfalles hinaus. Er erreicht bereits einen Betrag, welcher einem Viertel Bogengrad 15') gleichkommt.

Da aber die meisten Vorsprünge eine Plateauform aufweisen, welche auf weite Strecken in den Steilufern auf wenige Meter Breite oft um die Hälfte der gesamten Plateauhöhe zu dem Meeresstrand abstürzt, so wird der eigentliche Plateaubabfall von dem Betrag der oben ermittelten allgemeinen Böschung nur die Hälfte ausmachen und stellt sich somit dem submarinen Abfall der Buchten größten Maßstabes gleich.

### **3. Die allgemeine Böschung der Horizontalgebilde mittleren und kleineren Maßstabes und ihre Profiltypen.**

Während die Horizontalgebilde mittleren Maßstabes sämtlich Buchten mit einseitig geöffneter Muldenform darstellen, gesellen sich ihnen in den Formen der Haffe, Bodden und Strandseen allseitig durch Vorland oder Untiefen abgeschlossene Flachmulden hinzu, welche ihre größten Tiefen gewöhnlich in der Mitte des Beckens aufweisen. Ihre allgemeine Böschung ist daher nach der halben Breite und halben Länge aus dem Abfall des Randes gegen die größten mittleren Tiefen hin berechnet.

Bei den Buchtenformen mittleren und kleineren Maßstabes machen sich bedeutende Unterschiede im Verhältnis ihrer Längen- und Breitenböschung geltend. Dadurch erhalten wir neue Typen der vertikalen Gliederung wie die einseitig geöffnete Trogform der Förden und Limane.

Auch die einzelnen Horizontaltypen unter sich, wie z. B. die Rundbuchten, Förden oder Bodden, unterscheiden sich durch die absoluten Beträge ihrer mittleren Böschungen. Daraus ergibt sich eine Anzahl von Vertikaltypen, welche sich entweder den Typen der Horizontalgebilde unterordnen oder auch mehrere Klassen oder Teile von Klassen der Horizontalgebilde gemeinschaftlich umfassen.

Die Bodden charakterisieren sich nach ihrer vertikalen Gliederung als äußerst flache Gebilde. Ihre allgemeinen Böschungen sind nach ihrer Breite nicht größer als die des Norddeutschen Tieflandes, ihre Längenböschungen ordnen sich dem Abfalle des Baltischen Höhenrückens unter, der somit in den Boddensenken der Bodden einen konsequenten submarinen Abfall erhält.

Tabelle IV.

Die allgemeinen Böschungen  
der Haffe.

Kurisches Haff.

Breite (in Meridian von Labiau) 45 — 5 0' 22"

Länge . . . . . — 9 5 1' 55"

Frisches Haff.

Breite: 66 km . . . . . 33 4,5 4,5 0' 30"

Länge: 9 km . . . . . — 4,5 4,5 3' 26"

Tabelle V.

Die allgemeine Böschung  
der Förden.

Kieler Förde.

Länge (Kiel—Laboe) . . . — 12 15 4' 18"

Breite . . . . . 1 — 12 41' 55"

Eckernförder Bucht.

Länge . . . . . — 13 25 6' 36"

Breite . . . . . 1,75 — 25 51' 55"

Schlei.

Länge . . . . . — 38 4 0' 23"

Breite: bei Sieseby, 0,75 . . 0,37 — 4 37' 7"

Flensburger Förde (innerer Teil)

Länge . . . . . — 30 24 2' 45"

Breite . . . . . 1,77 — 24 46' 36"

Haderslebener Förde.

Länge . . . . . — 13,5 3 1' 36"

Breite . . . . . 0,15 — 3 1° 54"

Gjenner Förde.

Länge . . . . . — 3,5 14 13' 45"

Breite . . . . . 0,75 — 14 1° 4'

	Halbe Breite km	Halbe Länge km	Mittlere Maximal- tiefe	All- gemeine Böschung
Kurisches Haff.				
Breite (in Meridian von Labiau)	45	—	5	0' 22"
Länge . . . . .	—	9	5	1' 55"
Frisches Haff.				
Breite: 66 km . . . . .	33	4,5	4,5	0' 30"
Länge: 9 km . . . . .	—	4,5	4,5	3' 26"
Kieler Förde.				
Länge (Kiel—Laboe) . . .	—	12	15	4' 18"
Breite . . . . .	1	—	12	41' 55"
Eckernförder Bucht.				
Länge . . . . .	—	13	25	6' 36"
Breite . . . . .	1,75	—	25	51' 55"
Schlei.				
Länge . . . . .	—	38	4	0' 23"
Breite: bei Sieseby, 0,75 . .	0,37	—	4	37' 7"
Flensburger Förde (innerer Teil)				
Länge . . . . .	—	30	24	2' 45"
Breite . . . . .	1,77	—	24	46' 36"
Haderslebener Förde.				
Länge . . . . .	—	13,5	3	1' 36"
Breite . . . . .	0,15	—	3	1° 54"
Gjenner Förde.				
Länge . . . . .	—	3,5	14	13' 45"
Breite . . . . .	0,75	—	14	1° 4'

Tabelle VI.

**Die allgemeinen Böschungen  
der Rundbuchten mittleren  
Maßstabes.**

	Halbe Breite km	Länge km	Mittlere Ausgangs- tiefe	All- gemeine Böschung
Hohwachtbucht.				
Breite . . . . .	9	—	17	6' 28"
Länge . . . . .	—	9	17	6' 28"
Neustädter Bucht.				
Breite . . . . .	5,25	—	20	13' 8"
Länge . . . . .	—	7,5	20	9' 11"
Prorer Wiek.				
Breite: 12 km . . . . .	6,37	—	17	12' 59"
Länge: 4,5 km . . . . .	—	4,5	17	13' 21"
Tromper Wiek.				
Breite: 12 km . . . . .	6	—	17	13' 21"
Länge: 4,5 km . . . . .	—	4,5	17	12' 59"
Swinemünder Bucht.				
Breite . . . . .	11,25	—	10	2' 45"
Länge . . . . .	—	6	10	5' 44"

Tabelle VII.

**Die allgemeinen Böschungen  
der Limane.**

Trave-Liman.				
Länge . . . . .	—	12	7	1' 55"
Breite . . . . .	1,5	—	7	27' 52"
Warnow-Liman.				
Länge . . . . .	—	12	5	1' 26"
Breite . . . . .	0,3	—	2	22' 53"
Regnitz-Liman.				
Länge . . . . .	—	6	2	1' 8"
Breite . . . . .	0,7	—	2	9' 42"

	Halbe Breite km	Länge km	Mittlere Ausgangs- tiefe	All- gemeine Böschung
Peene-Liman.				
Länge . . . . .	—	18	3	0' 35"
Breite . . . . .	1,05	—	2	6' 32"
Tabelle VIII.				
<b>Die allgemeinen Böschungen kleineren Maßstabes.</b>				
Geltinger Bucht.				
Breite . . . . .	3,75	—	20	18' 11"
Länge . . . . .	—	5	20	13' 45"
Sandwiek.				
Breite . . . . .	2,5	—	10	13' 45"
Länge . . . . .	—	2	10	17' 5"
Wohlenberger Wick.				
Breite . . . . .	3	—	9	10' 16"
Länge . . . . .	—	21	9	7' 17"
Wennigbund.				
Länge . . . . .	—	3	17	19' 26"
Breite . . . . .	0,75	—	17	1 <sup>o</sup> 17'54"

		Halbe Länge	Mittlere Maximal- tiefe	
Tabelle IX.				
<b>Die allgemeine Böschung der Strandseen.</b>				
Lebasee.				
Breite . . . . .	7,5	—	4	1' 7"
Länge . . . . .	—	3,6	4	3' 49"
Jamunder See.				
Breite . . . . .	5,1	—	3	1' 59"
Länge . . . . .	—	1,5	3	6' 52"

Nur der Große und der Kleine Jasmunder Bodden weisen eine stärkere Böschung von etwa doppeltem Betrag auf. Sie entsprechen der ebenfalls stärkeren Neigung der hohen Inselkerne

Rügens (50 m) gegenüber dem niedrigen plateauartigen Landvorsprung von Neuvorpommern (20 m).

Eine ähnliche Böschung wie die Bodden weisen auch die Haffe auf, und mit ihnen die diesen verwandten Gebilde der Strandseen als Vertreter der Horizontalgebilde kleinen Maßstabes. Die Breitenböschung parallel dem Küstensaume weist weit geringere Werte als die allgemeine Böschung des Norddeutschen Flachlandes auf (0,22" und 0,33"), während sich die Längsböschung dem Abfalle des Baltischen Höhenrückens gleichstellt. Ein wenig höher sind die Böschungsbeträge der Hinterpommerschen Strandseen (Tabelle IX) und mit ihnen auch die Böschungen der anderen Strandseen. Dieses Resultat ergibt sich aus dem Umstande, daß ihren geringen Tiefen ebenso geringe horizontale Maßstäbe entsprechen. So beträgt z. B. der Längsenabfall des Jasmunder Sees etwas mehr als das Doppelte der Baltischen Steigung.

Diese Inkonsequenz charakterisiert den allseitig an den Rändern der Küstenseen fortgeschrittenen Vertorfungsprozeß, wodurch die flacheren Partien der Seen jetzt dem subaerischen Festland angehören, während die noch erhaltenen tieferen Partien einen größeren Steilabfall erhalten haben.

Die Förden und Buchten stellen sich den eben besprochenen Gebilden als solche mit steilerer Vertikalböschung gegenüber. Wenngleich selbst Böschungen von  $1^{\circ}$  bis  $2^{\circ}$  an sich keineswegs als Steilböschungen zu gelten haben, so unterscheiden sie sich dennoch von den vorerwähnten Böschungen der Flachgebilde um einen 4—20fachen Mehrbetrag. Nur die Längsböschungen der Förden und Limane sind hier ausgenommen. Diese reihen sich mit ihren Böschungsbeträgen denen der Bodden und Haffe ein.

Die Flußförden und Limane sind bezüglich ihrer Längsböschung verwandte Gebilde. Sie unterscheiden sich mit diesen nicht wesentlich von der allgemeinen Böschung des Norddeutschen Flachlandes (23"—1'55"). Einen etwas höheren Betrag erreichen die Längsböschungen der anderen Förden und bilden damit den konsequenten submarinen Landabfall des Baltischen Landrückens in Holstein.

Demgegenüber ergeben die Breitenböschungen der Förden und Limane einen bedeutend steileren Abfall.

Hier unterscheiden sich die breiteren Limane, der Peene-, Regnitz- und Ziese-Liman mit Böschungen von 6'—10' wesentlich von den Böschungen der Trave und Warnow (23' und 28'), welche sich bereits der Breitenböschung der Schlei nähern (37'). Noch bedeutend steiler sind die Böschungen der übrigen Förden (41'—1° 54'), wobei sämtliche größeren Förden (Kieler Förde, Eckernförder Bucht, Flensburger, Apenrader Förde) einen mittleren Steilbetrag von (41'—52') innehalten.

Über einen ziemlich gleichmäßigen Betrag der Längen- und Breitenböschung verfügen die Strandbuchten mittleren und kleineren Maßstabes. Sie nehmen in dem weiten Abstände zwischen den obigen Flachgebilden der Haffe und Bodden eine vermittelnde Stellung ein mit Böschungsbeträgen von 6—19' im Mittel.

Am flachsten sind die Hohwacht und Swinemünder Bucht (2' 45" und 6' 28"). Einen Ausschlag nach der anderen Seite erteilt die Breitenböschung des Wennigbund, der sich mit seiner Längen- und Breitenböschung der außerordentlich steilen Böschung der Gjenner Förde gleichstellt. Diese weist wiederum eine beträchtlich steilere Längenböschung als die übrigen Förden auf, die mehr der steileren Längenböschung der Buchten entspricht. Somit bilden die Gjenner Förde und der Wennigbund Übergangsformen vom Förden- zum Buchtentypus.

Nach diesen allgemeinen Böschungsverhältnissen charakterisieren sich die Horizontalgebilde mittleren und kleineren Maßstabes wie folgt:

1. Die äußersten Flachgebilde (30°—6') geringe absolute Tiefe 2—9 m.
  - a) Die Bodden als rings geschlossene Flachmulden mit gleichem Längen- und Breitenabfall. Unruhiges Bodenrelief.
  - b) Die Haffe als rings geschlossene Flachgebilde mit sehr geringem Breitenabfall (22" und 30").
2. Die steileren Flachgebilde (6'—1° 55').
  - a) Meerseitig geöffnete Trogformen.
    - α) Die Flußseen-Förden mit steiler Seitenböschung (41'—1° 4') und flachen Längsböschungen, welche

sich etwa der baltischen Böschung gleichstellen (41'). (Größte absolute Tiefe 15—30 m.)

β) Die Flußförden und Limane mit steilen Seitenböschungen und noch flacherer Längsböschung, etwa gleich der des Norddeutschen Flachlandes (23"—1'). Sehr geringe absolute Tiefen (2—7 m).

b) Meerseitig geöffnete Mulden.

a) Die Rundbuchten mit steiler Breiten- und Längsböschung von gleichem und verhältnismäßig geringem Steilbetrage.

β) Die Trogmulden mit steiler Längs- und Breitenböschung. Die Längsböschung etwa gleich derjenigen der Rundbuchten (18'—19') Breitenböschung gleich derjenigen der Förden (1° 4' bis 1° 17').

#### 4. Die engere submarine Randböschung.

In dem allgemeinen Böschungsbetrag der Horizontalgebilde mittleren und kleinen Maßstabes machte sich bereits eine Inkonzsequenz gegenüber der allgemeinen Böschung des Baltischen Höhenzuges geltend. In noch höherem Maße betrifft diese die engere submarine und subaerische Randböschung sämtlicher Außen- und Innenküsten.

Die meerseitigen Grenzen der engeren submarinen Randböschung bestimmen sich am einfachsten nach den auf den deutschen Seekarten angegebenen Randisobathen, welche der Küstenlinie annähernd parallel laufen.

Für die Außenküste eignet sich am besten die 10 m Isobathe und neben dieser die 5 und 20 m Tiefenlinie, ebenso für die Randböschung der Rundbuchten und Förden.

Für die weniger breiten Saumränder der Bodden, Haffe und Strandseen beschränkt sich die Grenzlinie bereits auf die 2, 4 und 6 m Isobathen.

Die 10 m Isobathe erreicht der östliche Abfall der Außenküste bereits auf einen Abstand von 1 km von der Küstenlinie, dieselben Böschungsverhältnisse finden sich auch an weiten Strecken des westlichen Saumabfalles der Außenküste. Das

ergibt einen Böschungsgrad von  $34' 38''$ , d. h. ungefähr gleich  $\frac{1}{2}$  Bogengrad.

Hierher gehören:

Die Küste von Nimmersatt bis Memel und von hier an der Kurischen Nehrung entlang bis Brüsterort, die Küste der Danziger Bucht östlich von Neufähr und im westlichen Teil an den Vorsprüngen von Hohen-Redlau und Oxhöft. Ferner an der Außenküste der Putziger Nehrung und Hinterpommerns, wo sich die 10 m Isobathe in dem mittleren Teilverlaufe bis auf 1,5 km von der Küstenlinie entfernt und wo sich die Böschung daher auf  $25' 56''$  erniedrigt. Bis zu der Küstenstrecke von Wollin gegenüber dem Coperowsee setzt sich dieser Abfall nach Westen hin fort. Dann entfernt sich weiter westlich die 10 m Isobathe in weiten Bogensprüngen von der Küstenlinie Wollin—Usedom den Untiefen ausweichend bis zum Nordperd auf Rügen. An der Ostküste von Rügen zwischen Nordperd und Arkona nähert sich die 10 m Isobathe der Küstenlinie wiederum auf 1 km bei einer Randböschung von  $34\frac{1}{2}'$ .

An der westlichen Küste setzt sich dieser unregelmäßige Verlauf der 10 m Isobathe in ähnlicher Weise fort. Nur an vereinzelt Strecken finden wir die Böschungsverhältnisse des östlichen Küstenrandes wieder. Hierher gehören: Die Westküste des Darß, der Vorsprung der Stoltera und die Küstenstrecke zwischen Klützhöved und Dameshöved an der Mecklenburgisch-Holsteinischen Küste. Ferner die äußeren Randpartien der Förden, die südliche Außenküste von Alsen und die Küste des Aarösund.

Die inneren Ränder der Förden sind durch eine besonders steile Böschung ausgezeichnet. Hier erreichen wir die 10 m Tiefenlinie bereits bei 0,25 km Küstenabstand mit einem Böschungsbetrage von  $2^{\circ} 16'$ . Stellenweise tritt die 10 m Isobathe sogar bis auf 0,1 km an die Küste heran bei einem Böschungsabfalle von  $5^{\circ} 45' 41''$ . Solche Steilböschungen weisen auf: die inneren Ränder der Flensburger Förde, die NW-Seite der Kieler Förde, die Sandwiggucht an der Alsenförde. Sie sind gleichzeitig die steilsten subaerischen Böschungsbeträge der Deutschen Ostseeküste überhaupt.

Da ein solcher Abfall von  $5$ — $6^{\circ}$  Maximalböschung noch als verhältnismäßig flache Böschung anzusehen ist, so charakterisiert

sich der gesamte submarine Landabfall der Deutschen Ostseeküste als eine echte Flachküste.

Regelmäßiger als der Abfall zu der 10 m Isobathe gestaltet sich an der W-Küste der Abfall zu der 5 m Isobathe, welche man hier als die eigentliche Grenze des engeren submarinen Landabfalles ansehen kann.

Dem Böschungsabfalle der O-Küste zu der 10 m Isobathe auf 1 km Abstand entspricht hier der Abfall zu der 5 m Tiefenlinie auf  $\frac{1}{2}$  km Abstand zu demselben Böschungsbetrage von  $34\frac{1}{2}'$ . Daneben tritt vielfach eine Böschung von dem halben Steigungsbetrage zu  $17'$  in Erscheinung, wobei stets ein allmählicher Übergang des größeren zu dem kleineren Böschungsbetrage stattfindet.

Böschungen von  $34\frac{1}{2}'$  bei  $\frac{1}{2}$  km Küstenabstand von der 5 m Tiefenlinie weisen folgende westliche Küstenstrecken auf:

Die Küste des Aarösund, die Außenküste von Alsen, die Küste von Birk bis Schleimünde, die Außenränder der Förden, die Hohwachtbucht, die NO-Seite von Fehmarn zum Teil mit noch steilerer Böschung. Die Küste der Mecklenburger Bucht und des westlichen Vorpommern bis Zingst mit Ausnahme des Küstenrandes der Rostocker Heide. Ferner die O-Küste von Rügen und Usedom—Wollin mit Ausnahme der Swinemünder Bucht.

Eine Böschung von dem halben Betrage von  $17'$  bei einem Abstände von 1 km von der 5 m Tiefenlinie haben folgende westliche Küstenstrecken:

Die Küste von Angeln zwischen Schleimünde und Bockniseck, die Außenküste der Probstei, die N- und S-Seite von Fehmarn, der Landvorsprung von Großenbrode, die östliche Wismarsche Bucht und die Küste der Rostocker Heide.

Steilere Beträge bis zu dem doppelten Betrage von  $1^{\circ} 8'$  bei 0,25 km Abstand von der 5 m Isobathe haben:

Die N-Küste von Alsen, die SW-Küste von Fehmarn, die O-Küste von Jasmund, die inneren Ränder der Förden.

Der Abfall der Küste zu der 20 m Isobathe gestaltet sich nur an gewissen Teilen der östlichen Küste und ferner an der Fördenküste zu einer engeren submarinen Randböschung, welche sich einem Böschungsbetrage der vorhergehenden Randböschungen gleichstellt.

Im übrigen bezeichnet der Abfall zu den größeren Tiefen in den westlichen Gewässern oft schon von der 5 m Isobathe ab — den allmählichen Übergang zu der flacheren baltischen Böschung.

Einen Böschungsabfall zu der 20 m Tiefenlinie bei 2 km Küstenabstand ( $34\frac{1}{2}'$ ) haben:

Die nördliche Küste der Kurischen Nehrung, die Außenküste der Frischen Nehrung und der Putziger Nehrung. An der Hinterpommernschen Küste ermäßigt sich der Abfall zu der 20 m Isobathe bei 4 km Abstand auf  $17'$ .

Ferner sind diejenigen Förden, welche eine Maximaltiefe von über 20 m besitzen, durch einen engeren Böschungsrand, der bis zu der 20 m Isobathe hinabreicht, ausgezeichnet.

Dieselbe Steilböschung besitzt auch der Außenrand der Flensburger, Alsen und Apenrader Förde und die beiden Seitenränder der Eckernförder Bucht. Charakteristisch für ihre Böschung ist, daß sich die 20 m Isobathe dichter an die 10 m Isobathe herandrängt als die letztere an die Küstenlinie. Auch hier wird eine Maximalböschung von  $5-6^\circ$  erreicht.

Für die inneren Küstenränder ermäßigt sich die Randböschung im übrigen auf weit geringere Beträge.

Die Maximalböschung des engeren subaerischen Randes beschränkt sich hier auf einen Abfall zu der 4 m Tiefenlinie bei 0,5 km Küstenabstand und  $27' 40''$  Steigung. Damit wird annähernd der Betrag des mittleren Böschungsbetrages der Außenküste ( $31'$ ) erreicht.

Wir treffen eine solche Randböschung an der Innenküste der Kurischen Nehrung südlich von Pillkopen, an dem Stettiner Haff an dessen NW-Seite zwischen Klein-Ziegenort und Steinort.

Denselben Betrag von  $27' 40''$  erreicht der Böschungsabfall zu der 2 m Isobathe bei 0,25 km Küstenabstand. Hierher gehört die innere Küste der Frischen Nehrung. Hier und dort erreichen die unregelmäßigen Randtiefen des Großen und Kleinen Jasmunder und des Greifswalder Boddens noch größere Steilbeträge, indem der Abfall zu der 6 m Tiefenlinie in 1 km und zuweilen sogar schon in  $\frac{1}{2}$  km Abstand von der Küstenlinie erreicht wird bei einem Böschungsbetrage von  $20' 45''$  bzw.  $41' 45''$ .

Sämtliche übrigen Böschungen der Innenküste sind wesentlich flacher. Häufig findet sich der Abfall zu der 2 m Isobathe

bei 0,5—1 km Küstenabstand bei einem Böschungsbetrage von 13' 50". Hierher gehört die gerade Küste der Frischen Nehrung und des Kurischen Haffes mit Ausnahme der oben bereits angeführten Küstenstrecken, ferner die meisten Küstenpartien der Bodden und Strandseen, wo die 2 m Tiefenlinie des öfteren weit gegen die Mitte der Gewässer vorspringt und damit eine Reihe von unbefahrbaren Untiefen abgrenzt.

### 5. Die engere subaerische Randböschung.

Weit schmaler und steiler als die submarine gestaltet sich die subaerische Randböschung dort, wo das Land in den sogenannten Steilufern oder Klinten gegen den flachen Strand hin abstürzt. Andererseits treffen wir an der Küste subaerische Randgebiete von außerordentlich flacher Steigung an. Dies sind die Ränder von Küstenebenen, welche entweder aus vertorften ehemaligen Meeresuntiefen hervorgegangen sind oder auch durch die Deltaablagerungen der Flüsse gebildet werden. An der Außenküste sind diesen Randebenen jedoch mehr oder weniger hohe Dünenketten aufgesetzt, welche wiederum Steilbeträge von 5—35° aufweisen. Daraus ergibt sich der Typus der inkonsequenten subaerischen Randböschung, welcher den Außenküsten zu eigen ist, und der Typus der konsequenten Flachküste, welcher an der Innenküste auftritt.

Da das Auftreten von Steil- und Flachküste nicht an bestimmte Formen der horizontalen Gliederung gebunden ist und da beide sowohl an der Innen- wie an der Außenküste, an der westlichen wie an der östlichen Küste in mannigfachem Wechsel auftreten, so verlohnt sich zunächst eine kurze Übersicht der Verteilung von Steil- und Flachküste im Bezirke der Deutschen Ostsee.

An der Außenküste können wir einen östlichen und westlichen Bezirk unterscheiden. In dem westlich von der Dievenow gelegenen Bezirke herrscht die Steilküste vor, in dem östlich davon gelegenen die Flachküste. Diese Verteilung kommt hauptsächlich daher zustande, daß an der Ostküste die langen Nehrungen der Haffe und Strandseen einen beträchtlichen Teil der gesamten Küstenstrecke ausmachen.

An der westlichen Küste tritt die vorherrschende Steilküste selten in weit zusammenhängenden Partien auf, vielmehr ist sie häufig durch kleine Küstenniederungen unterbrochen. Größere zusammenhängende Niederungen finden sich an folgenden Küstenstrecken:

Die Halbinsel Birk am Südausgange der äußeren Flensburger Förde, die Küste von Schleswig zwischen der Mündung der Schlei und dem Vorsprunge von Bockniseck. Die Küste der Kolberger Heide an der Kieler Bucht, die W- und N-Küste von Fehmarn. An der O-Küste von Holstein die Küstenniederung gegenüber dem Grubersee, ferner die Strecke zwischen Kellerhusen und Grömitz. An der Mecklenburgischen und Vorpommerschen Küste die Niederung des Konventer See, die Breitling Nehrung, die Niederung der Rostocker Heide und der Ribnitzer Stadtwiesen. Die N-Seite von Darß und Zingst und die Küste des südwestlichen Rügen. Im Osten von Rügen die Nehrung des Schaabe und schmalen Heide. Die NW-Küste von Usedom und die Küstenniederung zwischen Heringsdorf und Misdroy.

Die östliche Küste weist größere Partien zusammenhängender Steilküsten an folgenden Küstenstrichen auf:

An den Vorsprüngen von Pommerellen östlich von Rixhöft bis zum Wurzelende der Putziger Nehrung. An der Putziger und Oxhöfter Kämpe, zwischen Gdingen und Zoppot, die ganze Samländische Küste und die Küstenstrecke nördlich von Memel auf der nördlichen Hälfte bis zur russischen Grenze.

Die übrigen Küstenstrecken der östlichen Küste werden hauptsächlich von Küstenniederungen eingenommen, so auch die 263 km lange Küste von Hinterpommern, wo die Steilküste nur an einzelnen Punkten wie bei Großhorst, Funkenhagen, Jershoft, Schönwalde, hervortritt.

#### a) An der Innenküste

macht sich eine ähnliche Verteilung von Steil- und Flachküste wie an der Außenküste geltend.

An den Haffen herrscht die Flachküste vor, nur an der Festlandseite des Frischen Haffes wechseln auch breite Streifen von Steilküste mit der Flachküste ab.

Die Bodden des östlichen Vorpommern und Rügen stellen einen Übergang zu den westlichen Küstenrändern der Förden her, indem hier Steil- und Flachküsten auf größere und kleinere Strecken hin ziemlich gleichmäßig abwechseln. Ähnlich verhält es sich mit den Rundbuchten mittleren und kleineren Maßstabes, wo meistens die innersten Partien von der Flachküste eingenommen werden.

Die Bodden des Darß und Zingst und ebenfalls die Bodden der Wismarschen Bucht weisen vorwiegend flache Küstenniederungen auf.

An der Fördenküste dagegen herrscht der Steilrand vor. Wir müssen hier jedoch zwischen der steil abbrechenden Klintküste und der flacheren Haldenküste unterscheiden. Diese letztere wird durch den natürlichen Böschungsabfall der Schleswig-Holsteinischen Hügellandschaft gebildet. Diese Art der Haldenküste weisen die inneren Strandpartien der schmalen Förden auf, wo der Wellenschlag nicht mehr hinreichende Stärke besitzt, um ein Klint- oder Absturzufer herauszubilden.

Der Steilabfall der Haldenküste übersteigt selten  $15^{\circ}$ . Er nähert sich dagegen oft dem submarinen Steilabfalle der Förden zu  $5-6^{\circ}$  und läßt damit eine gewisse Konsequenz der Gesamtböschung erkennen.

Die Klintküste oder eigentliche Steilküste weist weit höhere Böschungsbeträge von  $30-90^{\circ}$  auf.

Nach ihrem Vertikalprofil ergeben sich eine Reihe von Vertikaltypen, welche sich nach dem verschiedenartigen Wechsel des Steigungsbetrages im Profilverlauf aufstellen lassen.

Die Profiltypen der Klintküste:

- a) Einfach geradlinige Böschung.
- b) Böschungen mit verschiedener Ober- und Unterböschung
  - a) mit flacher Ober- und steiler Unterböschung,
  - β) mit steiler Ober- und flacher Unterböschung.
- c) Einfaches Terrassenprofil
  - a) mit steiler,
  - β) mit flacher Unterböschung.
- d) Doppelterrassen
  - a) mit flacher,
  - β) mit steiler Terrassenböschung.

Im allgemeinen lösen sich die oben angeführten Profiltypen in buntem Wechsel im Horizontalverlaufe des Küstensaumes ab. Nur die Terrassenprofile sind hauptsächlich auf die höheren Steilufer beschränkt.

Auf kleinere Strecken hin, etwa auf 0,1—1 km, herrscht fast ununterbrochen derselbe Typus vor. So fand sich z. B. im Sommer 1906 an der Küste westlich von Kap Stoltera fast ununterbrochen der einfache gradlinige Typus vor bei einer Absturzhöhe von 8—20 m, desgleichen an weiteren Küstenstrecken westlich von Heiligendamm zu 5—15 m Höhe. Auch höhere Küstenpartien wie die Dirschheimer Küste südlich von Brüsterort (Samländische Küste) wiesen im Sommer 1906 einen fast senkrechten, einfachen Profilabfall auf, ebenso die niedrige, 6—10 m hohe Steilküste westlich von Kranz.

Der Typus  $b, \beta$  mit der steileren Ober- und flacheren Unterböschung ist ein sehr häufig auftretender Typus und kehrt an fast allen Steilküstenstrecken wieder. So springen auch z. B. die Profile des Kaps vielfach in diesem Profile gegen das Meer vor wie das Südperd auf Rügen im Sommer 1906. Besonders häufig war dieser Typus an der hohen Steilküste von Usedom—Wollin und Rügen vertreten.

Der Typus  $b, c$  mit flacherer Ober- und steilerer Unterböschung ist nicht ganz so häufig wie der Typus  $b, \beta$ . Immerhin trifft man ihn vereinzelt an fast allen Steilküstenstrecken wieder. Besonders bevorzugt er die niederen Steilküsten bis zu 12 m Höhe. Er fand sich z. B. an niedrigen Steilküsten von Elmenhorst östlich von Heiligendamm, ferner an der niedrigen Steilküste westlich von Kranz.

Die Profiltypen  $c$  und  $d$  treten dagegen hauptsächlich an den höheren Steilküsten auf.

Gut ausgebildete Terrassen mit steiler oder auch flacher Fußböschung, sowie Doppelterrassen treten an der bis 40 m hohen Steilküste von Groß- und Kleinklützhöft auf (westlich der Wismarschen Bucht). Besonders breite und mächtige Terrassenbildungen sah der Verfasser an der Nordsamländischen Küste östlich von Brüsterort, wo die Steilufer bis zu 60 m ansteigen und die Terrassen eine Breite von über 100 m besitzen, so daß die steile Ober- und die steile Unterböschung weit voneinander

entfernt liegen. Auch die hohe Kreideküste von Jasmund entbehrt der Terrassenprofile nicht, wenngleich hier im allgemeinen der Typus b vorherrscht, z. B. an dem Profile der großen Stubbenkammer. Die seltenen Doppelprofile traten an der gegen 30 m hohen Steilküste nördlich von Saßnitz auf.

Ganz niedrige Steilufer von  $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$  m Höhe finden wir an den Binnenküsten der Bodden und Strandseen. Sie treten dort in Erscheinung, wo die Torfniederung von den Wellen der Binnengewässer abradiert werden. Solche Steilküsten finden sich an der Innenseite der Halbinsel Wustrow, an dem Südufer des Breitling, an den Rügenschcn Seitenbuchten des Greifswalder Bodden<sup>1</sup>.

#### b) Die Flachküste.

##### a) Die eigentliche Flachküste.

Die am Schlusse des vorigen Abschnittes erwähnten Steilküsten an Torfniederungen können wir bereits zu den eigentlichen Flachküsten rechnen, da ein Steigen des Wasserspiegels um 1 m über dem Normalniveau fast sämtliche Torfküsten in eine Flachküste von fast horizontaler Neigung verwandelt.

Meistens sind die Torfniederungen an den Binnenküsten durch einen Saum von Schilf und Binsengewächsen vom eigentlichen Bereiche der Binnengewässer getrennt, hinter dem dann, von dem Schilf und Pflanzenwuchse verdeckt, eine niedrige, von Pflanzen überwucherte Steilküste von  $\frac{1}{2}$ —1 m Höhe ansteigt. Einen mehr als 1 km breiten Gürtel von Rohrgewächsen weist z. B. die südöstliche Flachküste des Stettiner Haffes auf, ebenso die Niederungen des Weichseldeltas am südöstlichen Rande des Frischen Haffes. Auch diese Art von Niederungsküsten zählt zum Typus der eigentlichen Flachküste. Am besten sah der Verfasser den reinen Typus einer Flachküste an der O-Küste der Danziger Bucht ausgeprägt, wo der flache, bis zu 30 m breite Strand zu der fast horizontal geneigten Torfniederung des Kilauerbruches ansteigt.

Diesen eigentlichen Flachküsten sind fast an der gesamten Außenküste zusammenhängende Hügelketten von Dünen auf-

<sup>1</sup> J. Bornhöft, Der Greifswalder Bodden, II. Jahresb. der Geogr. Gesellsch. zu Greifswald 48.

gesetzt, welche durch ihre verhältnismäßig steile Böschung nach dem Meer und nach der Landseite hin die horizontal geneigten Böschungen der Küstenniederungen unterbrechen. Dadurch entsteht

β) Der Typus der inkonsequenten Flachküste.

Die Böschungen der Dünen haben nach der See und nach der Landseite hin einen verschiedenen Betrag.

In dem Querprofile der Wanderdünen ist dieses Böschungsverhältnis am deutlichsten und gleichmäßigsten ausgeprägt.

Bei den Wanderdünen beträgt bei gewöhnlich herrschenden Seewinden die Böschung der meerwärts gekehrten Luvseite durchschnittlich  $5^{\circ}$  (nach eigenen Messungen an den Wanderdünen der Lebasee- und der Kurischen Nehrung).

Gerhardt<sup>1</sup> fand auf der Kurischen Nehrung Unterschiede der Luvböschung von  $3^{\circ} 22'$  bis zu  $15^{\circ}$ , wobei die Höchstbeträge dem etwas steiler geböschten oberen Teile der Luvseite angehören. Die dem Lande zugekehrte Leeseite weist weit stärkere Böschungsbeträge auf. Wir müssen hier jedoch zwischen dem flachen geböschten oberen Drittel und dem steiler geböschten unteren Teile des Abhanges unterscheiden, welche letzterer zu  $\frac{2}{3}$  Höhe als die sogenannten Sturzdüne bezeichnet wird.

Die Sturzdüne hat eine durchschnittliche Böschung von  $30^{\circ}$  (nach eigenen Messungen); der flachere obere Teil mit Steigungen von  $10-15^{\circ}$  ist mit dem oberen Teile der Luvseite zu einer flachen Kuppe abgerundet.

Die bereits bepflanzten und festgelegten Dünen weisen vielfach veränderte Böschungsverhältnisse auf, welche gewöhnlich einen ausgleichenden Charakter annehmen, indem namentlich die Luvseite eine steilere Böschung erhält.

So zeigten die künstlich angehegten Vordünen vor dem Scholpiner Leuchtturm eine Luvböschung von  $25-30^{\circ}$  (Sommer 1906), während die Leeseite sogar einen flacheren Böschungscharakter von  $10-15^{\circ}$  aufwies.

Selten noch finden wir in dem Dünengelände die ursprüngliche, durch die Natur gegebene Anlage wieder.

<sup>1</sup> Handb. des deutschen Dünenbaus 144.

Fast die ganzen Küstenstrecken der heutigen Dünenküste ist durch eine künstlich angelegte Vordüne von ziemlich gleichmäßiger Profilausbildung zu 3—10 m Höhe gegen den Strand abgeschlossen. Dahinter tritt dann ein mehr oder weniger breiter Saum von zerstörten Vordünen oder von sogenannten Kupstenbildungen auf, welche den Rest einer früher dem Strande direkt benachbarten Zone von Naturdünen vorstellen.

Das Kupstengelände besteht aus einem mäßig erhöhten Plateau von etwa 5—6 m Höhe, welchem hier und dort verstreut einzelne Dünenkegel aufgesetzt sind.

Das zerstörte Vordünengelände ist durch zahlreiche Windmulden tief zerschluchtet. Die einzelnen Windmulden sind durch gratähnliche Dünenkämme voneinander getrennt. Ein solches Gelände treffen wir z. B. auf der mittleren Lebaseenehrung an. Die sich nach verschiedenen Seiten hin verästelnden Dünenkämme von oft nur  $\frac{1}{2}$  m Kammbreite fallen mit einer Steilböschung bis zu  $80^{\circ}$  gegen die länglichen sich ebenfalls verzweigenden Windmulden ab.

Hinter den Vordünen oder Kupstengelände breitet sich zunächst eine nahezu horizontale Ebene aus, welche die ausgewehten Windbahnen der Wanderdünen bezeichnet. Sie ist heute zumeist bepflanzt und trägt auf der Kurischen Nehrung den Namen Palme, auf der Frischen Nehrung Glowwe<sup>1</sup>, nördlich von Memel den Namen Plantage, Jentzsch bezeichnet sie mit dem Namen „Platte“.

Von der Dünenplatte steigt dann das Gelände zu der Luvseite der Wanderdüne an. Zuweilen ist die Platte von der Luvseite der Dünen noch durch einen schmalen Saum von Kupstendünen getrennt, welche Jentzsch<sup>2</sup> als untere Stufendüne bezeichnet. Zwischen dieser und der Luvseite der Wanderdünen liegen die schmalen bis auf den Grundwasserspiegel erniedrigten Tribsandmulden.

Die Sturzseite der Wanderdüne fällt gegen das Binnenland hin zu der meist noch übersandeten Niederungsfläche der landseitig gelegenen Torfwiesen oder wie auf weiten Strecken der

<sup>1</sup> Handb. des deutschen Dünenb. 144.

<sup>2</sup> Handb. des deutschen Dünenb. 72.

Kurischen und Frischen Nehrung direkt zu dem Spiegel des Haffes ab, dessen flach geneigten Boden unter dem Drucke der seitlich benachbarten Wanderdüne zu mehrere Meter hohen Drumsackwällen aufgepreßt wird.

Somit ergibt sich die Dünenküste als eine zu wiederholten Malen die horizontale Niederungsebene unterbrechende Steilküste.

Die Kammrichtung der Wanderdünen ist auf der Kurischen und Frischen Nehrung der äußeren Küstenlinie annähernd parallel, an der Hinterpommerschen Küste bildet sie mit dieser einen spitzen Winkel von etwa  $45^{\circ}$ . Dieser Umstand ermöglicht in dem 1—2 km breiten Dünensaum eine mehrfache Hintereinanderreihung von Wanderdünen.

In den niedrigen westlichen Dünengebieten der Deutschen Ostseeküste auf der Insel Usedom, auf den Nehrungen der schmalen Heide und Schaabe und auf der Halbinsel Wustrow zieht sich das ganze Dünengelände in einem oft mehrere hundert Meter breiten Dünenplateau von 3—4 m Höhe zusammen. Gegen den Strand fällt es mit der steileren Luvseite der Vordüne ab, während es sich gegen die Landseite hin allmählich erniedrigt und verflacht.

Ein typisch ausgebildetes Dünenplateau finden wir auf dem Kieler Ort, der östlichen Halbinselnehrung der Halbinsel Wustrow, wo ein 200—300 m breites Plateau von 2—3 m Höhe längs der Außenküste hinzieht. Während es auf dem Wurzelende der Nehrung bis an das Ufer des Salzhaffes herantritt, bleibt auf dem weiter hinausgelegenen Teile der Nehrung zwischen Haff und Dünenplateau eine Torfniederung eingeschaltet.

Eine zweite Art von Dünenbildungen an den westlichen Flachküsten besteht in dem sogenannten Dünensystem. Dieses setzt sich aus einer ganzen Schar von meist parallel nebeneinander gereihten Vordünen zusammen, wie in der Swineniederung zwischen Usedom und Wollin, auf der Darßeecke und an der Mecklenburgischen Küste westlich von Arendsee.

Sie weisen eine des öfteren von der heutigen Küstenrichtung abweichende Streichrichtung auf. So streichen z. B. die hinteren Dünen der Swineniederung in NW- und NO-Richtung gegen die mehr WO verlaufende äußere Küstenlinie aus.

## 6. Strand- und Meereshalde.

Dasjenige Saumgebiet, welches bei hohem Wasserstand und starker Brandung von den Wellen überspielt wird, bei niedrigem Wasserstand jedoch trocken liegt, nennen wir den Strand. Seine submarine Fortsetzung, welche bei bewegter See von dem Bereiche der brandenden Wellen eingenommen wird, bezeichnen wir als die Meereshalde. Im weiteren Sinne können wir die Meereshalde auch als den submarinen Strand bezeichnen im Gegensatz zu der subaerischen Strandfläche.

Die Böschung des Strandes ist bedeutend flacher als die landseitig benachbarten Steilufer oder Luvseiten der Dünen.

Die flachsten Böschungen weist im allgemeinen der breite Sandstrand der Nehrungen und Küstenniederungen auf. Hier steigt der Strand gegen die Düne hin auf 50—80 m Breite oft nur um  $1-1\frac{1}{4}$  m an bei einer Böschung von annähernd  $2^{\circ}$ .

Jentzsch<sup>1</sup> gibt für die untere Grenze der flachen Strandböschung das Verhältnis 1 : 57 an, welches einem Böschungsbetrage von  $1^{\circ} 55'$  entspricht und daher gut mit dem obigen Böschungsergebnis übereinstimmt.

Weit steiler gestaltet sich die Böschung an dem zumeist steinigen Strande der Steilküsten.

Am Heiligendamm bei Börgerende beträgt der allgemeine Böschungsabfall bei einer Strandbreite von 30 m und 2 m Höhe  $3^{\circ} 34'$ , auf der NW-Spitze von Fehmarn bei Westermarkelsdorf bei 35 m Strandbreite und 2 m Höhe  $3^{\circ} 21'$ .

Am Kap Stoltera, Brüsterort, Klütz-Hoved, Adlershorst bei 5 m Breite und  $\frac{1}{2}$  m Höhe  $5-6^{\circ}$ .

Jentzsch gibt die steilsten Böschungsbeträge etwa zu derselben Größe  $1 : 10 = 5^{\circ} 43'$  an.

Doch finden sich dort, wo dem Strande größere Blockhaufen aufgelagert sind, noch steilere Böschungen. Einen solchen schmalen Steinstrand mit einer Böschung bis zu  $10^{\circ}$  finden wir auf kurzen Strecken von 20—30 m an der Küste westlich vom Bade Heiligendamm und an der Westsamländischen Küste an dem Vorsprunge von Kreislacken.

<sup>1</sup> Handb. des deutschen Dünenb. 41.

Im allgemeinen beträgt die Böschung des Strandes nicht mehr als 2—3°.

Das Querprofil des Strandes zeigt einen terrassenförmigen Aufbau in niedrigen gegen Land aufsteigenden Stufen, welche von den durch das Meer aufgeworfenen Strandwällen herrühren. Am deutlichsten tritt dieser terrassenförmige Aufbau an dem schmalen Steinstrand in Erscheinung, wo zuweilen 5—6 Stufen bis zu einem Hochstrandwall von 2 m Höhe hinaufführen, wie z. B. an dem Heiligendamm und an der NW-Spitze von Fehmarn.

Im allgemeinen treten nur drei bis vier Strandwälle auf, und wir können dann den subaerischen Strand in einen Vorstrand, Mittelstrand und Hochstrand zerlegen.

Die Breite des Vorstrandes ist selten größer als 3—4 m bei einer Höhe von 0,2—0,5 m. Er beherbergt zuweilen in diesem schmalen Saume zwei bis drei kleinere Strandwälle von 1—1½ m Breite. Der mittlere Strandwall zu ⅓—1 m Höhe ist bedeutend breiter und nimmt die breiteren mittleren Partien des Strandes ein. Von ihm aus erhebt sich dann der Hochstrand, der sich bis zum Fuße der Düne oder des Steilufers hin erstreckt.

Die vordere Böschung der einzelnen Terrassen beträgt bei der steinigen Küste mitunter bis zu 15° und ist somit bedeutend steiler als die allgemeine Böschung des Strandes.

Die Meereshalde stellt eine ähnlich abgestufte Böschung dar wie der subaerische Strand. Letzteres kommt durch die sogenannten Riff- oder Schaarbildung zustande, welche aus mehreren hintereinander aufgereihten und mit der Küste parallel laufenden Wällen besteht. Ihre Böschungen werden nach den größeren Tiefen hin beständig flacher.

Der sich vom Strande zu der ersten Riffrinne herabsenkende Hang der Meereshalde weist bei einer sandigen Beschaffenheit der Böschung einen Neigungswinkel von 9—12° auf, der sich bei steiniger Beschaffenheit des Materials bis zu 15° zu steigern vermag. So maß der Verfasser bei einem NO-Sturm N von Saßnitz eine Randböschung von 11—15° bei einer Hangbreite von 5 m.

## 7. Der Wechsel des Vertikalprofils im Horizontalverlaufe des Küstensaumes.

Im Abschnitt 5 wurde bereits der verschiedenartige Wechsel von Steil- und Flachküste in bezug auf den gesamten Horizontalverlauf erörtert. Aber auch innerhalb eines solchen Bezirkes, welchen wir entweder als ausgesprochene Steil- oder Flachküste bezeichnen müssen, machen sich so bedeutende Unterschiede geltend, daß sie zur Aufstellung neuer Küstentypen Anlaß geben.

Diese Unterschiede beziehen sich in erster Linie auf den Wechsel des absoluten Höhenbetrages im Horizontalverlaufe des Saumes, in zweiter Linie auf die Unterschiede in bezug auf den absoluten Böschungsbetrag.

Den Böschungsbetrag im Saumabfall erhielten wir aus dem senkrecht zum Küstensaume geführten Querschnitt (Querprofil), den Höhenunterschied im Horizontalverlaufe des Saumes erhalten wir aus einem senkrechten parallel zur Küstenlinie geführten Längsschnitt oder Längenprofil.

Bei den Klitküsten findet sich eine natürliche Ausbildung des Längenprofils in der oberen Grenzlinie des Klitabsturzes. Bei den übrigen Steilküsten und bei den Flachküsten gewinnen wir einen Ersatz für ein solches aus der vom Meere her gesehenen Profillinie des Festlandes. Bei hinreichendem Abstände von der Küstenlinie sehen wir sämtliche Punkte der Profillinie annähernd unter demselben Gesichtswinkel.

An der Deutschen Ostseeküste, deren Anhöhen 100 m selten überschreiten, geben solche Profilansichten ein deutliches Bild von der vertikalen Küstengliederung in dem Abstände von  $\frac{1}{2}$ —3 km. Zu diesen gehören auch die Profilansichten, welche den deutschen Seekarten größeren Maßstabes zur näheren Orientierung hinzugefügt sind.

Nach diesen natürlichen Längenprofilen können wir nun die Steil- und Flachküsten wieder genauer charakterisieren.

Bei den Steilküsten macht sich ein Unterschied zwischen einer horizontal verlaufenden oder schwach geneigten und einer wellenförmig auf und ab steigenden Profillinie geltend. Die

erstere liefert den Typus der Plateauküste, die letztere den der Hügellandküste.

Die Hügellandküste tritt hauptsächlich an der Schleswigschen Küste auf. Sie umfaßt hier sowohl die Halden- wie die Klintküste. Auch die südöstlichen Steilküsten von Rügen sowie die Steilküsten von Usedom—Wollin zeigen den Hügellandcharakter. Die übrigen Steilküsten gehören meistens der Form der Plateauküste an. Auch treten zahlreiche Übergangsformen auf, welche wir als Küsten mit schwachwelligem Längenprofil bezeichnen können. Hierher gehört die hohe Steilküste des westlichen Mecklenburg westlich von Boltenhagen, ferner die Außenküste von Alsen und die niedrigen Steilküsten des Greifswalder Bodden.

Von den Flachküsten weist die Dünenküste einen ausgesprochenen Hügellandcharakter auf, in dem die Höhenlinie der Ketten in dem Bereich von über zwei Drittel der Gipfelhöhe in langgestreckten Wellen auf und nieder zieht. Derartig gestaltet sind die Profillinien der Kurischen und Frischen Nehrung und die höheren Dünenküsten der Hinterpommerschen Küste.

Die eigentliche Flachküste ergibt nach ihrem Längenprofil die niedrige Horizontallinie einer Küstenebene. Eine ausgedehnte Küstenlinie dieser Art bildet das Memeldelta an der W-Seite des Kurischen Haffes und das Weichseldelta an der SW-Küste des Frischen Haffes.

Bei der Dünenküste und der Haldenküste ist im Horizontalverlaufe des Längenprofils mit der Abnahme des absoluten Höhenbetrages auch gleichzeitig eine Abnahme des absoluten Böschungsbetrages verbunden, da in dem Böschungsverhältnisse meistens nur die Vertikalkomponente, d. h. der Zähler des Bruches verkleinert wird, während z. B. bei der Dünenküste der horizontale Abstand von der Küstenlinie annähernd derselbe bleibt.

Bei den Klintküsten dagegen wird die sogenannten Schluchten- und Nischenbildung meist nur durch die Vergrößerung des Längenmaßstabes herbeigeführt, indem der absolute Höhenbetrag, d. h. der vertikale Maßstab annähernd derselbe bleibt wie z. B. bei der Plateauküste.

In diesem Falle wird die obere Strandlinie in der Horizontalebene gegen das Land hin zurückweichen.

Mit dem Ausdrucke Nische sollen die breiteren zirkusartigen Küsteneinschnitte bezeichnet werden, die engeren keilförmigen als Schluchten.

Die Nischenbildung ist die häufigere von beiden Erscheinungen. Die Schluchten treten hauptsächlich an den höheren Steilufern auf, wie z. B. an der hohen Kreideküste von Jasmund (30—100 m) und an der N-Küste von Samland (25—50 m Höhe).

Auch treten an diesen Küsten Übergangstypen von der engen Schluchtenbildung zur breiteren Nischenform in Erscheinung. Mitunter ist auch die obere Partie des Einschnittes als Schluchtenform, die untere dagegen als Nischenform ausgebildet. Dieser Fall tritt häufig an der Steilküste von Jasmund auf.

Die Nischenform finden wir an allen Steilküsten ausgebildet, doch zeichnen sich einzelne Klintküsten auch durch das Fehlen jedweden Küsteneinschnittes aus.

Solche ganz glatten Klintküsten mit sehr steiler Böschung fanden sich auf weite Strecken an der Mecklenburgischen Küste westlich von Kap Stoltera und an der ganzen Westsamländischen Küste.

Die Nischen bestehen entweder in zirkusartigen Ausbuchtungen von einfach halbkreisförmigem Grundrisse, oder sie werden an den vorderen Flanken noch durch beiderseitig gegen die Mitte vortretende Vorsprünge über den halbkreisförmigen Grundriß hinaus zu einer einseitig geöffneten, kesselförmigen Einbuchtung ergänzt. Die letzteren Formen finden wir an der Mecklenburgischen Küste zwischen Arendsee und Altgaarz, auch der bekannte Zipfelberg von Großkuhren an der Nordsamländischen Küste stellt einen solchen von links gegen die Mitte der Nische vortretenden Seitenflügel dar.

## C. Die Ursachen der Gestaltung.

Der Küstensaum der Deutschen Ostseeküste, der sich im weitesten Sinn auf das gesamte Norddeutsche Tiefland erstreckt, gehört ebenso wie das Deutsche Mittelgebirgsland zum Bereiche des West- und Mitteleuropäischen Schollenlandes.

Während sich die Abhängigkeit der Deutschen Mittelgebirgslandschaft von dem Faltungs- und Verwerfungssystem des Schollengebietes aus dem Aufbau der an die Oberfläche tretenden paläozoischen und mesozoischen Gesteine deutlich erkennen läßt, ist das Norddeutsche Tiefland von einer zusammenhängenden Schicht diluvialer Ablagerungen bedeckt, welche den Einfluß des Untergrundes auf die heutige Oberflächengestaltung wesentlich abgeschwächt, ja zum Teile gänzlich aufgehoben haben.

Die tieferen nördlich gelegenen Teile dieses Gebietes sind zum größten Teile von der südlichen Ostsee bedeckt.

Die Entstehungsgeschichte der letzteren hängt hauptsächlich mit einer Reihe von Niveauschwankungen zusammen, welche im Gefolge der eiszeitlichen Erscheinungen auftraten.

Die Zugehörigkeit des meeresbedeckten Ostseebeckens zu dem subaerischen Schollenland des Norddeutschen Tieflandes ergibt sich daraus, daß auch in dem nördlichen Küstenlande der südlichen Ostsee auf der Insel Rügen die schollenartige Zerstückelung des Untergrundes nachgewiesen ist<sup>1</sup>. Wir können nun nach R. Credner<sup>1</sup> den südlichen Teil des Ostseebeckens in einen östlichen und westlichen Teil zerlegen, welche durch die nur 18 m tiefe Darßer Schwelle zwischen dem westlichen

---

<sup>1</sup> R. Credner, Über die Entstehung der Ostsee. Geogr. Zeitschr. (1895) 543.

Vorpommern und der Insel Falster voneinander geschieden sind. In dem westlichen Teile herrschen auf dem Meeresboden die durch die glaziale Bedeckung gegebenen Oberflächenformen vor. Sie bilden ein unruhiges Bodenrelief mit rinnenartigen Vertiefungen, während der östliche Teil beckenförmige Einsenkungen mit stehengebliebenen oder emporgepreßten Horsten aufweist, welche auf den schollenartigen Charakter des Untergrundes zurückzuführen sind. Denselben Charakter tragen dann auch die weiter nördlich gelegenen Teile der Ostsee und des Bottischen Meerbusens. Letztere bezeichnen bereits das Gebiet der glazialen Erosion, in welchem nicht mehr die Ablagerung, sondern die erodierenden Kräfte der nordischen Gletscher die Formen des tektonischen Untergrundes umgestaltet haben.

Wir können nun die Ursachen der Gestaltung der Deutschen Ostseeküste aus geologischen Gesichtspunkten nach dem Anteile des vorquartären Untergrundes und dem der diluvialen Eiszeit unterscheiden. Mit den ersteren zusammen sollen auch die tektonischen Störungen betrachtet werden, welche sowohl vor als auch nach der Vereisungsperiode aufgetreten sind, da sie sämtlich durch den Untergrund vermittelt wurden. Im Anschluß an die gestaltenden Faktoren der diluvialen Eiszeit sollen die Niveauschwankungen erörtert werden, welche der Vereisung folgten und als die wichtigsten Faktoren der ehemaligen und gegenwärtigen Meeresbedeckung zu gelten haben.

Als dritter Hauptteil ergibt sich endlich der Anteil, welchen die exogenen Kräfte an der Gestaltung der Oberfläche von der postdiluvialen Periode bis zur Gegenwart hin genommen haben. Sie zerfallen im wesentlichen in den Anteil des Meeres, der Flüsse und der subaerischen Agenzien.

### 1. Der vorquartäre Untergrund.

Das unter einer Decke von tertiären und diluvialen Ablagerungen verhüllte Grundgerüst des paläozoischen und mesozoischen Gebirgsbaues weist nach den Ergebnissen der Bohrungen und nach der Beurteilung der an die Oberfläche tretenden Schichten eine außerordentlich zerstückelte, unregelmäßige

Oberflächenform auf<sup>1</sup>. Es ist daher schwierig, die Beziehungen zwischen diesem Untergrund und der allgemeinen Neigung des Norddeutschen Flachlandes gegen die Ostsee festzustellen. Immerhin scheint es festzustehen, daß eine Neigung des gesamten Grundgerüsts gegen das Becken der heutigen Ostsee bereits in der vorquartären Zeit bestanden hat. Wir müssen dies einmal aus dem Umstande schließen, daß die Dicke der überlagernden Glazialschicht nach den südlichen Rändern hin abnimmt und daher die Oberfläche des Grundgerüsts allgemein mit einem größeren Neigungswinkel nach N hin abfällt als die heutige Oberfläche von 1' Neigung.

Ferner geht die Neigung der vorquartären Schichten gegen das Becken der Ostsee auch aus der Verbreitung der tertiären Ablagerung hervor. Während sich das Oligozänmeer an dem Südrande des Norddeutschen Flachlandes bis nach Schlesien ausdehnte, beschränkt es sich in der Miozänzeit auf das nordwestliche Deutschland<sup>2</sup>. Daraus folgt, daß das nordwestliche Deutschland bereits die tieferen Partien des Norddeutschen Flachlandes vorstellte, auf welche sich der Meeresbereich im Miozän zurückzog. Das entspricht auch der allgemeinen Böschung der heutigen Oberfläche, nach welcher das Norddeutsche Tiefland nicht bloß von S gegen N, sondern auch von O gegen W an Höhenbetrag abnimmt. In der Pliozänzeit folgte dann eine Festlandsperiode, in welcher eine bedeutende Abtragung durch erodierende Kräfte stattfand<sup>3</sup>. Dessenungeachtet zeigt auch noch die heutige Zusammensetzung der Preußischen Steilküsten die höhere Lage der tertiären Schichten gegenüber dem westlichen Küstenabfalle. Während hier das tertiäre Miozän bis über 10 m Meereshöhe an dem Aufbau der Steilküste teilnimmt, tritt es in den westlichen Küstenbezirken nicht mehr an die Oberfläche heran und nimmt hier nach A. Jentzsch<sup>4</sup> gar nicht oder höchstens nur ausnahmsweise an der Zusammensetzung des Meeresbodens teil.

<sup>1</sup> F. Wahnschaffe, Die Ursachen der Oberflächengestaltung des Norddeutschen Flachlandes 15.

<sup>2</sup> F. Wahnschaffe a. a. O. 16.

<sup>3</sup> F. Wahnschaffe a. a. O. 17.

<sup>4</sup> A. Jentzsch, Handb. des deutschen Dünenb. 15.

In bezug auf die horizontale Gestaltung weist der allgemeine Bogenverlauf der Deutschen Ostseeküste nähere Beziehungen zu dem vorquartären Untergrund auf. Nach der Ansicht von Wahnschaffe<sup>1</sup> steht er in inniger Beziehung zu dem Horizontalverlaufe des baltischen Höhenzuges. Die Entstehung des letzteren folgert Wahnschaffe aus einer bereits vorhandenen vorquartären Depression des Ostseebeckens.

Hieran knüpft sich dann die stärkere Neigung des baltischen Höhenabfalles gegen die Ostsee und die Entstehung der allgemeinen Neigung der Buchten größten Maßstabes. Während auf dem Mecklenburgischen Höhenrücken nach E. Geinitz die Oberkante der Kreideformation in einigen Aufschlüssen 23—103 m über dem Meeresspiegel liegt, wird sie in dem nördlichen Vorlande 19—103 m unter dem Meeresspiegel angetroffen<sup>2</sup>.

Namentlich ist man bemüht gewesen, den Horizontalverlauf der großen Buchten und Landvorsprünge mit dem Verwerfungssystem des Norddeutschen und Südschwedischen Schollenlandes in Beziehung zu bringen. Tektonische Störungen haben das Norddeutsche Flachland zu verschiedenen Zeiten der mesozoischen, tertiären und quartären Ablagerungen betroffen. Solche fanden am Ende der Kreideperiode statt<sup>3</sup>, im mittleren Miozän und während der Inter- und Postglazialzeit bis in die jüngste geologische Vergangenheit hinein. Nach Lossen<sup>4</sup> unterscheiden wir das herzynische (OSO—WNW), das thüringische (SO—NW), erzgebirgische (WSW—ONO) und rheinische (N—S) Verwerfungssystem. Auch das im südlichen Schweden auftretende samländische Verwerfungssystem, welches dieselbe Streichrichtung wie das rheinische aufweist (N—S), wird von W. Deecke<sup>5</sup> für den Aufbau der Oderbucht geltend gemacht. Ferner hat R. Credner speziell für den Aufbau der Insel Rügen eine Reihe von verschiedenen Verwerfungssystemen aufgestellt.

---

<sup>1</sup> F. Wahnschaffe a. a. O. 135 f.

<sup>2</sup> F. Wahnschaffe a. a. O. 65.

<sup>3</sup> F. Wahnschaffe a. a. O. 8.

<sup>4</sup> Lossen, Der Boden der Stadt Berlin. Vgl. Wahnschaffe, a. a. O. 61 (Berlin 1869).

<sup>5</sup> W. Deecke, Ein Versuch zur Erklärung der Oderbucht, Zeitschr. der Deutschen geol. Gesellsch. (1893) 563—573.

Während nach A. von Koenen<sup>1</sup> die Entstehung des im nordwestlichen Deutschland vorherrschenden thüringischen (SO bis NW) Systems in die Zeit des mittleren Miozän fällt, ist für das rheinische System und für den tektonischen Aufbau von Vorpommern und Rügen eine weit jüngere Entstehungszeit nachgewiesen. Eingehend sind die Untersuchungen, welche R. Credner über den Bau der Halbinsel Jasmund angestellt hat<sup>2</sup>. Der Verlauf der Ostseite dieser Halbinsel wird durch ein SSO—NNO streichendes System, die nördliche und südliche Küste durch ein O—W und NO—SW streichendes Verwerfungssystem bestimmt. Die Verwerfungen, welche an den steil aufgerichteten Kreideschollen der Außenküste von Jasmund deutlich in Augenschein treten, haben ein interglaziales Alter. Denn der obere Geschiebemergel ist nicht mehr von der Verwerfung mitbetroffen, welche den Kreideuntergrund mitsamt der aufgelagerten unteren Grundmoräne zerstückelt und aufgerichtet hat.

Auch für den Steilküstenverlauf des übrigen Rügen ist das Bruchsystem des Untergrundes in vielen Fällen maßgebend. Die Ostküste von Wittow verdankt verschiedenartig gerichteten Spaltsystemen ihre NW—SO- und NO—SW-Richtung. Der Kreidehorst von Arkona besteht nach J. Elbert<sup>3</sup> aus mehreren (NW—SO) laufenden Schollen, während sich weiter südlich bei Vitte eine (NO—SW) verlaufende Spalte in Form einer Senkung vorfindet. Für den Aufbau der Granitz werden von J. Elbert<sup>3</sup> eine ganze Reihe von Spaltsystemen geltend gemacht: (NO—SW, NW—SO, NNW—SSO) streichende Schollen für die Granitz, für Mönchgut solche mit O—W-, WNW—OSO- und ONO bis WSW-Richtung.

Eingehend ist in jüngster Zeit von J. Elbert der hohe Diluvialrücken des Dornbusch am Nordende der langgestreckten Insel Hiddensee untersucht<sup>4</sup>. Die Oberflächenform des Dornbusch wird von einem Spaltsystem in herzynischer (NW—SO)

<sup>1</sup> Vgl. F. Wahnschaffe a. a. O. 68 Anm. 3.

<sup>2</sup> R. Credner, Rügen, Forsch. zur deutschen Landes- u. Volkskunde (1893).

<sup>3</sup> J. Elbert, Die Entwicklung der Bodenreliefs von Vorpommern und Rügen, X. Jahresbericht der Geogr. Gesellsch. zu Greifswald (1907) 165.

<sup>4</sup> J. Elbert, Die Strandfestigkeit des Leuchtturmes auf Hiddensee, X. Jahresbericht der Geogr. Gesellsch. zu Greifswald (1907) 28—42.

Streichrichtung beherrscht. Dieses ist jedoch nicht maßgebend für den NO—SW gerichteten Verlauf der Außenküste, sondern letzterer wird durch senkrecht zu der vorigen Richtung verlaufende Quer- und Randspalten gebildet, die bereits durch A. Günther festgestellt wurden<sup>1</sup>.

Die Entstehung der Pommerschen Bucht und der im Stettiner Haff tief in das Land eingreifenden Oderbucht wird nach W. Deecke<sup>2</sup> auf das Zusammentreffen der erzgebirgischen (NO—SW) und herzynischen (NW—SO) Streichrichtung mit der samländischen Verwerfungszone (N—S und NNO—SSW) zurückgeführt. Die samländische Verwerfungszone zieht an der Westküste von Bornholm vorbei in SSW-Richtung bis zur Odermündung. Ihrem System gehören die beiden Bruchränder der Swineniederung an, nämlich der Ostfuß des Golm südwestlich von Swinemünde und der Steilrand Misdroy-Lebbin. Das samländische Verwerfungssystem bildet gleichzeitig die Grenzscheide zwischen dem Bereiche des herzynischen und erzgebirgischen Streichsystems. In Vorpommern und Mecklenburg herrscht das herzynische System. In seiner Richtung erstreckt sich der Verlauf des Mecklenburgisch-Pommerschen Grenztales und der des Strelasundes. Dieser Richtung entspricht auch die reihenförmige Anordnung der Soolquellen in Vorpommern und Rügen, welche zumeist an den tieferen Stellen des Bodens den Aufbrüchen älterer Sedimente ihre Entstehung verdanken<sup>3</sup> (Stralsund—Greifswald—Anklam—Koblenz—Stettin). In Mecklenburg lassen sich nach Geinitz<sup>4</sup> fünf parallel verlaufende Reihen anstehender Kreidepunkte nachweisen, welche eine NW—SO- bzw. OSO bis WOW-Richtung annehmen. Demgegenüber weist der allgemeine Küstenverlauf eine hierzu senkrechte Richtung (NO bis SW) auf, ohne daß ein Querspaltenystem in erzgebirgischer Streichrichtung nachgewiesen wäre. In Hinterpommern herrscht die erzgebirgische Streichrichtung vor. In diesem Sinne verlaufen die Höhenzüge von Stargard bis Lauenburg, die Hinter-

<sup>1</sup> A. Günther, Die Dislokationen auf Hiddensee, Berlin 1891.

<sup>2</sup> W. Deecke a. a. O. 512; Geol. Führer durch Pommern 247, Berlin 1899.

<sup>3</sup> W. Deecke a. a. O.; Geol. Führer 26.

<sup>4</sup> Geinitz, Die Flötzformationen Mecklenburgs 83, Güstrow 1883.

pommersche Küstenlinie und die Streichrichtung der Juraschollen bei Cammin und Kolberg<sup>1</sup>.

Damit ist auch die Beeinflussung weiterer Küstenstriche, für welche noch keine näheren Nachweise vorliegen, durch die Tektonik des Untergrundes wahrscheinlich. So macht E. Werth<sup>2</sup> auf den geradlinigen Küstenverlauf der Westküste von Holstein aufmerksam, welche in der breiten Glazialrinne des Oldenburger Grabens ihre geradlinige Fortsetzung nach O erhält.

H. Haas weist auf die Übereinstimmung der erzgebirgischen Streichrichtung mit dem Verlaufe der meisten schleswigschen Förden hin und stellt eine Beeinflussung durch die Tektonik des Untergrundes nicht in Abrede<sup>3</sup>.

Das über den Höhenrücken von Pommerellen führende Leba-Rheda-Glazialtal fällt sowohl im W nach der pommerschen Seite wie auch im O nach der Danziger Bucht hin ab, so daß die in demselben Tale nach verschiedenen Richtungen hin abfließende Rheda und Leba durch eine Talwasserscheide voneinander getrennt sind. Dieses ungleichsinnige Gefäll des Glazialtales weist nach Keilhack<sup>4</sup> auf tektonische Störungen in der Postglazialzeit hin.

An der Samländischen Küste hält P. G. Krause<sup>5</sup> eine Beeinflussung der Küstenrichtung durch Abbrüche tektonischer Art für wahrscheinlich, da sich hier trotz des bedeutenden Höhenabsturzes des Steilufers die Endmoränenzüge anscheinend auf dem Meeresboden in Form zerstörter Steingründe fortsetzen.

Der glazialen Eisbedeckung in der Diluvialzeit ging unmittelbar die Festlandsperiode des Pliozän voraus. Daher fällt auch der erodierenden Tätigkeit des fließenden Wassers eine bedeutende Beeinflussung der Oberfläche des vorquartären

<sup>1</sup> Deecke a. a. O.; Geol. Führer 25.

<sup>2</sup> E. Werth, Studien zur glazialen Bodengestaltung in den skandinavischen Ländern, Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Sonderabdr. 26 Berlin 1907.

<sup>3</sup> H. Haas, Studien über die Entstehung der Förden an der Ostküste Schleswig-Holsteins, Mitt. a. d. miner. Inst. der Univ. Kiel I 8.

<sup>4</sup> Keilhack, Die Stillstandlagen des letzten Inlandeises und die hydrographische Entwicklung der Hinterpommerschen Küste, Jahrb. der Preuß. Geol. Landesanst. (1898).

<sup>5</sup> P. G. Krause, Endmoränen im westlichen Samland, Jahrb. der Preuß. Geol. Landesanst. (1904) 3827.

Untergrundes zu. Infolge der lockeren Beschaffenheit der miozänen Sande gewannen die Tiefenbeträge der Erosionstätigkeit bedeutende Ausmaße. Jentzsch<sup>1</sup> gibt für den tertiären Untergrund der Stadt Königsberg Höhendifferenzen von 155 m (+ 26 bis — 129 m) an, welche der pliozänen und vordiluvialen Erosion ihre Entstehung verdanken.

Gleichalterige Erosionswirkungen nehmen auch an der Entstehung der Danziger Bucht einen bedeutenden Anteil. Nach Zeise<sup>2</sup> ist auf der Südspitze der Putziger Nehrung und im Weichseldelta die obere Kante der Kreideablagerung in gleicher Tiefe (— 100 m) wie unter dem Randplateau bei Danzig und Elbing angetroffen. Der bedeutende Niveauunterschied zwischen dem Randplateau und der tiefen Danziger Bucht beruht daher auf Erosionswirkung, welche bereits in der Plioziänzeit einsetzte.

Die Danziger Bucht vertritt an der Deutschen Ostseeküste den einzigen Typus der Rundbuchten größten Maßstabes.

Die Abhängigkeit der übrigen Rundbuchten, mittleren und kleineren Maßstabes von dem Aufbau des vorquartären Untergrundes ist bislang erst für wenige Buchten nachgewiesen.

Die Tromper und Prorer Wiek zwischen den Halbinselvorsprüngen von Arkona, Jasmund und der Granitz bestimmen sich nach der Natur dieser Halbinselvorsprünge als die zwischen ihnen gelegenen Einbruchsbecken interglazialen Alters. Derselben Ursprunges ist auch das Becken der Swinemünder Bucht, die den nördlichen Teil des breiten Grabeneinbruches zwischen Usedom und Wollin einnimmt.

Die bedeutende vorquartäre Erosion, welche an der Herausbildung der Danziger Bucht mitwirkte, die Scholleneinbrüche an der Küste von Rügen und Usedom—Wollin lassen auch für die gleichgestalteten westlichen Buchten eine ähnliche Beeinflussung des Untergrundes vermuten.

Die Limane als die vom Meer eingenommenen Mündungen der alten Glazialtäler sind in ihrer Beckenanlage auf die Entstehung der letzteren zurückzuführen.

<sup>1</sup> A. Jentzsch, Der tiefere Untergrund von Königsberg, Jahrb. der Königsb. Preuß. Geol. Landesanst. (1899).

<sup>2</sup> O. Zeise und W. Wolff, Der Boden Westpreußens, Festschr. zum XII. Geogr.-Tag in Danzig, Danzig 1905.

Die Richtung der meisten Glazialtäler stimmt mit der Streichrichtung des herzynischen und erzgebirgischen Systems überein. Die Beziehungen zu der Tektonik des Untergrundes sind wegen der Mächtigkeit der diluvialen Ablagerungen schwer festzustellen<sup>1</sup>. Der Regnitz-Liman, in welchen das Mecklenburgisch-Pommersche Grenztal mündet, wurde nach der Auffassung von Deecke<sup>2</sup> und J. Elbert<sup>3</sup> durch das Verwerfungssystem des Vorpommerschen Schollenlandes mitbedingt.

Alle Horizontalgebilde mittleren und kleineren Maßstabes, die Förden, Rundbuchten, Bodden, Limane erweisen sich auf ihrer vorquartären Grundlage in erster Linie als Oberflächenformen glazialer Bildung. Die Tektonik des Untergrundes, soweit sie überhaupt für ihre Bildung in Betracht kommt, schuf nur die Anlagen für die heutige Gestaltung, sie bestimmte die Richtung der Horizontalumrisse der Förden und Limane und den Umfang der muldenförmigen Gebilde der Rundbuchten. Sie ergab ferner für die Buchten größten Maßstabes die hauptsächlich Richtungen des heutigen Küstenverlaufes an.

## 2. Der Anteil der diluvialen Eiszeit.

Über der zerstückelten und erodierten Oberfläche des vorquartären Untergrundes breiteten die von Skandinavien vorrückenden Inlandgletscher ihre Schuttmassen bis an den Rand des deutschen Mittelgebirges aus. Von geologischer Seite neigt man heute vielfach zu der Ansicht, daß die gesamten Glazialablagerungen einer dreimaligen Vereisung ihren Ursprung verdanken, welche durch zwei Interglazialzeiten mit milderer Temperatur voneinander getrennt sind<sup>4</sup>. Dennoch ist heute die Frage noch nicht vollständig entschieden, ob es sich andererseits nicht um verschiedene Phasen des Vorstoßes und Rückzuges einer einzigen Glazialperiode handelt (vielfaches Fehlen des Interglazials)<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> F. Wahnschaffe a. a. O. 186.

<sup>2</sup> Deecke a. a. O.; Geol. Führer 25.

<sup>3</sup> J. Elbert, Die Landverluste an den Küsten Rügens und Hiddensees, X. Jahresh. der Geogr. Gesellsch. zu Greifswald (1907) 5.

<sup>4</sup> Wahnschaffe a. a. O. 285.

<sup>5</sup> Geinitz, Lethäa Geognostica und Einheitlichkeit der quartären Eiszeit.

Die am Inlandeise wirkenden Kräfte können wir nach der verschiedenen Art ihrer Äußerungen in drei große Gruppen zerlegen<sup>1</sup>:

1. Die Druckwirkung des Eises auf die Unterlage (Schichtenstörung).
2. Die ablagernde Tätigkeit.
3. Die Erosion.

Die Druckwirkung des Eises auf die Unterlage erstreckte sich bei der ersten Vereisung zunächst auf den vorquartären Untergrund, später aber auch auf die bereits abgelagerten Schichten des unteren Diluviums. An der ablagernden Tätigkeit des Inlandeises nehmen sowohl das Gletschereis selbst als auch die glazialen Schmelzwässer teil. Danach unterscheiden wir die Grundmoränen und Endmoränen einerseits als direkte Ablagerungen der Gletscher, und andererseits die fluvio-glazialen Aufschüttungen.

Auch die Erosionswirkung ist doppelter Natur; das vorrückende Inlandeis vermochte unter günstigen Bedingungen ebenso wie die Schmelzwässer eine erodierende (ausschürfende) Tätigkeit zu entfalten.

In dem breiten Saume zwischen dem durch Endmoränen begrenzten Südlände der baltischen Seenplatten und der Küstenlinie herrschen die Oberflächenformen der Grundmoränenlandschaft vor. Die hügelige Grundmoränenlandschaft, welche sich hauptsächlich auf die Seenplatten selbst beschränkt, ist zum größten Teile durch eine Zone ebener oder flachwelliger Grundmoränen von der Küstenlinie getrennt.

Nur an der Küste von Schleswig und an einzelnen Partien der Kieler und Mecklenburger Bucht tritt die Hügellandschaft direkt an das Meeresufer heran.

An der Schleswigschen Küste sind besonders die Küsten der Förden und Buchten durch eine starkwellige Hügellandschaft ausgezeichnet, während Teile der Außenküste, wie z. B. die Außenküste zwischen der Mündung der Haderslebener Förde und der Sandwiggucht, und ebenso die NO-Küste von

---

<sup>1</sup> Vgl. Keilhack, Die Oberflächenformen des Norddeutschen Flachlandes, Zeitschr. der Geogr. Gesellsch. Berlin (1898) 482.

Alsen, mehr den Übergangstypus der schwachwelligen Grundmoränenlandschaft aufweisen.

An der Kieler Bucht ist die Ostküste der Hohwachtbucht südwestlich von Heiligenhafen hügeliger Natur, an der Mecklenburger Bucht die inneren Partien der Neustädter Bucht und die inneren Partien der westlichen Wismarschen Bucht, während in den übrigen Partien mehr eine flachwellige Moränenlandschaft an die Küstenlinie herantritt.

Die Insel Fehmarn besteht bereits aus einer niedrigen und ebenen Grundmoränenlandschaft. Weiter östlich auf dem Festlande schiebt sich zwischen Seenplatte und Küstenlinie ein 10—40 km breiter Streifen der ebenen bis flachwelligen Grundmoränenlandschaft ein, der sich vom östlichen Mecklenburg bis zur Weichsel hin erstreckt<sup>1</sup>. Ferner zeigen größere Strecken des östlich vom Weichseldelta gelegenen Küstensaumes, wie das Samland und das Plateau von Nadrauen und Memel, den gleichen Landschaftscharakter.

Auch die flachwellige bis ebene Grundmoränenlandschaft tritt in ihrem Verbreitungsbereiche nicht überall bis an die Küstenlinie heran: An der mecklenburgischen Küste: in deren westlichem Teil östlich bis zum Warnow-Liman und weiter östlich in der isolierten Erhebung des Fischlandes.

Ferner im Bereiche der vorpommerschen Binnenküste und der W- und S-Küste von Rügen. Der Grundmoränensaum wird hier ähnlich wie an der Mecklenburgischen Küste auf größere und kleinere Strecken hin durch Talalluvien unterbrochen<sup>2</sup>.

Die Ostseite von Rügen und die Inseln Usedom und Wollin, welche mit ihren näher gelegenen Partien, abgesehen von dem ebenen Wittow, eine flachwellige und hügelige Moränenlandschaft aufweisen, sind in ihrer Oberflächengestaltung vielfach durch das Verwerfungssystem des Untergrundes beeinflusst (vgl. vorigen Abschnitt<sup>2</sup>).

In Hinterpommern und Pommerellen legt sich vor die ebene bis flachwellige Grundmoränenlandschaft ein mehrere Kilometer

<sup>1</sup> Keilhack a. a. O. 484.

<sup>2</sup> Vgl. Geinitz, Die Seen, Moore usw. Übersichtskarte.

breiter Streifen von Torfalluvien, in welchen zahlreiche Strandseen eingebettet sind.

Nur an wenigen Stellen der Küste treten hier die lappenförmig gegen die Küstenlinie ausstreichenden Diluvialhöhen zwischen dem alluvialen Vorlande bis an das Meeresufer heran. Solche Partien bezeichnen die hohen Steilufer von Hoff, Groß-Horst, Bodenhagen, Funkenhagen, Rügenwaldermünde, Schönwalde, Jershöft und Rixhöft.

Wenn wir an der Danziger Bucht ihren westlichen unter dem Schutze der Putziger Nehrung gelegenen Teil mit zur Innenküste rechnen, so wird die ganze Außenküste vom Wurzelende der Putziger Nehrung bis Pillau östlich nur von Alluvien gebildet, die der ablagernden Tätigkeit des Meeres und des Weichselstromes ihre Entstehung verdanken.

An der Innenküste zwischen dem Wurzelende der Putziger Nehrung und Danzig, ferner an der Festlandseite des Frischen Haffes nördlich von Elbing bis über Königsberg nach Pillau wechselt eine plateauartige Grundmoränenlandschaft mit alluvialen Torfniederungen ab<sup>1</sup>. Die Plateaus der Grundmoränenlandschaft treten hier in breiten Flächen gegen das Meer vor. Von ihnen zeigen die niederen Küstenränder eine schwach geneigte und wenig gegliederte Oberflächenform (5—50 m), während die höheren Saumlandschaften eine verhältnismäßig steile Abdachung gegen das Meer hin bilden und durch tief eingeschnittene Talzüge stark zergliedert sind. Letztere sind ein Werk der glazialen und postglazialen Erosion.

Zu der ersten Gruppe gehören: die Putziger und Oxhöfter Kämme an der Westseite der Danziger Bucht.

Ferner an der Innenküste der Frischen Nehrung: die Plateauränder von Frauenburg, Büsterwalde, Rosenberg, Balga, Brandenburg und Fischhausen<sup>2</sup>.

Zu der letzteren Gruppe gehört der Küstensaum von Gdingen bis Zoppot an der Westseite der Danziger Bucht, ferner am Frischen Haff der Küstensaum westlich von Elbing

<sup>1</sup> Vgl. Jentzsch, Karte der Danziger Bucht, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 33.

<sup>2</sup> Vgl. A. Jentzsch, Geol. Karte der Danziger Bucht, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 33; ferner: Seekarte Nr. 51, 1:150 000.

bis Luisental als die meerseitige Abdachung der Trunzer Höhen. Der westsamländische Küstensaum zwischen Pillau und Brüsterort wird durch ein nahezu horizontales und fast ungegliedertes Grundmoränenplateau gebildet, welches auf dem Halbinselan- satze, nördlich von Pillau, zunächst noch niedrig bleibt und zum Teil von Dünen sand überlagert ist<sup>1</sup>, weiter nördlich da- gegen Höhenbeträge zu 30—50<sup>0</sup> aufweist<sup>2</sup>. Ähnlich ist die Nordsamländische Küste zwischen Brüsterort und Kranz gestaltet, indem sich das im W bis zu 60 m hohe Plateau von Neu- Kuhren östlich bis Kranz auf 5 m erniedrigt.

Nördlich von Kranz wird die Außenküste der Deutschen Ostsee fast ausschließlich durch marine Alluvien gebildet, bis Memel durch die Kurische Nehrung, nördlich von Memel durch einen vorgelagerten Dünen gürtel von 2—3 km Breite.

Der innere Küstensaum auf der Festlandseite des Kurischen Haffes wird auf der Südseite durch ein niedriges Grundmoränen- plateau gebildet, welches ähnlich wie in Vorpommern und im westlichen Mecklenburg durch breite Alluvialtäler und Nieder- rungen unterbrochen ist. Ebenso verhält es sich mit der nördlichen Saumstrecke zwischen dem Windenburger Vorsprung und Memel.

Wir können diese Art von Küstensaum im Gegensatz zu der geschlossenen Küste des westlichen Samlandes als eine subaerisch aufgeschlossene Grundmoränenküste bezeichnen. Dem- gegenüber stellt die Holsteinische Küste und die Boddenküste eine submarin aufgeschlossene Grundmoränenküste dar.

Der größere Teil der Ostseite des Kurischen Haffes wird von den Alluvien des Memeldeltas eingenommen.

Durch die später zu erörternden Perioden der Senkung in der Postglazialzeit wurde die Grundmoränenlandschaft in den Bereich des Meeres gezogen.

Den Formen der glazialen Aufschüttung und Ablagerung mit den vielfachen Umgestaltungen durch glaziale Erosion und Stauchungserscheinungen verdanken die meisten Horizontal- gebilde mittleren und kleineren Maßstabes ihre hauptsächliche

<sup>1</sup> Vgl. A. Jentzsch a. a. O.

<sup>2</sup> Vgl. A. Bludau, Höhenschichtenkarte der preußischen Seenplatte, Pet. Mit. Ergh. (1904) 110.

Ausgestaltung, und ebenso nehmen die glazialen Formen einen bestimmten Anteil an der vertikalen Gliederung des engeren subaerischen Küstenrandes.

Die hügelige und ebene Moränenlandschaft bestimmt zunächst die Längenprofile der Steilküsten nach der welligen oder horizontal verlaufenden Profillinie.

Durch das Untertauchen einer flachwelligen Moränenlandschaft wurde die Boddenküste geschaffen.

Die unregelmäßigen Horizontalumrisse der Bodden verdanken der unregelmäßigen Aufschüttung der Grundmoräne ihre Entstehung, und ebenso wurden ihre geringen Böschungsbeträge durch eine wenig geneigte flachwellige Grundmoräne veranlaßt. Auch die kopf- und nadelförmigen Horizontalumrisse der Boddenvorsprünge beruhen auf der insel- und halbinselförmigen Abgliederung der Grundmoränenhöhen. Hierhin gehören: Die kopfähnlichen Vorsprünge von Saal und Zarrenzin an der Binnenküste von Neuvorpommern, die Halbinseln Lieschow an der Westküste von Rügen und Zudar am Greifswalder Bodden, die Halbinseln Drigge und Proßnitz am Strelasund, der Werder an der östlichen Wismarschen Bucht. Den Typus eines nadel-förmigen Diluvialrückens liefert die Halbinsel Fahrenkamp zwischen dem Grabower und Barther Bodden.

Dieser Boddentypus, welcher der Aufschüttung der flachwelligen Grundmoräne seine Entstehung verdankt, ist am reinsten ausgeprägt in dem östlichen Teile der Wismarschen Bucht, an der Binnenküste von Neuvorpommern am Saaler, Bodtstädter, Barther, Grabow-Bodden, an der Westseite von Rügen und an der Westseite des Greifswalder Bodden.

An der Gestaltung der Bodden des östlichen Rügen und der Binnenküste von Usedom—Wollin hat entsprechend dem Charakter des Boddenvorlandes auch die Tektonik des Untergrundes einen bedeutenden Anteil genommen. Der große Jasmunder Bodden bildet die Fortsetzung des Einbruchbeckens der Prorer Wiek und der Klein-Jasmunder Bodden die der Tromper Wiek.

Die Endmoränen gelangen nur in sehr wenigen Fällen in die unmittelbare Nachbarschaft des Meeres. Im allgemeinen bleiben die Endmoränen des Baltischen Höhenzuges 30—70 km

von der Küstenlinie entfernt. Unmittelbar oder bis auf wenige Kilometer an die Küstenlinie heran treten sie im Bereiche der Neustädter und Hohwachtbucht<sup>1</sup>, indem sie sich hier dem Oberflächencharakter der hügeligen Grundmoränenlandschaft unterordnen. Ferner verbinden in Schleswig die Endmoränen kettenartig die innersten Enden der Förden, indem jedoch an denjenigen Stellen, wo die Förden nahezu senkrecht an sie herantreten, kilometerbreite Lücken in dem Zusammenhange der Endmoränenzüge auftreten. Die größte 14 km breite Lücke befindet sich im Hintergrunde der Apenrader Förde. Eine 9 km breite Lücke vor dem Anfange der Flensburger Förde. Das Eidertal unterbricht die Endmoränenzüge in einer 4 km breiten Lücke<sup>2</sup>. Nach Struck setzen sich einige östlich der Kieler Förde gelegenen Endmoränen auch jenseits derselben fort, indem sie durch die Breite der Förde auf 1—2 km unterbrochen sind. Vereinzelte Endmoränenrücken finden sich auf der Insel Rügen an der Westseite des Kleinen Jasmunder Bodden<sup>3</sup>, welche hier jedoch nicht unmittelbar an den Bodden herantreten.

Auf dem Halbinselvorsprunge des Samlandes treten die dem ebenen Plateau rückenförmig aufgesetzten Endmoränen an zwei Stellen an die Küstenlinie heran: bei Palmnicken und östlich Brüsterort, wo sie im Wachbudenberg die höchste Erhebung der Steilküste bilden<sup>4</sup>.

Radial angeordnete Drumlins, welche eine flachwellige Grundmoränenlandschaft charakterisieren, kommen in dem engeren Küstensaume der Insel Rügen vor. Sie finden sich hier in dem südwestlichen Teile der Hauptinsel und auf Jasmund, wo sie unmittelbar an den höheren Steilrand der Ostsee herantreten<sup>5</sup>. Ihre Streichrichtung wird nach Elbert durch das Verwerfungssystem des Untergrundes beeinflusst<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> Vgl. Struck, der Verlauf der nördlichen und südlichen Endmoräne in der weiteren Umgebung Lübecks (Lübeck 1902); Übersichtskarte 1 : 300 000.

<sup>2</sup> Wahnschaffe a. a. O.

<sup>3</sup> J. Elbert, Der Entw. d. Bodenreliefs von Vorpommern; a. a. O. Übersichtskarte 1 : 300 000.

<sup>4</sup> J. G. Krause, Die Endmoräne im westlichen Samland; a. a. O. 382 f.

<sup>5</sup> J. Elbert a. a. O., Übersichtskarte von Vorpommern und Rügen.

<sup>6</sup> J. Elbert a. a. O. 162 f.

Auch die Aufschüttungsformen der Schmelzwässer, welche die weiten Terrassenebenen der Tal- und Heidesande schufen, nehmen im Bereiche der baltischen Küstenzone an der Zusammensetzung der engeren Randzone teil.

In Mecklenburg bilden sie eine breite Küstenrandzone zwischen dem östlichen Ende der Breitling-Nehrung und der Gegend von Ribnitz<sup>1</sup>. Sie lehnen sich hier als ein niedriges und ebenes Plateau an das weiter südlich gelegene Grundmoränenplateau an. Gegen die Küste hin und gegen O ist das Heidesandplateau durch breite Alluvialmoore in mehrere Teillappen zerlegt.

Ein ähnliches Heidesandplateau, welches durch Torfalluvien in einzelne Stücke zergliedert ist, nimmt das Boddenvorland der Halbinseln Darß und Zingst ein. Da es nur wenige Meter über dem Meeresspiegel aufragt, so ist es gegen das Meer hin und gegen die Bodden durch künstliche Deiche geschützt.

Ein breiter Gürtel von Talsanden umgibt ferner den südlichen Rand des Stettiner Haffes im O wie im W<sup>2</sup>.

Das Vorland des Darß und Zingst und die südliche Randlandschaft des Stettiner Haffes zeigt uns die dritte Entstehungsart der Bodden: durch teilweises Überfluten einer ebenen bis flachwelligen Heidesandlandschaft.

Talsande sind auch den nur wenige Meter dicken Torf- und Moorschichten der weit ausgedehnten Randniederungen der hinterpommerschen Küste unterlagert<sup>3</sup>. Ihre tieferen Saumpartien werden von den heutigen Strandseen eingenommen.

An der NO-Küste des Kurischen Haffes nehmen Heidesandplateaus abwechselnd mit Grundmoränenplateaus und Alluvialniederungen teil, ebenso an der N-Küste des Frischen Haffes (vgl. den späteren Abschnitt über die Deltas).

Auf der Kurischen Nehrung tritt ein wenig nördlich von Kranz ein niedriges Heidesandplateau von geringer Ausdehnung an die SW-Küste des Haffes heran.

<sup>1</sup> a) Geinitz, Geol. Führer durch Mecklenburg 50, Berlin 1899.  
b) A. Kästner, Die nordwestliche Heide Mecklenburgs, Mitt. a. d. Meckl. Geol. L.-A. (1901), Übersichtskarte.

<sup>2</sup> K. Keilhack, Pommern, geol. Kartenbild und seine Begründung, Jahrb. d. Preuß. geol. L.-A. für 1900.

<sup>3</sup> Keilhack a. a. O., Geol. Übersichtskarte von Pommern.

Zu denjenigen Küstenformen, welche der erodierenden Tätigkeit des Eises und der Schmelzwässer ihre Entstehung verdanken, gehören die Küstenformen der Förden und Limane. Auch für eine Anzahl von Buchten kommen die erodierenden Kräfte der Diluvialzeit als Hauptfaktoren der Gestaltung in Betracht.

Nach H. Haas<sup>1</sup> haben an der Gestaltung der südlichen Förden Schleswig-Holsteins (Kieler Förde, Eckernförde und Schlei) hauptsächlich drei Faktoren mitgewirkt:

Die Erosion der Schmelzwässer, die Erosion des Eises und die Meereserosion.

Die Haupttätigkeit der glazialen Schmelzwässer verlegt er in die Interglazialzeit. Damals entstand durch den Interglazialstrom der Eider die Kieler Förde; durch die Interglazialtäler der Schlei, welche sich zu jener Zeit in der Gegend von Mismunde in einen stärkeren Arm nach SO und in einen schwächeren Arm nach NO wandte, die Eckernförder Bucht und die Schlei. Haas behauptet, im Gegensatz zu Geinitz, der die Meeresbedeckung der Fördenhohlformen auf eine Senkungsperiode in der Postglazialzeit zurückführt (Litorinasenkung), daß die Ostseeküste von Schleswig bereits zur Interglazialzeit ihre heutigen Grenzen annähernd inne hatte. Er hält die Meeresbedeckung während der Interglazialzeit zur Erklärung der Fördenbildung für unumgänglich notwendig. Denn durch die in dieser Interglazialzeit stattfindenden Meereserosionen wurden nach seiner Ansicht die Glazialflußmündungen erweitert und boten den wieder vorrückenden Eismassen eine um so größere Erosionsbasis. Hiermit traten gleichzeitig Stauchungserscheinungen auf, welche die Eider von ihrer Mündung, der heutigen Kieler Förde, absperreten (Hornheimer Stauchung). Bedeutender waren noch die Stauchungswirkungen, welche die Talanlagen der Eckernförder Bucht schufen. Es sind dies die in der Verlängerung der Eckernförder Bucht gelegenen Hüttener Berge.

Nach Haas beruht also die Fördenbildung auf der potenzierten Wirkung der Schmelzwässer, des Meeres und der glazialen Erosion.

---

<sup>1</sup> H. Haas, Über die Entstehung der Kieler Förde, der Eckernförder Bucht und der Schlei, Mitt. a. d. min. Inst. d. Univ. Kiel I Heft I.

Struck kommt durch die Untersuchung der Endmoränen in der Umgebung der Kieler Förde zu dem Resultat, daß die Kieler Förde aus mehreren hintereinander gelegenen Stauseebecke hervorgegangen ist, da die quer zur Förde verlaufenden Endmoränenzüge der O-Seite auf der W-Seite ihre Fortsetzung finden. Er vermutet ferner für die übrigen Förden eine ähnliche Entstehungsweise.

Nach Geinitz bilden die Schleswig-Holsteinschen Förden die Anfänge breiter Glazialstromtäler der letzten Abschmelzperiode, die in den rinnenartigen Vertiefungen des südwestlichen Ostseebodens ihre Fortsetzung erhalten<sup>1</sup>.

Nach den Untersuchungen von C. Weber an der Kieler Förde<sup>2</sup> ist es höchst wahrscheinlich, daß entgegen der Ansicht von J. Haas das Gebiet dieser Förde in der Glazialzeit beträchtlich höher lag als in der Gegenwart. H. Spethmann<sup>3</sup> hat den Niveauunterschied auf 14,10 m berechnet. Demnach bleibt für die Meeresbedeckung der Fördenhohlform während der Interglazialzeit höchstens eine schmale Rinne übrig, in welcher die Erosion des Meeres keine nennenswerten Beträge aufwies.

Wenn ferner nach J. Haas die kilometerweit landeinwärts gelegenen Stauchungserscheinungen in genetischem Zusammenhange mit der Fördenbildung stehen, so müßten vor allem die dem Fördenhintergrund unmittelbar benachbarten Teil ebenfalls von Stauchungen betroffen sein. Diese konnte der Verfasser nur im Hintergrunde der Kieler Förde an einem 5—7 m hohen Diluvialabbruch feststellen. Dagegen fanden sich im Hintergrunde der Eckernförder Bucht an einem künstlichen Seitenabbruche des Windebyer Moores, welcher gerade in der Verlängerung der Förde auf die Hüttener Berge hin gelegen ist, keine Stauchungserscheinungen (geschichtete Sande und Kiese).

Nehmen wir ferner mit R. Struck an, daß die Endmoränenzüge zu beiden Seiten der Kieler Förde diese selbst über-

<sup>1</sup> Geinitz, Die geogr. Veränderungen des südwestlichen Ostseegebietes (P. M. 1903) Sonderabdruck, vgl. Übersichtskarte.

<sup>2</sup> C. Weber, Über Litorien und Prälorinabildung in der Kieler Förde.

<sup>3</sup> H. Spethmann, Ancylussee und Litorinameer im südwestlichen Ostseebecken, Mitt. d. Geogr. Ges. in Lübeck (1906) Heft 21, 26.

schritten haben, so müßten sie den heutigen Tiefenverhältnissen der Förde entsprechend<sup>1</sup> von den Abschmelzwässern der letzten Vereisung wieder hinweggeräumt sein.

Dieser Umstand spricht für die Bedeutung der Erosion, welche wir der Wirkung der Schmelzwässer in der letzten Vereisungsperiode zuschreiben müssen.

Letztere haben die von der glazialen Erosion bereits vorgezeichneten Grundformen der Förden bedeutend erweitert und vergrößert und sind als die wesentlichsten Faktoren der heutigen Fördengestaltung anzusehen.

Vergleichen wir die Förden mit den Anfängen der breiten Urstromtäler Mecklenburgs, deren Entstehung und Oberflächengestaltung E. Geinitz in seiner Arbeit über die Seen, Flüsse und Moore Mecklenburgs eingehend dargestellt hat, so müssen wir aus der gleichen Oberflächengestaltung beider Gattungen von Gebilden auch auf eine gleiche Entstehungsart schließen. Die Urstromtäler Mecklenburgs<sup>2</sup> wie die Förden Schleswig-Holsteins beginnen mit breiten, kesselförmigen Talansätzen, in welchen sich nach wenigen tausend Schritten talabwärts bereits die fertige Talbreite entwickelt. Die aus dem umgebenden Plateau von oben her in den Talzirkus mündenden Zuflußtäler nehmen mit ihren geringen Dimensionen nur eine untergeordnete Stellung ein. Es kommt daher für die Entstehung der Fördenanfänge die Evorsion der Schmelzwässer in Betracht. Die Ausgestaltung des weiteren Verlaufes der Förden und der Urstromtäler übernahmen dann die mehr horizontal gerichtete Erosion der Schmelzwässerströme.

Bei den Förden liegen die ersten Talanfänge gewöhnlich noch außerhalb der vom Meere bedeckten Förderbucht. Sie werden entweder von kleinen Seen eingenommen, die von der Förderbucht durch alluviale Torfniederungen getrennt sind oder sie bestehen nur aus alluvialen Torfniederungen.

Der Hintergrund der Kieler Förde ist bereits durch die Anlage der Großstadt soweit abgetragen, daß von der natürlichen Zirkusanlage nichts mehr übriggeblieben ist. Nur die

---

<sup>1</sup> Vgl. Seekarte Nr. 30, 1:100000.

<sup>2</sup> E. Geinitz, Die Seen, Flüsse usw. a. a. O. 4 101.

am submarinen Anfange der Fördenbucht gelegene Wittenkuhle, welche gegenüber der durchschnittlichen Fördentiefe von 12—17 m eine bedeutende Vertiefung aufweist, zeugt noch von der bedeutenden Erosion der Schmelzwässer<sup>1</sup>.

Im Hintergrunde der Eckernförder Bucht sehen wir die breite Zirkusform des Talanfanges deutlich an der östlichen Umrandung des Windebyer Moores, welches von der Bucht durch eine Alluvialniederung geschieden ist. Ein gleiches Verhältnis besteht zwischen dem Anfange der Flensburger Förde und dem großen Mühlteiche, der neuerdings trocken gelegt ist<sup>2</sup>.

Die Apenrader Förde weist im Umkreise der Stadt Apenrade einen kurzen, spornartigen Talansatz auf, welcher von Alluvialniederungen eingenommen wird<sup>3</sup>.

Ebenso die kleine Gjenner Förde im SO bei Runde Mühle.

Bei den Flußförden, der Schlei und der Haderslebener Förde, haben die Schmelzwässer eine weit geringere Kraft entfaltet als bei den breiteren Förden.

Sie zeichnen sich vor diesen durch eine schmale und wenige Meter tiefe Abflußrinne aus. Ferner gehen sie aus flachen seenartigen Anfängen hervor, die eine weit größere Breite als die weitere Fortsetzung der Förden aufweisen. Es sind dies die beiden Schleisen am Anfange der Schlei und der Haderslebener Damm am Anfange der Haderslebener Förde.

Die Augustenburger Förde als der eigentliche Anfang der Alsenförde setzt sich aus mehreren flachen Talanfängen zusammen, in deren Hintergrund kleine Seen gelegen sind: der Mining-See und das Ketting-Noor. Auch bei diesen Fördenanfängen erreicht die Wirkung der Schmelzwässer nicht die Erosionsbeträge wie bei den großen Förden des gegenüberliegenden Festlandes. Die flachen der Vertorfung anheimfallenden „Mining-See und Ketting-Noor“ sind ebenfalls beträchtlich breiter als die darauffolgenden Fördenanfänge.

Der Alsensund besitzt trotz seiner geringen Breite ( $1\frac{1}{2}$ —1 km) eine beträchtliche Tiefe (11—17 m).

Das entspricht nicht dem allgemeinen Charakter der Fördenrinnen, von denen die breiteren, wie z. B. die Eckernförder

<sup>1</sup> Vgl. H. Haas, a. a. O.      <sup>2</sup> Vgl. Top. Übersichtsk. d. D. R. Nr. 23.

<sup>3</sup> Vgl. Top. Übersichtsk. d. D. R. Nr. 4.

Bucht und die Apenrader Förde, auch gleichzeitig die bedeutendsten Tiefen aufweisen (25—30 m). Da die Alsenförde die Verbindung zweier Meeresbuchten herstellt, so ist anzunehmen, daß ähnlich wie bei dem Strelasund die von den Schmelzwässern geschaffene Rinne nachträglich durch Meereseosion vertieft worden ist.

Während das Meer bei den Förden das ganze Glazialtal bis auf einen geringen Talansatz in Beschlag nahm und seinen oberen Teil zu einer Fördenbucht umgestaltete, geriet das Land an den Limanküsten nur soweit unter den Meeresspiegel, daß erst ein bestimmter Teil des Mittel- oder Unterlaufes zu einer Meeresbucht umgestaltet wurde. Daher lassen sich bei den Limanen die subaerischen Fortsetzungen der Glazialtäler in derselben Breite der Limane noch auf viele Kilometer landeinwärts verfolgen. Ferner sind die Limane meistens nicht in eine hügelige, sondern in eine ebene bis flachwellige Grundmoränenlandschaft eingeschnitten, welche bereits dem nördlich von den Seenplatten gelegenen Vorland angehört.

Der Trave-Liman bildet in gewissem Sinn einen Übergangstypus zu den Förden. Die subaerische Fortsetzung des Glazialtales erreicht hier kaum die Länge des Limanes selbst<sup>1</sup> und ist mit diesem zusammen in einer hügeligen Moränenlandschaft eingebettet, in welcher auch Endmoränenzüge sich quer über den Liman der Förde fortsetzen (Stulper Hook-Teschow)<sup>2</sup>. Demgegenüber sind die Limane der Warnow, Regnitz und Peene um ein Vielfaches der eigenen Limanlänge von ihren Talanfängen entfernt und in eine ebene Plateaulandschaft eingeschnitten.

Die Rundbuchten weisen trotz ihrer einheitlichen Form eine mannigfache Gestaltungsart auf.

Die Rundbuchten an der O-Seite von Vorpommern und Rügen verdanken ihre Gestaltung hauptsächlich dem Verwerfungssystem des Untergrundes.

An der Fördenküste von Schleswig-Holstein finden wir Rundbuchten kleinen Maßstabes, die mit den benachbarten Förden eine nahe Verwandtschaft aufweisen. Diese bestehen in

<sup>1</sup> Vgl. Top. Übersichtsk. d. D. R. Nr. 41.

<sup>2</sup> Vgl. Struck, Übersichtskarte der weiteren Umgebung von Lübeck; a. a. O. 1 : 300000.

zirkusartigen Fördenanfängen, die bereits bei einer Länge, welche etwa der Breite des Fördenanfanges gleichkommt, mit der breiteren Meeresfläche in Verbindung treten. Zu dieser Buchtenart gehören der Wennigbund an der W-Seite der Halbinsel Sundewitt und die Sandwiek- und Stegwiekbucht auf der O-Seite der Insel Alsen<sup>1</sup>. Auch die südlich der Haderslebener Förde gelegene Sandwiggbucht zeigt in dem Grundrisse der 10 m Isobathe deutlich die Gestalt eines unter den Meeresspiegel geratenen Fördenansatzes<sup>2</sup>.

Ähnlich wie diese den Förden verwandten Buchten beruhen auch die kleinen Teilbuchten der westlichen Wismarschen Bucht auf der Erosion der Schmelzwässer. Nach E. Geinitz<sup>3</sup> verdanken die zum Teil nur durch Untiefen angedeutete Boltenhagener Bucht und ferner die Wohlenberger Wiek der Evorsion der Schmelzwässer ihre Entstehung.

Die Geltinger Bucht am Südeingange der äußeren Flensburger Förde stellt namentlich mit ihren inneren sehr flachen Partien als der vom Meer eingenommene Teil einer niedrigen Grundmoränenlandschaft dar und weist daher nähere Beziehungen zu den Bodden als zu den Förden auf. Ihre äußerst flachen Küstenränder werden im O fast nur von Torfalluvien gebildet, während im W eine niedrige flachwellige Grundmoränenlandschaft allmählich zu dem westlichen Vorsprunge von Habernis ansteigt.

Bei den Rundbuchten mittleren und größeren Maßstabes beschränkt sich die gestaltende Tätigkeit der Schmelzwasser wegen ihres bedeutenden Umfangs nur auf einzelne Teilstrecken derselben.

In die Hohwachtbucht mündete der Schmelzwasserabfluß des Großen Binnensees, des Sehlendorfer Binnensees und des Wesseker Sees, in dessen Verlängerung der Oldenburger Graben gelegen ist; in die Neustädter Bucht, der des Neustädter Sees und des Hemmeldorfer Sees.

An allen Mündungsstellen springt die 10 m Isobathe in bogenförmigen Absätzen gegen die von niedrigen Alluvien eingenommenen Mündungspartien vor<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Vgl. D. Admir.-K. Nr. 40.

<sup>2</sup> Vgl. D. Admir.-K. Nr. 38.

<sup>3</sup> E. Geinitz, Die Seen, Flüsse usw. a. a. O. vgl. Anhang.

<sup>4</sup> Vgl. D. Admir.-K. Nr. 31 a und Nr. 43.

Von denjenigen glazialen Faktoren, welche an der Gestaltung des ganzen Buchtenumfangs einer Bucht mittleren oder großen Maßstabes teilnahmen, kommt vor allem die erodierende Tätigkeit des vorrückenden Inlandeises in Betracht.

Sofern diese Buchten durch die vorquartäre Tektonik und Erosion bereits ihre erste Anlage erhalten hatten, boten sie den vorrückenden Eismassen bequeme Zugstraßen zu den südlichen höher gelegenen Teilen des Vereisungsgebietes und waren als solche besonders der ausräumenden Tätigkeit der Inlandgletscher ausgesetzt, die ihre ursprüngliche Anlage erweiterten und vertieften.

Nach Zeise<sup>1</sup> kommt für die Entstehung der Danziger Bucht, für welche die pliozäne Erosion bereits eine erste Anlage schuf, hauptsächlich die glaziale Erosion in Betracht.

Auch für die Rundbuchten mittleren Maßstabes können wir eine ähnliche Wirkung der Eiserosion wie bei der Danziger Bucht annehmen.

### 3. Die postglazialen Niveauschwankungen.

Die Zeit nach der diluvialen Vereisung wird hauptsächlich durch Niveauschwankungen beherrscht, welche das Gebiet der gesamten Ostsee betroffen haben.

Namentlich die Untersuchungen der schwedischen Forscher de Guer, Münthe und Nathorst, denen sich später auch die Ergebnisse deutscher Forschung hinzugesellten, haben an den Küsten von Schweden, Dänemark und Finnland verschiedene Senkungs- und Hebungsperioden ergeben, von denen sich eine letzte Hebungsperiode noch heute an der Küste von Finnland und Schweden bemerkbar macht<sup>2</sup>.

Unmittelbar nach der ersten Vereisung trat eine Senkungsperiode auf, welche hauptsächlich die nördlichen Teile des Baltikums betraf. Hierdurch wurde das Yoldia-Eismeer geschaffen, in welchem sich bei niedriger Temperatur arktische Flora und Fauna ansiedelte.

<sup>1</sup> Zeise und Wolff, Beiträge zur Landeskunde von Westpreußen; a. a. O. 96.

<sup>2</sup> Geinitz, Lethäa Geognostica 2. Teil I 115.

In der darauffolgenden Periode von Hebung wurde das baltische Becken von den benachbarten Meeren abgeschnitten, so daß allmählich ein Süßwasserbinnensee entstand, welcher nach dem häufig in ihm auftretenden *Ancylus fluviatilis* als Ancylussee bezeichnet wird. Dieser See besaß ursprünglich keinen Abfluß, bis durch Überfließen beim Öresund (Sund) ein Abfluß nach der Nordsee geschaffen wurde<sup>1</sup>.

Zur Zeit des Yoldia-Eismeeres und des Ancylussees war das Gebiet der westlichen Ostsee noch nicht vom Meere bedeckt<sup>2</sup>.

Erst bei der nun folgenden Litorinasenkung erhielt die Deutsche Ostsee etwa ihre heutigen Umrisse. Zu der Abflußrinne des Sundes kamen die Abflußrinnen der beiden Belte hinzu. Dadurch erhielt das Wasser der Nordsee freien Zutritt zu dem Ostseebecken und es entstand ein Brackwassermeer, welches nach seinem Leitfossil der *Litorina litorea* als Litorinameer bezeichnet wird.

Die Litorina-Ablagerungen, welche bislang an verschiedenen Punkten der südwestlichen Ostküste nachgewiesen wurden, sind von H. Spethmann zusammengestellt<sup>3</sup>.

Die Senkung der Litorinaperiode wurde an der Deutschen Ostseeküste durch folgende Tatsachen nachgewiesen: Die Sohle der in die Ostsee mündenden Glazialtäler liegt beträchtlich tiefer als der heutige Meeresspiegel. Da eine Erosion tief unter dem Meeresspiegel nicht stattfinden konnte, so müssen die Talsohlen früher beträchtlich höher gelegen haben<sup>4</sup>.

Nach Angaben von Spethmann<sup>5</sup> lagen folgende Glazialtäler höher:

Das Ryktal bei Greifswald . . .	2,50 m
das Recknitztal . . . . .	6,25 „
das Warnowtal bei Warnemünde .	20,00 „
das Travetal bei Travemünde . .	56,50 „
die Kieler Förde bei Ellerbeck .	14,10 „

<sup>1</sup> Geinitz, a. a. O. 123.

<sup>2</sup> Geinitz, a. a. O. 341.

<sup>3</sup> H. Spethmann, Ancylussee und Litorinameer im südwestlichen Ostseebecken, Mitt. d. Geogr. Ges. Lübeck (1907).

<sup>4</sup> Geinitz, Der Konventer See, Mitt. XV. d. Meckl. Geol. L.-A. 8.

<sup>5</sup> Spethmann, a. a. O. 26.

Nach Angaben von W. Wolff<sup>1</sup>

das Weichseldelta durchschnittlich . 20,00 m

Nach Angaben von A. Jentzsch liegen alte Flußtäler mit Süßwasserbildung

bei Königsberg . . . . . 20,00 m

bei Pillau . . . . . 30,00 „

unter dem Meeresspiegel.

Als weiterer Beweis für die Senkung gilt das Auffinden von Spuren älterer neolithischer Kultur in bedeutender Tiefe unter dem Meeresspiegel, wie bei Kiel und Lübeck<sup>2</sup>.

Die Art der Senkung war eine schollenartige. Letzteres ergibt sich nach Klose<sup>3</sup> aus dem ungleichmäßigen Gefälle der vorpommerschen Urstromtäler, ferner auch aus dem verschieden großen Senkungsbetrage der einzelnen Glazialtäler.

Auf die Litorinasenkung folgte dann noch eine geringe Hebung, welche sich hauptsächlich im nördlichen Dänemark bemerkbar machte, und welche eine Verflachung der zur Nordsee führenden Abflußrinnen herbeiführte. Dadurch wurde das weitere Vordringen des salzreicheren Nordseewassers bedeutend beschränkt und der Salzgehalt der Ostsee von neuem verringert. Dieser Zustand entspricht etwa der gegenwärtigen Beschaffenheit der Deutschen Ostsee, welche besonders durch die Einwanderung der jetzt im ganzen Ostseegebiete verbreiteten *Mya Arenia* charakterisiert wird.

Eine nachträgliche (Postlitorina) Senkung ist bislang an der Deutschen Ostseeküste noch nicht nachgewiesen. Vielmehr ergaben die seit etwa 60 Jahren angestellten Pegelmessungen<sup>4</sup>, daß nach den postglazialen Niveauschwankungen momentan ein Zustand relativer Ruhe eingetreten ist.

Der Litorina verdankt demnach die Küstenlinie der Deutschen Ostsee im ganzen und großen ihren heutigen Horizontalverlauf. Gleichzeitig wurden die der Küstenlinie benachbarten

<sup>1</sup> Zeise und Wolff, Geol. der Danziger Gegend Sonderabdr. 31 (1905).

<sup>2</sup> Spethmann a. a. O. 21 45.

<sup>3</sup> H. Klose, Die alten Stromtäler Vorpommerns, Jahrb. d. Geogr. Ges. Greifswald (1905).

<sup>4</sup> Seibt, Das Mittelwasser der Ostsee bei Travemünde (1885) 50.

submarinen und subaerischen Oberflächenformen des festen Landes zu Küstenformen erhoben.

Diese erfuhren dann eine weitere Umgestaltung durch die seit der Postglazialzeit wirkenden exogenen Faktoren.

#### 4. Die Arbeit des Meeres.

Die gestaltende Tätigkeit des Meeres wird in der Hauptsache durch drei Arten von Bewegungen ausgeübt: durch die Gezeiten, durch die Meeresströmungen und durch die Wellenbewegung. Einen mittelbaren Einfluß auf die Küstengestaltung gewinnen auch die Niveauschwankungen, welche innerhalb kleiner Zeitintervalle auftreten, indem sie die jeweilige Angriffs- und Ablagerungszone der Wellen und Strömungen sowohl in vertikaler wie in horizontaler Richtung verschieben.

In der Deutschen Ostsee ist die Gezeitenbewegung eine derartig geringe, daß sie für die Gestaltung der Küste keine nennbaren Werte aufweist.

In dem Kleinen Belt beträgt die durch die Flutbewegung hervorgebrachte Niveauschwankung etwa  $0,2 \text{ m}^1$ . In dem breiten Gebiete der westlichen Ostsee ist die Gezeitenbewegung noch weit geringer:

Kiel . . . . .	7 cm
Marienleuchte auf Fehmarn . . . . .	6 „
Tiessow auf Rügen . . . . .	2,3 „
Swinemünde und Kolberg . . . . .	1,1 „
Memel . . . . .	0,5 „

Diese geringen Beträge der Niveauschwankungen stehen weit hinter denen zurück, welche die aufstauende Tätigkeit der Winde hervorbringt, so daß sie vielfach von den letzteren verdeckt werden.

Meeresströmungen werden in der (deutschen) Ostsee durch verschiedene Faktoren hervorgerufen:

Oberflächliche Ausgleichströmungen entstehen durch das Abfließen des Süßwasserzuschusses, welchen die Ostsee aus

<sup>1</sup> Segelhandbuch für die Ostsee Abt. I 153.

ihrem ausgedehnten Entwässerungsgebiet empfängt (vierfaches Areal der ganzen Ostsee)<sup>1</sup>. Krümmel schätzt die Menge des jährlich zufließenden Wassers auf 333 cbkm ein<sup>2</sup>. Das Abströmen des leichten Oberflächenwassers macht sich in der östlichen Ostsee, östlich der Linie Trelleborg-Arkona nur sehr wenig bemerkbar<sup>3</sup>.

Anders verhält es sich mit der westlichen Ostsee, wo in den Verbindungsstraßen nach der Nordsee namentlich im Sund häufig Abflußströmungen von ansehnlicher Geschwindigkeit auftreten. Sie sind vor allem daran erkenntlich, daß sie sich häufig gegen die Richtung des zur Zeit vorherrschenden Windes geltend machen.

Die an den Feuerschiffen: Drogden<sup>4</sup>, Gjedser Riff<sup>4</sup>, Fehmarnbelt<sup>4</sup>, Gabelflach (früher Stollergrund)<sup>4</sup>, Bülk<sup>4</sup> angestellten Beobachtungen zeigen in verschiedener Höhe von Prozenten die gegen den Wind auslaufenden Ausflußströmungen. Sie treten namentlich im Frühjahr auf, wo der Überfluß der der Ostsee zufließenden Schmelzwässer nach W abgeführt wird<sup>5</sup>. Ihre Geschwindigkeiten, welche Maximalbeträge bis 1,65 m pro Sekunde aufweisen, sind hinreichend, um eine gestaltende Tätigkeit auf die Oberflächenformen des Meeresgrundes auszuüben. 19.80  
oben

Nach Vernon-Harkourt<sup>6</sup> wird transportiert bei einer Geschwindigkeit von 0,075—0,15 m in der Sekunde Schlamm und Ton, bei 0,20 m Geschwindigkeit in der Sekunde Sand, nach Bonniceau grober Sand bei 0,22—0,3 m in der Sekunde<sup>7</sup>. Da die Maximalgeschwindigkeiten der Ausflußströmungen diese Werte weit übertreffen, so wird die Wirkung der Ausflußströmungen nur noch durch die Erreichbarkeit des zu transportierenden Materials in Frage gestellt.

<sup>1</sup> Segelhandbuch ä. a. O. 125.

<sup>2</sup> O. Krümmel, Die deutschen Meere, Inst. für Meereskunde 1904 Heft 6, 26.

<sup>3</sup> Segelhandbuch a. a. O. 125 126.

<sup>4</sup> Oberflächenströmungen im Kattegatt, Sund und in der westlichen Ostsee, Annalen der Hydrographie und marin. Meteorol. (1906) Sonderabdruck 11 12 13 19 f. 26 33.

<sup>5</sup> Oberflächenströmung im Kattegatt usw. a. a O. 20.

<sup>6</sup> Vgl. A. Rühl, Beiträge zur Kenntnis der morphol. Wirksamkeit der Meeresströmung, Inaug.-Dissert. 19, Berlin 1905.

<sup>7</sup> A. Rühl a. a. O. 15.

Die Abflußströmungen bleiben wegen des geringen spezifischen Gewichtes der Süßwasserzuflüsse Oberflächenströmungen. Sie können daher keine erodierende Tätigkeit auf den Meeresboden ausüben.

Die erodierende Tätigkeit der Oberflächenströmungen kommt daher nur dort in Betracht, wo die Meeresströmungen sich den Küstenrändern nähern oder von den Küstenströmungen Materialzufuhr erhalten. Das zurzeit vorhandene Beobachtungsmaterial stammt von den Feuerschiffen, welche meistens inmitten der Meere und der Meeresarme gelegen sind, so daß die weiteren Beziehungen der Meeresströmungen zu den Küsten noch einer näheren Untersuchung bedürfen. Einen gewissen Anhalt für das Verhalten des Stromes an der Küste geben die bei den Inseln Läso und Anholt an dem auslaufenden Strom angestellten Beobachtungen<sup>1</sup>. Die Inseln stellen sich den Ausflußströmungen als feste Hindernisse in den Weg und es entstehen an den Rändern derselben Gegenströmungen. Diese sind an der N-Seite von Anholt so mächtig, daß sie vom Uferrand andauernd Bestandteile mit sich fortführen<sup>1</sup>.

Dem ausfließenden Oberflächenstrom entspricht das Einfließen eines Tiefenstromes von schwerem salzreichen Nordseewasser. Dieser erhält nur durch die tiefste Rinne, den Großen Belt, zu dem Becken der Ostsee Zutritt<sup>2</sup>. Von hier verbreitet sich das salzreiche Nordseewasser teils über die Kieler Bucht, teils wird es durch den Fehmarnbelt in die Neustädter Bucht und nach der Mecklenburgischen Küste hin abgeführt<sup>3</sup>.

Durch diese Ausbreitung wird der Tiefenstrom erheblich abgeschwächt, so daß ein regelmäßiger Zufluß des Nordseewassers nur bis wenig über die Linie Darßerort-Falster hinaus erkennbar ist<sup>3</sup>. Über Stromgeschwindigkeiten liegen bislang keine Angaben vor. Daher fehlt noch ein fester Maßstab für die in und vor den schmalen Durchgangsstraßen zu erwartende Tätigkeit der Erosion und Akkumulation.

Neben den soeben angeführten Arten von Ausgleichströmungen beruht die größte Anzahl von Strömungen auf der

<sup>1</sup> Segelhandbuch für die Ostsee 131 136.

<sup>2</sup> Segelhandbuch a. a. O. 146.

<sup>3</sup> Segelhandbuch für die Ostsee 146.

Wirkung des Windes, welcher die sogenannten Windtriften erzeugt. Diese Windtriften, deren Geschwindigkeit sich nicht wesentlich von denen der Ausflußströmungen unterscheidet, sollen später im Anschluß an die ebenfalls von den Winden hervorgerufene Wellenbewegung behandelt werden.

Durch den Wind werden an der Oberfläche des Meeres zwei Arten von Bewegungen erzeugt: Wellen und Strömungen.

Die Wellenbewegung an der freien unbehinderten Meeresfläche besteht in der oszillierenden Bewegung der um einen festen Mittelpunkt kreisenden Wasserteilchen. Hierbei wird durch die räumlich und zeitlich sukzessive Anordnung der nebeneinander schwingenden Teilchen die sich fortpflanzende Scheinbewegung hervorgerufen. Die Wellenbewegung ist in erster Linie eine Oberflächenbewegung, da die an der Oberfläche hervorgerufene Bewegung sich nicht mit derselben Intensität auf die tieferen Schichten fortpflanzt. So sinkt die vertikale Bewegung der schwingenden Wasserteilchen schon in geringer Tiefe auf einen kleinen Bruchteil herab<sup>1</sup>. Gleichzeitig nimmt mit der Tiefe auch die Orbitalgeschwindigkeit in geometrischer Progression ab, so daß z. B. die Stoßkraft der bedeutendsten ozeanischen Wellen von etwa 9—13 m Wellenhöhe<sup>2</sup> in 50 m Tiefe kaum noch 2% der Stoßkraft der Oberflächenwelle beträgt<sup>3</sup>.

Stellen sich der Orbitalbewegung feste Hindernisse in den Weg, so erfährt sie eine Störung, mit welcher gleichzeitig eine Äußerung von Kräften verbunden ist. Bei hinreichender Intensität vermag diese einen bedeutenden Einfluß auf die Gestaltung der Küsten auszuüben. Diesen Vorgang bezeichnen wir als die Brandung. Sie übt an allen Untiefen und Küsten ihre gestaltende Tätigkeit aus. Die Brandung an einer senkrecht entgegenstehenden Wand bezeichnen wir als Klippenbrandung<sup>4</sup>, die an einer nahezu horizontal gestellten Wand als die Strand- und Untiefenbrandung. An einer senkrechten oder annähernd senkrecht geneigten Wand von Gestein, Lehm oder Sand wird

<sup>1</sup> Richthofen, Führer 326.

<sup>2</sup> Schott, Über Dimensionen der Meereswellen, Richthofenfestsch. 249.

<sup>3</sup> Peeck a. a. O. 474f.

<sup>4</sup> Krümmel, Der Ozean 204.

durch die in einer bestimmten Horizontalzone wirkende Brandung eine hohlkehlenartige Vertiefung eingegraben, die wir als die Brandungskehle bezeichnen. Indem die überhängenden Partien der Kehle einstürzen und zum Teil von der Brandung meerwärts fortgeführt werden, bietet der schwach seewärts geneigte Boden der Brandungskehle die Grundlage für den Strand. Auf ihm wird das herabgestürzte Gesteinsmaterial von den Wellen zerkleinert, nach Größe und Schwere sortiert und zum Teil am Fuße der Brandungsterrasse meerwärts unter dem natürlichen Böschungswinkel abgelagert. Die so entstandene Meereshalde geht dann mit kaum merklichem Neigungsunterschiede nach oben in die schwach geneigte Bodenfläche der Brandungsterrasse über und bildet mit dieser zusammen die submarine und subaerische Strandfläche. Die zurückliegende Steilwand der Brandungsterrasse bezeichnen wir als Steilufer, Steilabsturz oder Klint. Nur dort, wo in schmalen, windgeschützten Buchten eine senkrechte, tief unter den Meeresspiegel herabreichende Wand von sehr hartem und glatten Gestein einer schwachen Wellenbewegung entgegensteht, wie z. B. an den Fjordküsten von Norwegen und Neuseeland, kann auf lange Zeit hin die Ausbildung einer Brandungsterrasse verhindert werden. Dagegen wird sich an den Steilufern sämtlicher Außenküsten wie an allen Küsten mit weniger widerstandsfähigem Material stets ein Steilufer mit davor gelegener Strandfläche herausbilden.

Das Material der Steilufere, welche an die Deutsche Ostseeküste herantreten, besteht aus jungen mesozoischen und kanäozoischen Ablagerungen, deren geringe Widerstandsfähigkeit an allen Teilen der Küste die Strandbildung zuläßt.

Mesozoische Schichten von weißer (obersenoner) Schreibkreide bilden in mächtigen Schollen das Steilufer der Küste von Jasmund. Nach ihrer oberflächlichen Beschaffenheit bestehen die Kreideschichten aus einer mürben und bröckeligen Mergelmasse. Nur die oft schichtenweis in ihr enthaltenen Feuersteinknollen, von faust- bis nußgroßem Umfange, sind härter und widerstandsfähiger. Sie bleiben daher am Strand als die ausgewaschenen Überreste des fortgeschwemmten Kreidematerials zurück.

Kleinere, mehrere Meter breite Schollen von obersenoner Kreide, welche im Diluvium eingebettet sind, finden sich noch

an der Mecklenburgischen Steilküste bei Klützhöved und an der Steilküste westlich von Heiligenhafen. Die grau bis braun gefärbte Kreide von Heiligenhafen besteht aus bedeutend festerem und härterem Gesteinsmaterial als die Kreide auf Rügen. Sie zerspaltet sich jedoch sehr leicht und sammelt sich in kleinen Bruchstücken am Fuße des Steilufers an.

Als tertiäre Bildungen treten an den Steilufern von Ostpreußen, Westpreußen und Hinterpommern die oberen Schichten der Glaukonit- oder Bernsteinformation und die jüngeren darüber gelagerten Schichten der Braunkohlenformation auf. Die oberen Schichten der Glaukonit- oder Bernsteinformation setzen sich zusammen aus grün gefärbten glaukonitischen Sanden, in welchen einzelne Lagen durch Eisenoxydhydrat zu einem festen eisenschüssigen Sandstein, dem „Krant“ verkittet sind<sup>1</sup>.

Die Ablagerungen des jüngeren Tertiär, der sogenannten Braunkohlenformation, bestehen in einer Folge von Quarzsanden verschiedener Beschaffenheit, von sandigen Tonlagen (Letten) und wenig mächtigen sandigen Braunkohlenflözen. Hier bilden die Lettenschichten das festere Material<sup>2</sup>. Sie bedingen den eigentümlichen terrassenförmigen Aufbau des Steilufers, indem die Lettenschichten überall die steileren Abhänge gegenüber der flacheren Böschung der Sandlagen bilden<sup>2</sup>. Von sämtlichen Schichten der tertiären Ablagerung setzen nur die Krantbildungen der Brandungstätigkeit einen festen Widerstand entgegen. Man findet sie in Gestalt von großen, schollenartigen Blöcken auf dem Strande vor dem Absturzufer. Diese Krantbildungen treten jedoch nur sehr vereinzelt an tertiären Absturzufern auf.

Unter den diluvialen Schichten nimmt der Geschiebemergel als Ablagerung der Grundmoräne den bedeutendsten Anteil an der Zusammensetzung sämtlicher Steilufer der Deutschen Ostseeküste. Er besteht aus ungeschichteten Massen von sandigem bis tonig-kalkigem Material, in welchem Gesteinsblöcke von verschiedener Größe unregelmäßig verteilt sind<sup>3</sup>. Von diesem

<sup>1</sup> E. Schellwien, Geol. Bilder von der Samländischen Küste 4, Königsberg 1905.

<sup>2</sup> E. Schellwien a. a. O. 7.

<sup>3</sup> Geinitz, Lethäa 55.

bleiben die größeren Blöcke als Überreste einer zerstörten Diluvialwand<sup>1</sup> auf dem Strande zurück.

Neben dem Geschiebemergel treten vor allem die Ablagerungsprodukte der Schmelzwässer an den Uferabbrüchen auf. Sie bestehen hauptsächlich aus geschichteten Sanden und Kiesen, zuweilen auch aus schichtenartigen Anhäufungen von Blöcken oder aus ganz feinem, ebenfalls geschichteten, tonigen Material.

Bei den bis an den oberen Rand der Steilufer hinaufreichenden Heidesanden tritt gewöhnlich noch eine harte Deckschicht von gelbem und braunem Ortstein auf, die durch die harzigen Ausscheidungen von Pflanzen und durch die Einwirkung des Grundwasserstromes auf den Heidesand entstanden ist<sup>1</sup>. Der Ortstein, welcher oberflächlich meistens noch von eisenfreiem Bleisand und von Humusschichten bedeckt ist, bildet ein hartes und widerstandsfähiges Material. Ähnlich wie die Krantschichten der Bernsteinformation bleiben die Ortsteinschollen als Überreste des zerstörten und fortgeschwemmten Heidesandmaterials am Strande zurück<sup>2</sup>.

Von den Alluvien nehmen hauptsächlich phytogene Torfbildungen an der Zusammensetzung der Steilufer teil. Niedrige Torfklinte finden sich an den Küsten der Bodden und Strandseen.

Zuweilen werden auch die Dünensande von der Brandung angegriffen und bilden dann ebenfalls Klintufer aus losen Sanden, welche nur durch die tief eindringenden Wurzeln des Strandhafers zusammengehalten werden.

Alle die aus verschiedenem Materiale bestehenden Absturzufer der Deutschen Ostseeküste weisen eine bestimmte Ähnlichkeit der Form auf, da sie alle denselben gestaltenden Kräften der Meeresbrandung unterliegen.

Je nachdem sich der Absturz der unterwaschenen Steilwand an mehr oder weniger senkrechten Abbruchflächen vollzieht, schwankt der Neigungswinkel der Klinte zwischen 30—90°.

Werden die unteren Partien einer flacheren Steilböschung von einer schwächeren Brandungswelle fortgeführt, so erhalten

<sup>1</sup> A. Kästner, Die nordöstliche Heide Mecklenburgs, Mitt. XII d. Meckl. Geol. L.-A. (1901) 6.

<sup>2</sup> Geinitz, Der Landverlust der Mecklenburgischen Küste a. a. O.

wir von den im zweiten Kapitel angegebenen Profiltypen den Typus  $b_1$  mit flacher Ober- und steiler Unterböschung. Der Typus  $a$  und  $b_1$  treten meistens an niedrigen Abbruchsufern auf, wo die Wellen das herabgestürzte Abbruchmaterial bald fortzuführen vermögen.

An höheren Absturzwänden bleiben die herabgestürzten Schuttmassen wegen des Widerstandes ihrer größeren Massen jahrelang an dem Fuße der Absturzwand liegen, oft bis zur halben Höhe und darüber hinaus an derselben hinaufreichend. Das aus mächtigen Quadern bestehende Abbruchmaterial erhält gewöhnlich einen flacheren Böschungswinkel als die den oberen Klinthang bildende Abbruchsfläche. Dadurch kommt der Profiltypus  $b_2$  mit steilerer Ober- und flacherer Unterböschung zustande. Oft entsteht am Fuße der Abrutschmassen eine neue bedeutend niedrigere Klintwand mit steilerem Böschungswinkel, an der sich wiederum Schuttmaterial unter einem geringeren Böschungswinkel ansammeln kann. Dadurch entstehen Doppelterrassen vom Typus  $c$  mit steilerer Terrassenböschung.

Oft geht der Absturz so vor sich, daß die unteren Partien, welche unterwaschen und völlig durchweicht sind, durch den Druck der darüber gelagerten Massen unter diesen herausgepreßt werden, während die oberen Absturzpartien mit ihrer flachen Plateauoberfläche nur um eine Anzahl von Metern tiefer sinken, ohne ihre flache Oberflächenneigung wesentlich zu verändern. Auf diese Weise entsteht der Typus  $c$  mit flacher Terrassenböschung.

Die nischenförmigen Ausbuchtungen werden zum Teil durch muldenförmige Sandeinlagerungen in dem festeren Geschiebemergel hervorgerufen<sup>1</sup>.

An allen Steilufern der Deutschen Ostsee, deren Material der erodierenden Tätigkeit des Meeres ausgesetzt ist, wird die Grenze der Steilufer im Laufe der Jahre um eine bestimmte Anzahl von Metern landeinwärts verlegt. Eine Reihe von exakten Beobachtungen, welche an der Deutschen Ostseeküste angestellt sind, geben einen bestimmten Anhalt für die

---

<sup>1</sup> Geinitz, Der Landverlust der Mecklenburgischen Küste a. a. O. 7.

Geschwindigkeit, mit welcher sich der Zerstörungsprozeß im Laufe der letzten Jahrzehnte vollzogen hat.

Am umfangreichsten sind die Ermittlungen, welche E. Geinitz an der ganzen Mecklenburgischen Steilküste angestellt hat<sup>1</sup>. Es wechselt der jährliche Durchschnitt des Landesverlustes an der Mecklenburgischen Küste zwischen Beträgen von 0,1 und 1 m; der Mittelwert für die gesamte Steilküste beträgt 0,5 m. Am größten sind die Beträge an der Steilküstenstrecke Müritz-Torfbrücke (1 m), wo das Steilufer aus leicht zerstörbaren Heidesanden von wenigen Metern Höhe besteht<sup>2</sup>. Einen Verlust von 0,72 m erreicht das ebenfalls niedrige Steilufer aus Geschiebemergel zwischen Börgerende und Nienhagen<sup>3</sup>.

Das Brodtener Ufer bei Travemünde weicht nach P. Friedrich jährlich um 1,2 m zurück<sup>3</sup>.

An der Hinterpommerschen Küste betrug der jährliche Verlust an der 16—20 m hohen Steilküste von Jershöft und Hof 0,42 und 1 m<sup>4</sup>.

Für die Samländische Küste wurde an zwei Stellen des Steilufers von Kranz nach Behrendt<sup>5</sup> der Verlust auf 1,8 m berechnet. Schellwien<sup>6</sup> gibt den Verlust an dem 10—12 m hohen Geschiebemergelufer westlich vom Herrenbade bei Kranz auf 0,8 m an. Ferner für das 50 m hohe Steilufer zwischen Groß- und Kleinkuhren (Tertiär) 0,1—0,4 m jährlich, an der 35 m hohen Kadollingschlucht bei Rauschen 0,13—0,5 m.

Da die Steilufer, welche den hauptsächlichsten Verlust erlitten, meistens an Küstenvorsprüngen gelegen sind, so müssen sich die Landvorsprünge seit der Litorinasenkung bedeutend weiter meerwärts fortgesetzt haben. E. Geinitz, welcher die Auswanderung der Cimbern und Teutonen in Zusammenhang mit der Litorinasenkung bringt, schätzt den Landverlust für die Zeit von 2000 Jahren auf 1—2 km ein<sup>7</sup>.

<sup>1</sup> Geinitz a. a. O. 20 16.

<sup>2</sup> Geinitz a. a. O. 16.

<sup>3</sup> O. Friedrich, Das Brodtener Ufer bei Travemünde, Lübeckische Blätter 1901, Sonderabdr. 8.

<sup>4</sup> P. Lehmann, Das Küstengebiet Hinterpommerns, Zeitschr. f. Erdk. (1889) 332 f.

<sup>5</sup> Geologie des Kurischen Haffes 80, Königsberg 1869.

<sup>6</sup> E. Schellwien a. a. O.

<sup>7</sup> Der Landesverlust der Meckl. Küste a. a. O. 24.

Die allmählich landeinwärts schreitende Erosion des Meeres, welche wir als Abrasion bezeichnen, geht hauptsächlich bei auf-landigen Stürmen vor sich. Am intensivsten wirken die Sturmfluten, während welcher die stark brandenden Wellen durch bedeutende Erhöhung des Meeresspiegels ihre unmittelbare Wirkung an Steilufern auszuüben vermögen, während die Steilufer im allgemeinen durch den davor gelagerten Strand einen beträchtlichen Schutz erhalten. Wie bedeutend die Einwirkung einer einzigen Sturmflut ist, geht aus der Schilderung hervor, welche E. Geinitz von dem Landverlust der Mecklenburgischen Küste während der Sturmflut in der Silvesternacht 1904/05 gibt<sup>1</sup>. Am meisten hat damals die Gegend an der Torfbrücker Schneise (Rostocker Heidesandklint) gelitten. Die Nachmessung der Schneise ergab seit 1903 eine Verkürzung derselben um fast 20 m<sup>2</sup>.

Das Absturzmaterial der Steilufer, welches in großen Schollen bis kleinen Bruchstücken auf den Strand niederstürzt, wird durch die Brandungswellen des weiteren zertrümmert, geordnet und zum Teil fortgeführt. Solchen Ausschleppungsprozeß an einer Scholle aus Geschiebemergel konnte man im September 1906 an der Steilküste von Adlershorst beobachten.

Die feinen tonigen Bestandteile wurden von der Brandungswelle fortgeschwemmt und verursachten eine weithin am Strande verfolgbare Trübung der Meereswellen. Die sandigen Bestandteile der Geschiebemergelschollen wurden als dünne Deckschicht auf der schwach geneigten aus Geschiebemergel bestehenden Strandfläche abgelagert. Die nicht sehr stark brandenden Wellen vermochten also nicht mehr das gröbere Sandmaterial fortzuschaffen. Solcher Übersandung der Strandfläche durch ausgewaschene Sande der Steilufer begegnet man an fast allen Steilufern, wengleich auch an vielen Stellen das noch gröbere Kies- und Geröllmaterial vorherrscht.

Bei einem starken NO-Sturm im September 1906 konnte der Verfasser an der Küste von Jasmund wenige hundert Meter nördlich von Saßnitz auch die Sortierung des groben Kies-

<sup>1</sup> E. Geinitz, Die Einwirkung der Silvestersturmflut 1904/05, Mitt. XVI d. Meckl. Geol. L.-A. (1905).

<sup>2</sup> E. Geinitz a. a. O. 7.

und kleinen Steinmaterials beobachten. An der Stelle, wo die letzten kräftigen Brandungsspritzer aufschlugen, wurde das nuß- bis faustgroße Material von Feuersteinen auf dem wenige Meter breiten Strande zu einem Strandwall von  $\frac{1}{2}$  m Höhe aufgeschüttet. Dies geschah mit einer derartigen Heftigkeit, daß zuweilen einzelne Feuersteine über die Kammhöhe des Walles hinweggeschleudert wurden und sich hier ähnlich wie an der Vorderseite des Strandwalles unter einem bestimmten Böschungswinkel von  $10-15^{\circ}$  anhäuften. Vor dem Walle breitete sich meerwärts eine 4—5 m breite Ebene von  $3-5^{\circ}$  Neigung aus, auf welcher die sich überschlagende Brandungswelle in breitem Schwall gegen den Strandwall auflief. Auf dem Boden der Brandungsplatte, welche aus einer dunkelgrauen Mergelmasse (wahrscheinlich Geschiebemergel) bestand, wurden schwebende Kies- und Sandteilchen mit dem auf- und abflutenden Schwall in steter Bewegung erhalten. Wo der zurückflutende Brandungsschwall auf die nächste sich erhebende Brandungswelle stieß, wurde das mitgeführte Sand- und Kiesmaterial von neuem gepackt und wieder strandaufwärts befördert, so daß es schwebend auf- und abgeführt wurde. An der unteren Grenze, wo die letzte brandende Welle überkippte, konnte man im Moment des Überkippens wieder gröberes, nuß- bis faustgroßes Geröll erkennen.

Indem die stärkste Brandungswelle den von ihr aufgeschütteten Wall am weitesten strandaufwärts verlegt, vermögen weniger kräftige Brandungswellen vor diesem neue Wälle von kleineren Ausmaßen aufzubauen, so daß sich zuweilen auf dem schwachgeneigten Strande fünf bis sechs Wälle terrassenförmig gegen die wenig bewegte Strandwasserlinie einer ruhigen See abstufen. Auch unterhalb der subaerischen Strandfläche wird das zerkleinerte Schuttmaterial in Gestalt von mehreren hintereinander gelegenen Wällen abgelagert. Es bilden sich hier jedoch bei einer einzigen Brandungsperiode von bestimmter Stärke gleichzeitig mehrere hintereinander gelegene Strandwälle heraus, von denen die tieferen, meerwärts gelegenen immer flacher und schwächer ausgebildet werden. Die gleichzeitige Herausbildung von mehreren submarinen Strandwällen, die man auch als Riffe bezeichnet, beruht darauf,

daß der Brandungsprozeß bei starkem Wellengang bereits in einer beträchtlichen Entfernung vor dem Strand einsetzt. Indem das zurückfließende Brandungswasser, welches eine Unterströmung, den sogenannten Sog hervorbringt, mit der Oberströmung der aufbrandenden Wellen zusammentrifft, wird in bestimmten Linien, in welchen sich die Bewegungen aufheben oder stark schwächen, das mitgeschleppte Material zur Ablagerung gebracht. Bei starker Brandung kann man diese Bildung der Riffe nicht beobachten, da die brandende Welle zumeist stark getrübt ist. Dagegen kann man bei geringem Wellengange Miniaturriffe in der oben beschriebenen Form feststellen.

Das für den Bau der Strandwälle und Riffe verwandte Material stammt nun nicht immer von einem Steilufer, welches dem Riffe gerade gegenüberliegt. Durch weitere Bewegungsarten des Meeres an den Küsten wird der größte Teil des zerstörten Absturzmaterials an dem Strand entlang transportiert und an geeigneter Stelle wieder abgelagert.

Dies wird durch die Küstenversetzung und Küstenströmungen veranlaßt.

Die Küstenversetzung wird dadurch hervorgerufen, daß die letzte aufbrandende Welle meistens nicht senkrecht, sondern schräge gegen den Strand aufläuft. Infolge von Reibungserscheinungen erfährt nämlich eine jede mehr oder weniger schräg gegen den Strand auflaufende Welle eine Ablenkung senkrecht zum Strande hin. Indessen ist diese Ablenkung selten vollkommen, so daß die Brandungswelle gewöhnlich unter einem spitzen Winkel, der von einem Rechten bis zu  $15^{\circ}$  abweichen kann, aufläuft.

Da der schräge, gegen das Ufer auflaufende Wasserschwall nicht wieder in derselben Richtung zu seiner Ausgangsstelle zurückkehrt, so wird auch das mittransportierte Material seinen ursprünglichen Aufenthaltsort verändern. Dieses Entlangwandern des Materials am unteren Rande des subaerischen Strandes (den wir als die Brandungsschwelle bezeichnen können) durch Vermittlung der in parabelförmigem Bogen auflaufenden Brandungswellen können wir nach A. Philipsson<sup>1</sup> als

---

<sup>1</sup> A. Philipsson, Über die Typen der Küstenformen.

Küstenversetzung bezeichnen, wengleich letzterer diesen Begriff auch gleichzeitig auf die Transportwirkung der Küstenströmung anwendet. Nach einer Beobachtung des Verfassers am Strande von Heiligendamm wurden bei ziemlich kräftiger Brandung zwei kenntlich gemachte Steine von  $\frac{3}{4}$  Faustgröße im 5 Min. etwa 1,5 m weit am Strand entlang transportiert. Nach längerer Beobachtung gerieten sie jedoch weiter strandabwärts in das Bereich des ersten submarinen Strandwalles, wo eine weitere Verfolgung ihrer Bewegung nicht mehr möglich war.

Im allgemeinen kann man an der Deutschen Ostseeküste beobachten, daß der Transport von größerem Geschiebe bereits in wenigen Kilometern Entfernung von dem materialliefernden Steilufer fast gänzlich aufhört. Denn nur bis zu dieser angegebenen Entfernung wird in immer spärlicherer Ausstreuung das forttransportierte Geröll auf einem bereits durch Sandaufschüttung herausgebildeten Strand abgelagert.

Wir können solche Geröllabnahme an dem Sandstrande westlich von dem Stolterasteilufer bei Warnemünde, ferner südwestlich von dem Steilufer der Halbinsel Wustrow, südlich von dem Steilufer von Arkona und Jasmund beobachten. Neben dem gröberen Geröllmaterial wird von der Küstenversetzung auch das feinere Sandmaterial an der unteren Grenze des subaerischen Strandes entlang transportiert. Welchen Anteil an diesem Sandtransporte der Küstenversetzung oder der im folgenden zu erörternden Küstenströmung zukommt, bedarf noch einer weiteren Spezialuntersuchung, insbesondere der Erscheinung der Küstenströmung.

Neben der Küstenversetzung, welche insbesondere das gröbere Strandgeröll an der unteren Grenze des subaerischen Strandes entlang transportiert, macht sich die sogenannte Küstenströmung an der unteren Grenze des Brandungssaumes geltend, durch welche hauptsächlich das Sandmaterial der Abbruchsufer an der Küste entlang transportiert wird.

Die Küstenströmungen gehören zu denjenigen Meeresströmungen, welche durch den Wind hervorgerufen werden. Dies geht daraus hervor, daß die Strömungen stets mit dem Wind und niemals gegen den Wind der Küste parallel laufen, und daß ferner die Geschwindigkeit der Küstenströmung von

der Stärke des auflandigen Windes abhängt<sup>1</sup>. Ihre Maximalgeschwindigkeit beläuft sich nach Messungen an der Deutschen Ostseeküste<sup>2</sup> auf etwa 1 m pro Sekunde. Da eine Geschwindigkeit von 0,2 m zum Transporte von Sanden ausreicht, so wird bereits bei jeder kräftigen Windbewegung, welche an der Küste Strömungen von über 0,2 m Geschwindigkeit erzeugt, der Transport von Sanden eingeleitet werden. Dort, wo die Geschwindigkeit der Strömung wieder unter 0,2 m herabsinkt, wird eine Ablagerung der mitgeführten Sande eintreten. Dies wird hauptsächlich durch zwei Arten von Formenänderungen im Verlaufe des Küstensaumes herbeigeführt.

1. Durch das Auftreten der Untiefen.
2. Durch Veränderung der Küstenrichtung.

Die zu Boden sinkenden Sande werden entweder einem durch seine Lage begünstigten Strand aufgelagert, wodurch dieser verbreitert und erhöht wird, oder sie bauen Nehrungen in das Meer hinaus, welche eine wesentliche Umgestaltung im Verlaufe der Außenküste zustande bringen.

Da durch die unmittelbaren Strandauflagerungen der Sande der Strand verbreitert wird, so weist der Strand der Ablagerungsküste im allgemeinen eine breitere Fläche als der Abstrationsstrand der Steilufer auf.

Die breitere Strandfläche aus Sand bietet gleichzeitig Gelegenheit zur Dünenbildung, und falls die Verbreiterung des Strandes für eine längere Zeitperiode anhält, so vermögen sich auf dem schnell an Breite zunehmenden Strande ganze Systeme von Vordünen zu entwickeln. Da die Richtung einer Vordünenreihe stets parallel mit dem jeweiligen Strandsaume verläuft, so vermögen ältere Vordünenreihen einen gewissen Anhalt dafür zu geben, wie sich die Strandverbreiterung nach ihren einzelnen Entwicklungsphasen vollzog.

Solches Küstenvorland mit einem System von Vordünen findet sich in dem breiten Niederungsgebiet zwischen Usedom und Wollin, welches von der Swine durchflossen wird und durch

<sup>1</sup> H. Keller, Über die Gestaltung der Sandküste, Zeitschr. f. Bauw. (1881) XXXI 181.

<sup>2</sup> Baensch, Studien aus dem Gebiete der Ostsee, Zeitschr. f. Bauw. (1872) XXII 544.

die gegenüber gelegenen Diluvialplateauränder von Usedom und Wollin seitlich begrenzt wird. Durch den an der Usedomer Küste in NO-Richtung entlang ziehenden Küstenstrom wurde das Vordünensystem westlich der Swine geschaffen. Ferner wurde durch den an der Küste von Wollin in SW-Richtung entlang geführten Küstenstrom ein südwestlich gerichtetes Vordünensystem auf der östlichen Seite der Swine hervorgerufen.

Nachdem die nahezu senkrecht zueinander gestellten Dünen-systeme den breiten Haffzugang buchtenartig versperrt hatten, wurde die von ihnen gebildete Bucht durch neue Vordünen-systeme weiter ausgefüllt, wobei sich der Richtungsunterschied beider Vordünensysteme immer mehr verringerte und sich allmählich in dem flachen von WNW über S nach ONO laufenden Bogen der heutigen Außenküste ausglich<sup>1</sup>.

Ein zweites Vordünensystem von bedeutendem Umfange besitzen wir in dem Landvorsprunge des Darß nördlich der Linie Rehberge-Prerow, welche die Grenzlinie zwischen dem Strandvorland und dem südlich gelegenen älteren Heidesand-gebiet darstellt<sup>1</sup>.

Aus der gegenseitigen Zuordnung der hier vorhandenen Vordünensysteme können wir die allmähliche Entstehung des Landvorsprungs verfolgen.

Die der Auflagerungsbasis Rehberge-Prerow zunächst gelegenen älteren Dünen sind parallel zu dieser abgelagert. Sie liegen heute auf der W-Seite der Halbinsel im Abbruche des Meeres. In ihrer südwestlichen Verlängerung springt die 10 m Isobate weit gegen das Meer vor, indem zwischen ihr und der heutigen Küstenlinie Untiefen von unruhigem Bodenrelief eingeschaltet sind<sup>2</sup>.

Dieser Umstand macht es sehr wahrscheinlich, daß die Küstenlinie südlich der Rehberge früher bedeutend westlicher verlief etwa in der Richtung, welche durch die älteste Vordünenreihe und die 10 m Isobathe angedeutet wird. Nachdem das Meer die anfängliche Küstenlinie im SO weiter zurück-

<sup>1</sup> Vgl. Top. Übersichtsk. d. D. R. Nr. 44 45. Jentzsch, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 61 f. P. Lehmann, Pommerns Küste von der Dievenow bis zum Darß, Breslau 1878.

<sup>2</sup> Vgl. D. Admir.-K. Nr. 36.

gedrängt hatte, wurde auch die ursprünglich NO gerichtete Küstenströmung in eine mehr nördliche Richtung abgelenkt. Man erkennt dies aus dem Einschwenken der jüngeren weiter nördlich gelegenen Dünenreihen gegen S. Damit wurde gleichzeitig der Richtungsunterschied zwischen der von SSW an der W-Küste entlang ziehenden Strömung und der von O an der N-Küste entlang ziehenden Strömung bedeutend vergrößert. Es konnte namentlich die an der W-Küste entlang ziehende Strömung, welche infolge der vorherrschenden westlichen Winde der östlichen Strömung bedeutend an Wirkung überlegen war, den ersten schwachen Bogenvorsprung gegen N hin ablageren. Dieser bot dann der von O her kommenden Strömung bereits genügenden Halt, um an der O-Seite des neueren Vorsprunges ein jüngeres Dünensystem von O—W- bis OSO—WNW-Richtung abzulagern. Indem sich der Richtungsunterschied der an der W- und O-Küste entlang geführten Strömungen immer mehr vergrößerte, wurde allmählich der heutige Vorsprung herausgebildet. Bei dem Zurückdrängen der westlichen Küstenlinie gerieten auch die westlichen Enden der älteren Dünenzüge in Meeresabbruch, so daß heute die älteren Dünenzüge etwa unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  gegen die heutige W-Küste abschneiden.

P. Lehmann<sup>1</sup> bringt das westlich angelagerte Dünensystem mit der ablagernden Tätigkeit des ausfließenden Prerowstromes in Verbindung, welcher seinen Lauf seit dem Anfange der Darßbildung immer weiter östlich verlegt haben soll. Fraglich wäre in diesem Falle, woher der ausfließende Strom das zum Aufbau der Dünen erforderliche Material bezogen hätte. Wahrscheinlicher ist, daß der frühere Ausfluß früher weiter östlich gelegen hat, und dann allmählich durch die Küstenströmung nach W abgelenkt ist. Hierfür spricht eine verlassene Rinne, welche von dem toten Arme des Butterwiek direkt nach N führt<sup>2</sup>.

Ein weniger ansehnliches Vordünensystem findet sich an der Mecklenburgischen Küste westlich von dem Badeort Arendsee.

<sup>1</sup> P. Lehmann, Pommerns Küste von der Dievenow bis zum Darß a. a. O.

<sup>2</sup> Vgl. Generalstabskarte d. D. R. Nr. 62.

\* Ann. des Prerowstrom 1874 corrigiert

Hier trifft man in dem westlich vom Kurhause gelegenen Walde unmittelbar hinter der Vordüne auf ein Vordünensystem von fünf bis sechs Reihen. Das Vordünensystem füllt hier eine ehemalige Meeresbucht aus, welche einer glazialen Talbildung ihren Ursprung verdankt.

Neben den Neubildungen des Meeres, welche durch unmittelbare Angliederung des Neulandes an das ältere Küstenland geschaffen wurden, gibt es solche, welche als Nehrungen in das Meer hinausgebaut wurden. Die Nehrungen besitzen an der Deutschen Ostseeküste eine Maximalbreite, welche 2 km selten überschreitet.

Nehrungen größeren Maßstabes schwingen sich als Landrückennehrungen von der Samländischen Küste nach Memel als Kurische Nehrung, und von dem NO-Ende des Weichseldeltas nach Pillau als Frische Nehrung, ferner treffen wir Landbrückennehrungen zwischen den östlichen Inselkernen von Rügen, Jasmund, Wittow und Mönchgut, in der Schaabe und Schmalen Heide an.

Daneben besitzen wir eine bedeutende Anzahl von kleineren Landbrückennehrungen, welche ehemalige Meeresbuchten kleinen Maßstabes von dem Meer abgetrennt haben oder kleine Zwischenräume zwischen ursprünglich getrennten Inselkernen und Halbinseln ausfüllen. Solche Nehrungen trennen die Hinterpommerschen Küstenseen von dem offenen Meere. Sie schnitten hier eine reichgegliederte Diluvialküste von dem Meer ab, so daß hinter dem Nehrungswall eine ausgedehnte Haffküste entstand. Aus der Versumpfung und Vertorfung der flacheren Haffpartien blieben die tieferen Haffteile als die heutigen Strandseen zurück.

Auch zahlreiche Küstenseen der westlichen Deutschen Ostsee sind durch Abschnürung ehemaliger Diluvialbuchten entstanden. Man erkennt sie daran, daß sie außer durch die Nehrung nur durch alluviale Torfniederungen (meistens Wiesen) vom Meere getrennt sind, welche sich im Schutze der alluvialen Nehrung entwickeln konnten.

Eine Halbinselnehrung großen Maßstabes besitzen wir in der Putziger Nehrung. Ferner finden sich kleine Halbinselnehrungen auf der W-Seite der Halbinsel Wustrow.

Eine Inselnehrung, die sich an einen Inselkern von geringer Größe anschließt, bildet der Gellen, an der S-Seite des Dornbuschplateaus der Insel Hiddensee.

Die Richtung, in welcher die Ablagerung des Strandvorlandes oder der Nehrung vor sich geht, wird durch diejenigen Seewinde bestimmt, welche an den Küstenstrecken die stärksten und häufigsten Strömungen hervorbringen. Da sich für jeden verschieden gerichteten Saum auch verschiedene Quadranten der möglichen Seewinde ergeben, so wird der im allgemeinen vorherrschende Wind nicht immer den größten Einfluß auf die Gestaltung der Küste ausüben, sobald er nicht einem Quadranten der Seewinde angehört. Ferner kommt in Betracht, daß Winde, die erst kurze Strecken über das Meer hinwehen, noch keine Strömungen von bedeutendem Betrage zu erregen vermögen.

Aus den Windtabellen des Segelhandbuches für die Ostsee<sup>1</sup> geht hervor, daß an der Deutschen Ostseeküste die stürmischen Westwinde alle anderen stürmischen Winde an Häufigkeit übertreffen. Daher haben sich an denjenigen Küsten, welche den Westwinden als Seewinde ausgesetzt sind, die Nehrungen allmählich von O nach W herausgebildet. Dies gilt für die Nehrungen der Hinterpommerschen Küste und der Preußischen Küsten, ebenso an der Mecklenburgischen Küste für die Nehrung des Warnow-Breitling und des Konventer Sees. Für die O-Küste von Rügen dagegen sind die Westwinde Landwinde. Die Nehrungen wurden hier von der frei übers Meer wehenden Nordostwinden nach S angegliedert. Ebenso ist der Gellen von Hiddensee dem Inselkerne nach S hin angegliedert, weil die über die freie Meeresfläche von N und NW wehenden Winde den Ausschlag nach S erteilten.

Nach S sind auch die kleinen Nehrungshalbinseln gewandt, welche der Insel Poel und Halbinsel Wustrow im W angegliedert sind, und ebenso die kleine Nehrung an der O-Seite der Sandwiggucht. Fast alle diese Nehrungen verdanken östlichen Winden ihre Entstehung.

Die meisten Nehrungen der Deutschen Ostseeküste verdanken ihr Material den abradierten Steilufeln. Nur an der

---

<sup>1</sup>S. 54 Tab. XI.

Frischen Nehrung haben auch Sande des Weichseldeltas einen bedeutenden Anteil. Wir können daher allgemein zwischen Klintnehrungen und Deltanehrungen je nach der Herkunft des zum Aufbau der Nehrung verwandten Materials unterscheiden.

Welchen gestaltenden Einfluß die ebenfalls von Wind erzeugten Meeresströmungen des offenen Meeres auf die Küsten ausüben, ist bislang noch nicht des näheren untersucht. Ihr Einfluß käme dort in Betracht, wo sie bei Annäherung an die Küste den zu gleicher Zeit erzeugten Küstenstrom verstärken und ihm Material von weiter entfernten Untiefen zuführen würden.

Die Windströmungen der westlichen Ostsee besitzen eine Höchstgeschwindigkeit von vier Knoten pro Stunde = 2 m pro Sekunde<sup>1</sup>. Die Messungen, welche in dem östlichen Teile der südlichen Ostsee bei Adler-Grund angestellt wurden, ergaben im Etmal = 24 Stunden eine weit geringe Maximalgeschwindigkeit von 21 km = 0,24 m pro Sekunde. Da die Geschwindigkeit der Meeresströmung im Verlaufe von 24 Stunden bedeutenden Änderungen unterworfen ist, so wird das Mittel stets weit geringer als die Maximalgeschwindigkeit pro Stunde oder Sekunde sein. Wir können daher auch für den östlichen Teil der südlichen Ostsee eine weit größere Maximalgeschwindigkeit als 0,2 m pro Sekunde annehmen. Nach Gerhardt<sup>2</sup> reicht die Wirksamkeit der Strömungen bei stürmischen Winden bis über 10 m Tiefe hinab. Demgemäß üben starke Strömungen eine erodierende und umlagernde Tätigkeit auf die häufig in der südlichen Ostsee auftretenden Untiefen aus, indem sie dieselben nach verschiedenen Seiten hin abtragen.

Die Niveauschwankungen kleinerer Zeitintervalle beruhen hauptsächlich auf dem Einflusse der Winde.

Jährliche Schwankungen, bei denen das Niveau sich mit den einzelnen Jahreszeiten ändert, weisen nur geringe Niveauunterschiede auf. Nach Krümmel<sup>3</sup> betrug in den Jahren 1887 bis 1898 für Swinemünde der größte Unterschied der monatlichen Mittel kaum 16 cm. Das Maximum des Niveaustandes

<sup>1</sup> Oberflächenströmungen im Kattegatt usw. a. a. O. 20 24.

<sup>2</sup> Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 127.

<sup>3</sup> E. Geinitz, Die Einwirkung der Silvestersturmflut 1904/05 usw. a. a. O. 3.

entspricht dem sommerlichen Maximum der Regenfälle in dem Entwässerungsgebiete der Ostsee, der niederschlagärmsten Zeit im April und Mai entspricht ein Minimum des jährlichen Niveaustandes<sup>1</sup>.

Unregelmäßig sind die Niveauschwankungen, welche von dem sogenannten Windstau hervorgerufen werden. Auflandige Winde erhöhen den Niveaustand über den Mittelwert, ablandige Winde führen eine Niveauniedrigung herbei.

Am bedeutendsten sind die Niveauschwankungen, welche durch die sogenannten Sturmfluten hervorgebracht werden.

Wenn langanhaltende Westwinde, das Nordseewasser in das Becken der Ostsee hineintreiben, plötzlich in stürmische Ostwinde umspringen, wird das aus der östlichen Ostsee hinausgetriebene Wasser an den Küsten der westlichen Ostsee zu einem Niveaustande von 2—3 m über Mittelwasser aufgestaut.

Die Sturmfluten treten gewöhnlich in Zeitintervallen auf, welche den Betrag eines Jahres bedeutend überschreiten. Ferner zeichnen sich die einzelnen Sturmfluten durch einen verschiedenen Grad ihrer Intensität aus. Von jüngeren Sturmfluten waren die vom 12. und 13. November 1872 und die Silvestersturmflut 1904/05 die bedeutendsten. Bei der ersten Sturmflut erreichte das Wasser in Lübeck eine Höhe von 3,38 m, in Wismar 2,60, in Warnemünde 1,95 über dem Mittelniveau.

## 5. Die Tätigkeit der ins Meer mündenden Flüsse.

Die ins Meer mündenden Flüsse üben eine doppelte Wirkung auf den Küstensaum aus. Diese besteht einmal in einer erodierenden Tätigkeit, indem die Flüsse in den Küstensaum bis auf das Meeresniveau einkerben<sup>2</sup>. Andererseits lagern die Flüsse an den Mündungen, wo die Stromgeschwindigkeit durch die Begegnung mit dem ruhigen Seewasser und durch das Aufhören des Gefälles schnell zum Stillstand gelangt, das ganze von ihnen mitgeführte Material ab.

<sup>1</sup> E. Geinitz, Die Einwirkung der Silvestersturmflut 1904/05 usw. a. a. O. 3.

<sup>2</sup> Philippon, Über die Typen der Küstenformen a. a. O. 12.  
Bartels, Die Gestalt der Deutschen Ostseeküste.

Die Flüsse, welche in die Deutsche Ostsee münden, erhielten ihre heutige Talanlage in der Hauptsache durch die Schmelzwassererosion der Glazialzeit. Für das heutige Stromsystem waren diese Glazialtäler viel zu breit und zu tief, so daß die Flüsse in der Gegenwart nicht mehr ihr Glazialstrombett zu erodieren vermögen. Es findet daher an allen Flussmündungen Ablagerung von Sedimenten statt. Nach Credner<sup>1</sup> teilen wir die Mündungen der Flüsse

1. in solche, ohne sichtbar vorgelagerte Schwemmlandbildung, und
2. in Mündungen mit vorgelagerten Schwemmlandbildungen fluviatilen Ursprunges an Stelle vorher wasserbedeckter Gebiete.

Zu der ersten Gruppe gehören der Oderstrom und die meisten Küstenflüsse, welche von dem Baltischen Höhenzug herabkommen. Charakteristisch für eine große Anzahl derselben ist, daß ihre Mündungsgebiete dem inneren Küstensaume der Doppelküste angehören. Die größeren westlichen Küstenflüsse die Trave, Warnow, Regnitz, Peene, münden in Limane; die Oder mündet in den langgestreckten limanartigen Bodden des Papenwasser und des Dammschen Sees. Von den Hinterpommerschen Küstenflüssen münden die Lupow und Leba in Strandseen, während die Rega, Persante, Wipper und Stolp an der Außenküste ins Meer münden.

Nach Lehmann<sup>2</sup> besteht das Ablagerungsprodukt der Oder, welches bei Hochfluten auf den Wiesen zwischen Stettin und Altdamm abgelagert wird, in feinem Schlick. Das Delta, welches der am stärksten fließende Mündungsarm der Regnitz in dem Dammschen See hinausgebaut hat, besteht aus feinstem Schlammmaterial und ist in seinen wasserübertreffenden Teilen seit dem Jahre 1693 nach der Beurteilung der Schwedischen Matrikelkarte kaum verändert. Die beiden 450 m langen und durchschnittlich 100 m breiten Uferstreifen, welche den nach Osten in den Dammschen See fließenden Hechtgraben begleiten, sind der einzige Land-

---

<sup>1</sup> R. Credner, Die Deltas, *Pet. Mit. Ergh.* LVI (1878) 6.

<sup>2</sup> Lehmann, Die Gesetzmäßigkeit der Alluvialbildung an den Deutschen Ostseeküsten. *Verh. d. 15. deutsch. Geogr. in Danzig.*

gewinn des stärksten Mündungsarmes der Oder seit 200 Jahren<sup>1</sup>. Auch die übrigen kleinen Küstenflüsse lagern nur feinen Schlick auf dem Boden der ihnen zumeist vorgelagerten Strandseen ab. So besteht z. B. der an den Ufern des Warnow- und Travelimanes ausgeworfene Baggerschlamm der Trave- und Warnowmündung in feinem Schlickmaterial, welches in getrocknetem Zustand eine graue pulverige Beschaffenheit aufweist.

Die Strandseen, Limane, Bodden und Haffe, stehen meistens mit dem äußeren Meer durch einen oder durch mehrere Abflußarme in Verbindung, die wir als die Fortsetzung der an der Binnenküste mündenden Flüsse betrachten können. Diejenigen Verbindungsarme, welche die schmalen Nehrungen unterbrechen, die sogenannten Tiefs, sind meistens durch Einbruch des Meeres in den schützenden Dünenwall entstanden.

An den Mündungen der Tiefs und auch der übrigen Mündungsarme, ferner an den Mündungen der sich direkt ins äußere Meer ergießenden Flüsse und Bäche findet ein dauernder Kampf zwischen dem senkrecht zur Küstenlinie auslaufenden Fluß- und Abflußwasser und dem parallel zur Küste verlaufenden Küstenstrom statt. Das Endresultat des Kampfes ist die allmähliche Verlegung der Flussmündungen nach derjenigen Richtung, welche durch die vorherrschende Küstenströmung angegeben wird. Diese Verschiebung wird dadurch herbeigeführt, daß die herrschende Küstenströmung von ihrer Seite her einen Strandwall gegen die Mündung des Flusses oder Baches vorschiebt, welche den Fluß zwingt, nach der Richtung des Stromes hin auszuweichen.

Die Mündungsverlegung des Lebaseeausflusses nach Osten ist von P. Lehmann<sup>2</sup> in den verschiedenen Zeitphasen 1826, 1855 und 1883 mit Hilfe von älterem Kartenmaterial genauer festgestellt.

Von anderen Mündungsarmen hat die Mündung der Dievenow, wie der von Osten vorgelegte Strandwall bezeugt, eine Verlegung nach Westen erfahren.

Häufig beobachtet man an der gesamten Außenküste eine Mündungsverchiebung der kleinen Küstenbäche.

<sup>1</sup> Lehmann, Die Getzmäßigkeit der Alluvialbildung an den Deutschen Ostseeküsten. Verh. d. 15. deutsch. Geogr. in Danzig.

<sup>2</sup> P. Lehmann, Das Küstengebiet Hinterpommerns. Zeitschr. d. Ges. für Erdk. 332—404. Berlin 1884.

Ein treffliches Beispiel bietet hier die Außenküste der Danziger Bucht zwischen Gdingen und Zoppot. Auf dieser Küstenstrecke münden vier kleine Küstenbäche, von denen (von N nach S hin folgend) die beiden ersten mit südlicher Ablenkung, der dritte mit nördlicher und der vierte wieder mit südlicher Ablenkung ins Meer münden.

Die Ablenkung erhält dadurch ihre deutliche Ausprägung, daß die Bachläufe etwa 20—45 m vor der Mündung am Strande in scharfem Knick gegen die Strandlinie umbiegen.

Zu denjenigen Flüssen der Deutschen Ostseeküste, welche ein umfangreiches über den Meeresspiegel aufragendes Delta an ihrer Mündung aufbauen, gehören die beiden östlichen Ströme der Weichsel und Memel.

Die Ablagerung beider Deltas ging unter dem Schutze von weit ausgedehnten Nehrungen in den dahinter gelegenen Haffen vor sich. Während sich das Weichseldelta im W bereits bis zur Grenze des schützenden Nehrungswalles vorschob, tritt das Memeldelta mit seinen äußeren Randpartien nirgends bis an die Kurische Nehrung heran.

### Das Weichseldelta.

Das Weichseldelta ruht auf diluvialen Untergrunde, dessen Mächtigkeit selten geringer als 60—70 m ist<sup>1</sup>. Auch gegen das Binnenland hin wird es im SO und W von steil zu ihm abfallenden Diluvialhöhen begrenzt<sup>2</sup>.

Von großem Einfluß auf die Entwicklung des Deltas waren die Niveauschwankungen, welche seinen Untergrund in der Postglazialzeit betroffen haben.

Nach Jentzsch sind die 13 m über dem Meeresspiegel aus dem Schlick aufragenden Heidesande und Strandsande von einem mindestens 13 m höher gelegenen Meere abgelagert<sup>3</sup>. Nach der heutigen Auffassung ist der Heidesand nicht marin, sondern fluviatiles Produkt der glazialen Abschmelzperiode, und daher

<sup>1</sup> Zeise und Wolff, Der Boden Westpreußens. a. a. O. 121.

<sup>2</sup> Jentzsch, Geol. Skizze des Weichseldeltas, Schrift. d. phys.-ökon. Vereins (1880) 155.

<sup>3</sup> Jentzsch, Geol. Skizzen des Weichseldeltas a. a. O. 186.

muß das Land dort zur Zeit der Abschmelzperiode höher gelegen haben<sup>1</sup>.

Nur im N wird der Untergrund des Deltas von marinen Schichten gebildet, während landeinwärts Süßwasserablagerungen den Untergrund bilden. Nach der unteren Niveaugrenze der unter dem heutigen Meeresspiegel abgelagerten Schichten muß der Boden des Deltas vormals mindestens um 20 m höher gelegen haben. Dann trat zur Litorinazeit eine Senkung um 20—30 m ein. Wichtig für die Oberflächengestalt ist der Umstand, daß die Senkung ganz allmählich vor sich ging. So war es möglich, daß die aufbauende Tätigkeit des Deltastromes den subaerischen Teil des Deltas gegen das beständig ansteigende Meeresniveau zu behaupten vermochte.

Das Alter der zu unterst gelegenen Diluvialschichten ist noch unbekannt, und es ist daher fraglich, ob der Beginn des Delta-Aufbaues in die älteste Postglazialzeit zurückreicht oder ob die Weichsel erst in jüngerer Zeit in das heutige Deltagebiet gelangt ist<sup>2</sup>.

Die Gesamtmächtigkeit des Delta-Alluviums beträgt nach neuesten Schätzungen 10 m im Durchschnitt und übertrifft nirgends 30 m Mächtigkeit<sup>3</sup>.

Das Delta-Alluvium besteht vorwiegend aus Sinkstoffen des Weichselstromes<sup>4</sup>. Die Sinkstoffe setzen sich zusammen aus mittelkörnigem Sand und aus Schlick mit Übergangsbildungen von feinen schlickartigen Sanden<sup>4</sup>. Neben den Ablagerungen der Sinkstoffe nehmen auch phytogene Alluvien an der Zusammensetzung der Deltas teil<sup>5</sup>.

Moorboden haben nur die tieferen Teile in der Nähe des Frischen Haffes, des Draußensees und an den Rändern des diluvialen Grenzplateaus. Ferner findet sich ein Moorbruch von 2 qkm Flächeninhalt in der einzigen größeren Diluvialinsel bei Neukirch. Außerdem ergaben Bohrungen, daß fast an allen Stellen des Deltas die tieferen Schichten von Torflagen gebildet werden.

<sup>1</sup> Geinitz, Lethäa 347.

<sup>2</sup> Zeise und Wolff a. a. O. 122.

<sup>3</sup> Zeise und Wolff a. a. O. 121.

<sup>4</sup> A. Jentzsch a. a. O. 167 f. (Weichseldelta).

<sup>5</sup> A. Jentzsch, Geol. Sk. d. Weichseld. a. a. O. 187.

Die Torfmoore sind mannigfacher Entstehung. Die einen sind an abflußlosen Stellen des Deltas auf flachgelagerte Alluvial-sedimente aufgebaut, andere sind in den niedrigen Randgebieten vor den Grenzufern der Diluvialplateaus entstanden.

Schmale tiefe Moore entwickelten sich in den toten Wasserläufen. Eine weitere Art entstand durch Versumpfung von Deltaseen.

Ferner bildeten sich Torfmoore im Frischen Haff heraus, dort wo einzelne Winkel des Haffes durch Sedimentablagerung des Nogat von der frischen Wasserzirkulation abgeschnitten wurden.

Die Sinkstoffe wurden von den Gewässern des vielverzweigten Stromsystems des Deltas herbeigeführt und in den Bereich des Deltalandes abgelagert.

Die Anlage des Stromsystems und seine Veränderung seit Beginn des Deltabaues steht daher in inniger Beziehung zur Entstehungsgeschichte des Deltas. Das Stromsystem des Weichseldeltas gehört zu demjenigen Typus, bei welchem sich der delta-bildende Fluß in mehrere annähernd gleichwertige Arme spaltet, die sich selbst wiederum vielfach verästeln<sup>1</sup>.

Gleich nachdem der Strom das Weichseldelta nördlich von Mewe erreicht hat, teilt er sich bei Pickel in zwei Arme, die nach O als Nogat zum Frischen Haff und nach N als geteilte Weichsel zur Danziger Bucht abfließen.

Vor etwa zwei Jahren teilte sich die „Geteilte Weichsel“ noch einmal kurz vor ihrer Mündung am Danziger Haupt in die Elbinger Weichsel, die nach O zum Frischen Haff abfloß, und in die Danziger Weichsel, die westlich von Neufähr in die Ostsee mündete. Im Jahre 1895 wurde dem Strom ein kurzer nordwärts gerichteter Weg in dem „Weichseldurchstich“ angewiesen.

Die Nogat teilt sich bei Zeier in die Stubasche und Breite Fahrt. Durch wiederholte Teilung dieser beiden Arme entstand eine bedeutende Anzahl von Mündungsrinnen, die unter sich wiederum in Verbindung stehen.

Aus geschichtlichen Aufzeichnungen geht hervor, daß das Stromsystem der Weichsel im Laufe der zurückliegenden Jahr-

---

<sup>1</sup> R. Credner, Die Deltas a. a. O. 10.

hunderte bedeutenden Veränderungen unterworfen war, welche teils durch die natürliche Entwicklung des Stromsystems, teils durch Eingriffe von Menschenhand herbeigeführt wurden.

Die Läufe der Linau, Schwenté und Tiege sind als Reste ehemaliger Mündungsarme anzusehen. Auch die jetzt bestehenden Mündungsarme haben im Laufe der Jahre manche Veränderung erfahren. Nach Bindemann<sup>1</sup> war die Nogat bis ins XIII. Jahrhundert noch ein selbständiger Küstenfluß, welcher wahrscheinlich erst von Menschenhand mit der Weichsel in Verbindung gebracht wurde. Aus dem anfangs unbedeutenden Nebenarm entwickelte sich zum Teil durch Unterstützung von Strombauten die Nogat im Anfange des XIX. Jahrhunderts zum bedeutendsten Abflußarme. Von den beiden Abzweigungen der geteilten Weichsel war die Elbinger Weichsel in älterer Zeit die bedeutendere. Sie ist auch älter als die Danziger Weichsel, die erst im Jahre 1371 entstand. Vorher zweigte sich von der Elbinger Weichsel die Primislawa nach der Danziger Bucht ab.

Die Danziger Weichsel, welche ursprünglich bei Neufahrwasser mündete, brach im Jahre 1840 bei Neufähr zur Ostsee durch.

Das Wachstum des Deltas vollzog sich durch die Ablagerung der vom Strome mitgeführten Sedimente in dreifacher Weise<sup>2</sup>:

1. Durch Zuschüttung flacher Torfmoore und Seebecken, welche durch das ungleichmäßige Wachstum im Innern des Deltas entstanden;

2. durch das meerwärts gerichtete Vorrücken des Außenrandes;

3. durch Erhöhung des neugebildeten Bodens.

Jährlich sind die nicht eingedeichten Außenkanten der Deltaniederung Überschwemmungen ausgesetzt, bei welcher Schlicke und Sande in dünnen Schichten abgelagert werden<sup>3</sup>, die selten mehr als 1 m Durchmesser erreichen. Ähnlich waren auch die jetzt gegen Hochfluten eingedeichten Niederungen vor der künstlichen Eindeichung der Überschwemmung durch Hochfluten ausgesetzt.

<sup>1</sup> Der Weichselstrom a. a. O. 19.

<sup>2</sup> R. Credner, Die Deltas a. a. O. 43.

<sup>3</sup> Jentzsch, Geol. Skizze d. Weichseld. a. a. O. 168.

Das meerwärts gerichtete Vorrücken des Weichseldeltas vollzieht sich nach zwei verschiedenen Seiten hin, nach der Seite des offenen Meeres zur Danziger Bucht und nach der Seite des Frischen Haffes. Die Landzunahme an der Danziger Bucht geht durch die Bildung von kleinen sekundären Deltas vor sich, welche an der Mündung des Deltastromes von dem äußeren Rande des Hauptdeltas aus in das Meer hinausgebaut werden. Vor 1840 ging eine solche sekundäre Deltabildung bei Neufahrwasser vor sich. In den Jahren 1594—1862 betrug hier die gesamte Landzunahme nur 1,8 qkm<sup>1</sup>. In den Jahren 1840—1895 wurde das sekundäre Delta bei Neufähr aufgebaut, dessen einzelne Entwicklungsphasen E. Geinitz durch eine Zusammenstellung von verschiedenartigen Kartenaufnahmen deutlich veranschaulicht hat<sup>2</sup>. Der Landzuwachs betrug hier noch weniger als 1 qkm.

Unbedeutend erscheint diese Deltazunahme gegenüber derjenigen am Frischen Haff, wo in 2<sup>1</sup>/<sub>3</sub> Jahrhunderten 70—75 qkm Neuland gebildet wurden<sup>3</sup>. Die Landbildung<sup>4</sup> am Haff wird durch die Ansiedlung von Sumpf- und Wasserpflanzen außerordentlich begünstigt. Zwischen den im 1,5—2 m tiefen Wasser wachsenden Binsen (*Scirpus maritimus*) lagern sich zunächst die mitgeführten Sande in Form von Sandbänken ab. Wenn sich diese auf 0,5 m erhöht haben, treten an Stelle der Binsen hauptsächlich die sehr dicht wachsenden Rohrbestände. Zwischen diesen schlägt sich der feine Schlick nieder und erhöht im Vereine mit den vertorfenden Wasserpflanzen den Boden soweit, daß er zeitweise aus dem Wasser hervortritt. Durch Ansiedlung von Eriphorien und anderen Sumpfpflanzen und durch die jährliche Überschwemmung erfährt dann der Boden eine weitere Erhöhung. Es siedeln sich dichte Weidenbestände auf dem Neuland an, und es entstehen auf diese Weise die Strauchkampen, welche alsbald von Menschenhand beackert und eingedeicht werden.

Das Ergebnis aller einzelnen Entstehungsvorgänge war die Herausbildung einer umfangreichen Deltaebene, welche auf weite Strecken hin als Flachküste an der Zusammensetzung des

<sup>1</sup> Jentzsch, Geol. Skizze d. Weichseld. a. a. O. 160.

<sup>2</sup> E. Geinitz, Das Weichseldelta, Pet.Mit. 1903, Sonderabdr.

<sup>3</sup> Jentzsch, Geol. Skizze d. Weichseld. a. a. O. 160.

<sup>4</sup> Jentzsch, Geol. Skizze d. Weichseld. a. a. O. 180.

Küstensaumes der Danziger Bucht und des Frischen Haffes teilnimmt.

Im Kampfe des Deltas mit dem Meer entstand durch die ausgleichende Wirkung der Küstenströmung eine glatte, schwach landeinwärts gekrümmte Küstenlinie.

Durch die Tätigkeit des Seewindes erhielt der engere Küstensaum des Außenrandes den Charakter einer aufgesetzten Dünenküste oder inkonsequenten Flachküste.

An der Innenküste entstand durch die zahlreichen Mündungsarme der Nogat und der Elbinger Weichsel in horizontaler Hinsicht der Typus einer feingelappten Buchtenküste, in vertikaler Hinsicht durch den Flachrand der Strauchkampen eine konsequente Flachküste. Diese letztere Küstenform, welche nur der deltaablagernden Tätigkeit des Flusses ihre Entstehung verdankt, können wir auch als den Typus der Deltaküste bezeichnen.

#### Das Memeldelta<sup>1</sup>

ist ebenfalls auf diluvialen Untergrund abgelagert und erhielt gegen das Binnenland hin im S, O und N durch den Höhenrand des Plateaus von Nadrauen und Memel seine deutliche Begrenzung.

Für seine Entstehungsgeschichte kommen ebenfalls die postglazialen Niveauschwankungen in Betracht. Zahlreich bis zur selben Höhe von 13 m wie im Weichseldelta ragen die älteren Heidesandablagerungen aus dem jüngeren Delta-Alluvium hervor<sup>2</sup>. Sofern die Heidesande diluvialen Ursprunges sind<sup>3</sup>, ordnen sich die von Behrendt angenommenen Perioden von doppelter Hebung und Senkung<sup>4</sup> der für die meisten Teile der übrigen Deutschen Ostseeküste nachgewiesenen Periode von einmaliger Hebung und Senkung unter (vgl. Kap. 3). Für die letzte Senkungsperiode spricht das unter den Meeresspiegel geratene Steilufer des Haffes, welches mit einem Höhenbetrage von 1—4 m auf weite Strecken hin den Binnenrand des Kurischen Haffes begleitet<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> G. Behrendt, Geologie des Kurischen Haffes und seiner Umgebung. Schrift. des phys.-ökon. Ges. 171, Königsberg 1868.

<sup>2</sup> A. Jentzsch, Geol. Skizze des Weichseldeltas a. a. O. 186.

<sup>3</sup> Geinitz, Lethäa 347.

<sup>4</sup> G. Behrendt a. a. O. 181.

<sup>5</sup> G. Behrendt a. a. O. 190f.

Das Alluvium des Memeldeltas besteht zum größten Teil aus den Sand- und Schlickabsätzen des Deltastromes<sup>1</sup>. Daneben beanspruchen Torf- und Moorbrüche (Grünlandmoore und Hochmoore) und ferner Übergangsbildungen von Moor und Humuserde ebenfalls einen bedeutenden Prozentsatz der gesamten Alluvialbildungen. Während die Schlick- und Sandablagerungen mehr die höher gelegenen Partien des mittleren Deltas einnehmen, finden sich große Überwassermoore (Moorbrüche) längs den Plateaurändern der Innenseiten.

Im S lehnt sich an das Plateau von Nadrauen der Große Moorbruch von über 100 qkm Ausdehnung, im NO nach N folgend an das Memeler Plateau das Pleiner, Berstus, Medszockel, Rapkalwener und Augustusmoor.

Die tiefer gelegenen Partien des mittleren Deltas werden hauptsächlich von Moor- und Humuserde eingenommen. Hierher gehören die viele Kilometer langen Elsenbrüche, welche sich in einer Breite von 7,5 km an der Haffseite entlang ziehen<sup>2</sup>, ferner die südlichen Partien des mittleren Deltas in der Gegend der Flüsse Medlaukne, Arge, Schnecke und unteren Schalteik.

Das Stromsystem des Memeldeltas<sup>3</sup> gehört zu denjenigen Typen, bei denen der deltabildende Fluß einen einseitig abfließenden Hauptarm und eine bestimmte Anzahl von Nebenarmen absendet.

Etwa 10 km unterhalb Tilsit teilt sich die Memel bald nach dem Anfange des Deltas in den nordwestlich fließenden Ruß und die südwestlich fließende Gilge. Von diesen ist der weit bedeutendere Ruß der Hauptstrom des Deltas. Der Rußstrom teilt sich kurz vor seiner Mündung noch einmal in zwei breite Hauptarme, den Skirwieth und den Atmatstrom, zwischen denen sich noch eine Reihe von Nebenarmen befinden. Das große Deltadreieck südlich des Rußstromes wird außer von der Gilge noch von einer ganzen Reihe älterer Mündungsarme durchflossen, welche heute nicht mehr mit dem Memelstrom in Verbindung stehen. Ihre breiten und tiefen Mündungen weisen noch auf ihre Bedeutung als ehemalige Hauptarme des Deltas hin. Solche

<sup>1</sup> G. Behrendt a. a. O. 160.

<sup>2</sup> R. Credner, Die Deltas a. a. O. 10.

<sup>3</sup> G. Behrendt a. a. O. 159.

breiten und tiefen Mündungen weisen von N nach S folgend der Karkel-, Tawell-, Gilge- und Nemonienstrom auf. In dem weiten Mündungstrichter des Nemonienstromes münden von S und O die Küstenflüsse Timber und Laukne, ferner die Schnecke und Schalteik. Die Schnecke und Schalteik sind die Überreste älterer Abzweigungen des Hauptstromes etwa 3 km unterhalb Tilsit. Die Schalteik wurde in den Jahren 1613—1616 abgedämmt, während die Schnecke bereits früher durch natürliche Verwachsung ihre Verbindung mit dem Hauptstrome verlor.

Das Wachstum des Deltas nach der Höhe vollzog sich:

1. durch die Ablagerung der Sand- und Schlicksedimente,
2. durch das Emporwachsen der Moorbrüche.

Sand und Schlick zeigen eine häufige Wechsellagerung von oft nur wenige Zentimeter dünnen Schichten<sup>1</sup>. Die Sande werden im allgemeinen nur in der Nähe der Flußränder abgelagert. Die stellen- und strichweise über das ganze Delta verbreiteten Flußsande zeugen daher von einer häufigen Verlegung der Delta-Arme.

In der Gegenwart findet innerhalb der Deltaoberfläche fast nur noch Schlickablagerung statt, da die Stromgeschwindigkeit der Flüsse gegen früher bedeutend nachgelassen hat<sup>1</sup>. Aus diesen Schlickablagerungen und auch bereits aus älteren Sandablagerungen haben sich längs sämtlicher Flußmündungen erhöhte Ränder gebildet<sup>1</sup>.

Das Emporwachsen der Moorbrüche veranschaulicht ein von A. Behrendt entworfenes Profil durch das Augustumalmoor<sup>1</sup>. Seine Oberfläche steigt von den nassen Rändern, die im Niveau der benachbarten Flüsse liegen, ziemlich kräftig nach der bedeutend flacher gewölbten Oberfläche hin an. Die am höchsten gelegene Mitte der Oberfläche liegt 3—4 m über dem Meeresspiegel, während die Mächtigkeit der Moorbildungen unter dem Meeresspiegel etwa den Doppelbetrag von 6—8 m aufweist, so daß die größte Gesamtmächtigkeit etwa 12 m beträgt.

Das Wachstum des Deltas gegen das Kurische Haff hin geht in der Gegenwart hauptsächlich an den Mündungen der

---

<sup>1</sup> G. Behrendt a. a. O. 159.

Atmat und des Skirwieth vor sich. Hier finden jährlich sichtlich wachsende Inselbildungen statt, welche vor allem den von den Strömen mitgeführten Sanden ihre Entstehung verdanken. Das Wachstum dieser Mündungen ist von Behrendt auf zwei Nebenkärtchen seiner geologischen Übersichtskarte von Ost- und Westpreußen Sekt. 3 veranschaulicht.

Im N und SW steht das Memeldelta in unmittelbarem Zusammenhange mit den kleineren Deltabildungen der Minge und Deime. In dem Mingedelta zwischen dem Windenburger und Memeler Diluvialplateau<sup>1</sup> kommen Schlick- und Sandbildungen von bedeutendem Umfange namentlich in dem oberen Deltagebiete vor. Der breitere des unteren Deltas wird östlich des hart an dem Windenburger Plateau vorbeifließenden Mingeßusses durch das Islismoor eingenommen. Die Minge, welche sich heute in den Mündungstrichter der Drawöhne ergießt, mündete früher nördlich von dem Mindenburger Plateau in das Kurische Haff<sup>2</sup>. Aus dieser Zeit stammen die breiten Mündungstrichter der Drawöhne und des Cliszub und die an ihren Rändern abgelagerten Schlick- und Sandbildungen. Zu beiden Seiten des ehemaligen Mündungslaufes befinden sich das Tyusmoor im N und das Swinzelter Moor im S. Sämtliche drei Hochmoore des Mingedeltas sind bereits in bedeutendem Maß abgetrocknet und besitzen daher eine flachere und niedrigere Oberfläche als die Moorbrüche des Memeldeltas<sup>3</sup>.

Die Deime, welche einen ehemals bedeutenden Mündungsarm der Pregel darstellt<sup>4</sup>, zeigt an ihren Ufern Schlickablagerungen, welche den das übrige Tal erfüllenden Torfschichten aufgelagert sind<sup>3</sup>.

Am Frischen Haffe begegnen wir außer dem Weichseldelta im SO dem ehemaligen Pregeldelta im NO und mehreren kleineren Deltas an der ausgedehnten O-Küste.

Das Pregeldelta, welches einen 3—5 m breiten Streifen an der N-Küste des Frischen Haffes einnimmt, besteht hauptsächlich aus Sandablagerungen und wird durch zahlreiche Diluvialinseln

<sup>1</sup> Vgl. G. Behrendt, Geol. Übersichtsk. der Umgebung des Kurischen Haffes a. a. O. Tafel II.

<sup>2</sup> G. Behrendt a. a. O. 160.

<sup>3</sup> G. Behrendt a. a. O. 160.

<sup>4</sup> G. Behrendt a. a. O. 173, 75.

charakterisiert<sup>1</sup>. Von den Deltabildungen an der O-Küste des Frischen Haffes ist das unter einem spitzen Winkel in das Haff hinausgebaute Delta der Passarge das bedeutendste.

Deltabildungen können auch an den Mündungen von Tiefs und solchen Stromverbindungen entstehen, welche das äußere Meer mit inneren Randgewässern verbinden.

Ein stark einfließender Ausgleichsstrom, welcher durch das schnelle Ansteigen des äußeren Meeresniveaus erzeugt wird, wird das seitlich von den Stromufern fortgerissene Material an der Mündung in das ruhige Binnengewässer wieder ablagern. Bei hinreichender Materialzufuhr vermag der Strom dann an der Innenküste des Küstenvorlandes ein subaerisches Delta aufzubauen.

Ein solches Delta ist nach Lehmann<sup>2</sup> durch den einfließenden Strom der Swine an der Binnenküste des Stettiner Haffes entstanden. Es betrifft ein Gebiet, welches sich östlich einer Linie Kaseburg—Pritter zu beiden Seiten der Swine ausbreitet und von zahlreichen Delta-Armen derselben durchflossen wird.

Unter dem Wasserspiegel abgelagerte Deltas kleineren Umfangs werden durch den einfließenden Strom der Tiefs an der Binnenküste der Hinterpommerschen Strandseeenerungen erzeugt.

## 6. Die phytogenen Alluvien.

Nach der glazialen Abschmelzperiode begann eine allmähliche Ausfüllung der zahlreichen von Wasser bedeckten Talrinnen, Niederungen und Bodensenken, welche in der vorhergehenden Glazialperiode namentlich durch die Erosion der Schmelzwässer ihre Ausbildung erhalten hatten.

Nach Geinitz<sup>3</sup> ergibt sich für die Alluvien der Talniederungen im allgemeinen folgende Dreigliederung:

1. Zuunterst Sande, von dem nachströmenden Wasser abgesetzt, oder Tone und Schlick als Absetzungsprodukt.

<sup>1</sup> a) G. Braun, Das Frische Haff, b) A. Jentzsch, Geol. Übersichtsk. d. Danziger Bucht, Handb. des deutschen Dünenb. 33.

<sup>2</sup> P. Lehmann, Die Gesetzmäßigkeit der Alluvialbildungen an der Deutschen Ostseeküste. Verh. z. XV. deutsch. Geogr.-Tag zu Danzig. 1905.

<sup>3</sup> Geinitz, Lethäa a. a. O. 333.

2. Moorerde und Wiesenkalk, als Produkte des langsam fließenden resp. stagnierenden Wassers, mit üppigen Wucherungen der Algen und Konchylien.

3. Torf, aus Wasser und Sumpfpflanzen entstanden, welche allmählich von der Niederung Besitz ergriffen.

Von diesen Ablagerungen nehmen die an die Oberfläche tretenden Torfniederungen einen bedeutenden Anteil an der heutigen Küstengestaltung.

Die Torfmoore teilen wir allgemein in die Hochmoore und die Grünland- oder Flachmoore<sup>1</sup>. Geinitz fügt diesen beiden Typen noch den der Mischmoore hinzu<sup>1</sup>.

Die Hochmoore sind Überwassermoore, deren Oberfläche vielfach flach gewölbt ist<sup>1</sup>. Sie bestehen im wesentlichen aus Torfmoos, Heide und Wollgras<sup>1</sup>. Sie sind an der Deutschen Ostseeküste hauptsächlich in Ost- und Westpreußen verbreitet<sup>2</sup>.

Die Grünlandmoore sind Unterwassermoore. Sie sind in der Nachbarschaft von Geschiebemergel häufig mit Kalk imprägniert, wodurch eine Moormergeldecke entstand, die oft reich an Konchylien ist<sup>3</sup>. Sie gehen anfangs hauptsächlich aus Schilfrohr, Nyphäzeen und verschiedenen anderen Sumpfpflanzen hervor<sup>4</sup>.

Die Moore der Niederungen, der großen Haupttäler und isolierten Seen und ähnlichen Depressionen gehören meist zu den Grünlandmooren, so daß die Torfniederungen der Deutschen Ostseeküste, abgesehen von den Deltamooren in Preußen (vgl. voriges Kapitel 5), fast sämtlich aus Grünlandmooren bestehen.

Die Grünlandtorfmoore nehmen einen bedeutenden Anteil an der Ausgestaltung des inneren Küstensaumes der Doppelküsten.

So sind im Schutze der Hinterpommerschen Nehrungen bedeutende Torfniederungen entstanden, welche sich als einen mehrere Kilometer breiten Küstensaum zwischen dem niedrigen Plateaurande der diluvialen Anhöhen und dem Dünensaume der Nehrungen einschieben und die in diesem Niederungssaume

<sup>1</sup> Geinitz, Lethäa a. a. O. 338. Wahnschaffe, Die Ursachen der Oberflächengestaltung a. a. O. 245.

<sup>2</sup> Geinitz, Lethäa 338.

<sup>3</sup> Geinitz, Lethäa 338.

<sup>4</sup> Geinitz, Lethäa 339.

gelegenen Strandseen immer mehr an Areal beschränken. Ferner nehmen die Torfniederungen einen bedeutenden Anteil an dem inneren Küstensaume der Boddenküsten von Vorpommern, Rügen und Mecklenburg.

Indem sie hier einerseits flache Meeresbuchten ausgefüllt haben, andererseits auf Untiefen in das Randgewässer hinausgewachsen sind, haben die Umrisse der Bodden seit ihrer Entstehung zur Zeit der Litorinasenkung eine bedeutende Umgestaltung erfahren.

So bestehen z. B. viele der kleinen nadel- oder kopfförmigen Vorsprünge des Küstenrandes der Bodden ausschließlich aus alluvialen Wiesenniederungen.

Indem die Torfniederungen auch von der Innenseite der Nehrungen gegen das Haffinnere fortwuchsen, haben sie diese bedeutend verbreitert und ihnen, im Gegensatze zu der glatten Außenküste, die vielgezackten Horizontalumrisse der Innenküste verliehen.

## 7. Die Tätigkeit des Windes.

Der Wind übt an der Erdoberfläche dort eine gestaltende Tätigkeit aus, wo er lose Bodenarten von erforderlicher Kleinheit der Korngröße vorfindet. Geschiebe, Steine und Kiese vermag der Wind nicht fortzubewegen, Sand und Staubmaterial dagegen werden mit fortgeführt und an geeigneter Stelle wieder abgelagert.

An der Deutschen Ostseeküste, deren subaerischer Saum einem mit Vegetation bedeckten Tiefland angehört, beschränkt sich die gestaltende Tätigkeit der Winde hauptsächlich auf die von Sanden bedeckten Strandflächen und auf den sich oft landeinwärts daranschließenden Dünensaum von wenigen Kilometern Maximalbreite.

Das von den Seewinden strandaufwärts geführte Sandmaterial wird landeinwärts bald wieder abgelagert.

An Stellen, wo sich dem vorwärtsrollenden, hüpfenden und fliegenden Sand Hindernisse natürlicher oder künstlicher Art in den Weg stellen, oder auch dort, wo die Geschwindigkeit des Windes und damit die Transportfähigkeit abnimmt, wird das angehaltene Material als Düne aufgehäuft. Schon bei

wenigen Zentimeter Höhe nimmt die dem Wind abgewandte Seite, die sogenannte Leeseite, den natürlichen Böschungswinkel an<sup>1</sup>, welcher etwa der Maximalböschung einer lockeren und trockenen Sandaufschüttung entspricht. Die dem Winde zugekehrte Seite bezeichnen wir als die Luvseite.

Im allgemeinen häuft sich an der Deutschen Ostseeküste das strandaufwärts geführte Material an der oberen Grenze des Strandés als Vordüne an. Hier wird es zum Teil durch natürliche Hindernisse, wie z. B. durch die entgegenstehende Grasnarbe der Flachküsten, vielfach aber auch durch Eingriffe von Menschenhand zur Ablagerung angehalten.

Die durchschnittliche Höhe und Breite der Vordünen sind ebenso wie die später zu erwähnenden Außenmaße der Wanderdüne in den östlichen Teilen der Küste viel bedeutender als im W. Es rührt dies von der stärkeren Entfaltung der Wellenbrandung und der Windströmungen an der breiten Meeresfläche der östlichen Außenküste her, welche eine reichere Zufuhr von Sandmaterial bewirken.

Bei dauernder Verbreiterung des Strandés vermag der Wind vor der zuerst entstandenen Vordüne eine zweite und vor dieser wiederum eine dritte und so fort herauszubilden, so daß an einigen Stellen der Küste ein ganzes Vordünensystem entsteht. Solche Vordünensysteme, welche sich aus einer ganzen Anzahl von Vordünenreihen entwickeln, wurden bereits in dem Abschnitte 5 über die Tätigkeit des Meeres nach ihrer allmählichen Entwicklung besprochen.

Außer den Vordünensystemen des Darß, der Swineniederung und der Mecklenburger Küste bei Arendsee, finden sich Vordünensysteme von drei bis vier Reihen an der nordwestlichen Außenküste von Usedom im Forste von Pudagla<sup>2</sup>.

An anderen Stellen der westlichen Flachküste wurde durch den Einfluß der Landwinde die Entwicklung eines deutlich ausgeprägten mehrreihigen Vordünensystems verhindert. Hier wurden die hinter der jüngsten Vordüne gelegenen Vordünen in ein Sandplateau von mäßiger Höhe eingeebnet.

---

<sup>1</sup> A. Jentzsch, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 53.

<sup>2</sup> Vgl. Top. Übersichtsk. Nr. 77.

Solche Dünenplateaus finden wir auf den Nehrungen des nordöstlichen Rügen, auf der Schmalen Heide und Schaabe, ferner auf der Nehrungshalbinsel „Kieler Ort“, die dem Diluvialkerne der Halbinsel Wustrow nach W angegliedert ist.

An der ganzen westlichen Ostsee bis zu dem niedrigen Dünengelände der westlichen Küste Hinterpommerns ist das Dünephänomen auf die Ausbildung der eben besprochenen Vordünen und Vordünensysteme beschränkt.

Nur ausnahmsweise erreichen hier die einzelnen Vordünenwälle Höhenbeträge von über 10 m und mehr als 40—50 m Breite.

Solche Dünen, welche aus einer einzigen aber kräftig entwickelten Vordüne bestehen, trifft man an der östlichen Küste von Mecklenburg, auf der östlichen Breitlingnehrung und ferner östlich von den Badeorten Müritz und Graal, wo die höchste und breiteste Vordüne bei Niehusen bis zu 17 m ansteigt<sup>1</sup>. Auch nördlich von der nunmehr geschlossenen Mündung des Prerowtiefs auf dem Westende von Zingst erreicht die Vordüne eine Höhe von 17 m<sup>2</sup>.

Sobald die Vordüne eine bestimmte Grenze des Wachstumes erreicht hat, macht sich an ihr bereits die abtragende Wirkung des Windes geltend<sup>3</sup>. Es werden Windrisse oder Windkehlen in den horizontal verlaufenden Kamm der Vordüne eingeschnitten, und ihre meist mit Strandhafer überwachsene Oberfläche wird an dem betreffenden Einschnitte wieder bloßgelegt. Namentlich die höheren Vordünenreihen der östlichen Küstenstrecken haben durch die erodierende Tätigkeit des Windes eine wesentliche Umgestaltung erfahren. Während hier die jüngste dem Strande direkt benachbarte Vordüne durch künstliche Pflege meist eine regelmäßig horizontal verlaufende Kammhöhe aufweist, bleiben die dahinter liegenden Vordünenreihen der Deflation des Windes überlassen. Durch Windrisse nach verschiedenen Richtungen werden die Vordünen teilweise bis auf den Untergrund abgetragen, und es entsteht ein außerordentlich wechselreiches Oberflächenrelief, in welchem tief

<sup>1</sup> Geinitz, Geol. Führer durch Mecklenburg a. a. O. 54 mit Abbild.

<sup>2</sup> Vgl. Top. Übersichtsk. Nr. 26.

<sup>3</sup> A. Jentzsch, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 63.

eingeschnittene Mulden netzartig von schmalen, steil ansteigenden Dünenkämmen begrenzt werden. Solche Vordünenlabyrinth finden sich z. B. in dem Vordünenengelände der östlichen Lebaseenehrung. A. Jentzsch führt ein ähnliches Beispiel von der Dünenküste Hinterpommerns nahe der Grenze von Westpreußen an<sup>1</sup>.

Durch Verbreiterung und namentlich durch Verlängerung der Windmulden in der Richtung des vorherrschenden Windes entstehen langgestreckte Windbahnen, an deren windwärts gelegendem Ende das seitlich fortgeführte Sandmaterial als Wanderdüne aufgehäuft wird. Diesem Anfangsstadium des Entwicklungsprozesses einer Wanderdüne begegnet man heute noch an verschiedenen Stellen der Dünenküste Hinterpommerns östlich von Jersthöft. Die Windbahnen haben hier entsprechend der Richtung des vorherrschenden Windes eine westöstliche Richtung, welche einen spitzen Winkel mit der WSW-ONO verlaufenden Küstenlinie bilden.

Nach Lehmann<sup>2</sup> erreichen die westöstlichen Windbahnen hier mehr als 2 km Länge und  $\frac{1}{2}$  km Breite.

Windbahnen von bedeutend kleineren Ausmaßen kann man auf der mittleren Lebaseenehrung hinter der jüngsten Vordüne beobachten.

Die im Anfangsstadium der Entwicklung befindliche Vordüne, welche seitlich noch mit den von Pflanzenwuchs festgehaltenen Vordünenresten zusammenhängt, bezeichnet Solger<sup>3</sup> wegen ihrer parabelförmigen Gestalt als Parabeldüne. Ein ganzes System solcher Parabeldünen charakterisiert z. B. die Dünenlandschaft bei Groß-Stowe auf der östlichen Gardersee-enehrung<sup>3</sup>.

Indem der mittlere Teil der Parabeldüne als Wanderdüne seinen Weg in der Richtung des vorherrschenden Windes fortsetzt, löst er allmählich den Zusammenhang mit den seitlich zurückbleibenden Flügeln und rückt als selbständige Wanderdüne

<sup>1</sup> A. Jentzsch, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 66.

<sup>2</sup> P. Lehmann, Die Gesetzmäßigkeit der alluvialen Bildungen an der Deutschen Ostseeküste a. a. O.

<sup>3</sup> F. Solger, Die deutschen Seeküsten im Werden und Vergehen, Zeitschr. f. populäre Meeresk. Berlin 1. Jahrg. 1907, Heft 8, 13.

weiter landeinwärts vor. Einen solchen Absonderungsprozeß der Seitenflügel einer Wanderdüne konnte P. Lehmann z. B. an der südlichsten der großen Wanderdünen auf Vietzger Strand feststellen, wo sich die Wanderdüne seit dem Jahre 1883 völlig von ihrem rechten, nach dem Binnensee zu gelegenen Seitenflügel getrennt hat.

Eine zweite Entstehungsart der Wanderdüne betrifft diejenigen Gebiete, welche zunächst eines Vordünensystems entbehrten und dieses erst später durch künstliche Anlage erhielten. Die Entwicklung geht hier von den als primäre Dünenbildung bezeichneten Zungenhügeln aus. Bei dem flächenartigen Übersandungsprozesse der hinter dem Strande gelegenen Küstenniederung, die meist aus einer ebenen Torfniederung besteht, wird der Flugsand hier und dort durch die in büschelförmigen Gruppen angesiedelten Strandgräser aufgehalten. Der Wind fängt sich in den Stengeln des Büschels und häuft teils in diesem, teils hinter diesem das mitgeführte Material an<sup>1</sup>. Es entsteht zunächst ein langgestreckter Zungenhügel mit steiler Luv- und Leeböschung. Nachdem der Zungenhügel eine bestimmte Größe erreicht hat, beginnt er selbst gleich einem undurchdringlichen Hindernisse den Flugsand aufzufangen und ihn in einer sich beständig verflachenden Böschung an der Luvseite anzusammeln<sup>2</sup>. Nach der Ausgestaltung der flachen Luvböschung vermag der Wind den Flugsand auch auf diese hinaufzuführen, wobei derselbe auf der Leeseite wieder abgelagert wird. Da hierbei auch zum Teil Material der Luvseite selbst mit fortgeführt wird, nimmt die Düne an der Luvseite beständig ab, an der Leeseite dagegen beständig zu, d. h. sie wandert in der Richtung des vorherrschenden Windes.

Während sich bei hinreichender Sandzufuhr aus dem Zungenhügel die Wanderdüne entwickelt, fällt der Zungenhügel der Zerstörung anheim, sobald der Betrag an Sandakkumulation von dem Betrage der Deflation überholt wird. Es bildet sich ein sogenanntes Kupstengelände heraus, in welchem der Zungenhügel in eine von unregelmäßigen Windrissen durchfurchte

---

<sup>1</sup> Sokolow, Die Dünen 64, Berlin 1894.

<sup>2</sup> Sokolow a. a. O. 67.

„Kupste“ verwandelt wird<sup>1</sup>. Die flache und niedrige Deflations-ebene zwischen den Kupsten ist infolge der Bodenfeuchtigkeit zumeist mit einer Grasnarbe bedeckt. Solches Kupstengelände trifft man ziemlich häufig auf der Küstenstrecke der Kurischen Nehrung zwischen Schwarzort und der weiter südlich gelegenen Libisbucht an<sup>2</sup>, ferner auch weiter südlich in der Gegend von Lattenwalde<sup>2</sup>.

Durch weitere Abtragung der Kupsten verliert die Gegend allmählich den Charakter eines Kupstengeländes, und es bildet sich eine breite, vollständig ebene Fläche heraus, welche man als die Platte bezeichnet. Solche Windplatten finden sich sowohl an der Hinterpommerschen Dünenküste als auch auf der Frischen und Kurischen Nehrung. Diese Platte bezeichnet gleichzeitig die Wanderbahn, auf welcher die vormals im Vordünen- und Kupstengelände entstandene Wanderdüne landeinwärts rückte.

Die bedeutende Höhe und Breite mancher Wanderdünen haben sich zumeist durch die Vereinigung mehrerer kleinerer Wanderdünen herausgebildet. Wo sich bei ergiebiger Sandzufuhr bald eine neue Wanderdüne vor der ersten herausbilden konnte, mußte die Weggeschwindigkeit der vorher entstandenen Wanderdüne durch den Windschatten der neu entstandenen bald herabgesetzt werden. Auf diese Weise vermochte sich die schneller wandernde jüngere Düne in einem bestimmten Zeitabschnitte mit der zweiten zu einer einzigen Wanderdüne von bedeutenderen Dimensionen zu vereinigen.

An der hohen Wanderdüne tritt der Böschungsunterschied zwischen der steilen Lee- und flachen Luvseite besonders deutlich hervor. Infolge des allmählich erfolgenden Überganges von Erosion und Akkumulation gehen die Böschungen der Luv- und Leeseite gewöhnlich vermittels einer gleichförmig flachgewölbten Gipfeloberfläche ineinander über.

Nur bei heftigen Winden, welche besonders die oberen Teile der Luvseite treffen, werden in den Kamm der Dünen tiefe Furchen eingerissen, und seine flache Gipfelwölbung wird

---

<sup>1</sup> G. Behrendt, Geol. des Kurischen Haffes a. a. O. 145.

<sup>2</sup> A. Jentzsch, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 66 f.

in einen scharfen Grat umgeformt, dessen obere Grenzkante den Windmulden folgt<sup>1</sup>.

Sobald der Wind für eine längere Zeit, etwa eine bis zwei Wochen lang, aus einer Richtung weht, welche der herrschenden Windrichtung entgegensteht, nimmt der obere Teil der bisherigen Leeseite Luvböschung an, und an der Seite der bisherigen Luvseite bildet sich eine Sturzdüne von wenigen Metern Höhe heraus. Solche Umformung der oberen Dünenkuppe durch Landwinde konnte man Ende September 1906 an dem Dünenkamm des Predinberg nördlich von Rossiten wahrnehmen.

Vor der Luvseite der Wanderdüne wird von dem Wind ebenso wie vor einer fest entgegenstehenden Wand in wenigen Metern Entfernung ein Sandwall aufgeworfen. Zwischen diesem Sandwall und dem Fuße der Luvseite wird das Gelände zu einer flachen Mulde bis auf den vom Grundwasser durchfeuchteten Sanduntergrund ausgehöhlt. In solchen schmalen Muldenstreifen mit feuchtem Boden bilden sich die sogenannten Triebssande heraus.

Der Triebssand entsteht durch das Aufsickern des Wassers im Sande, und zwar nur bei einer Geschwindigkeit, welche ausreicht, um die Sandkörner anzuheben. Diese Geschwindigkeit ist nach einer Auflockerung des Sandes möglich, welcher durch den Staudruck der Düne hervorgerufen wird<sup>2</sup>.

Den vor der Luvseite aufgeworfenen Dünenwall bezeichnet A. Jentzsch als untere Stufendüne<sup>3</sup>. Sie fällt gewöhnlich der Deflation anheim und wird dann zu niedrigen Kupsten ausgeblasen.

Von dem Fuße der Wanderdüne führen zu den Kupsten der Stufendüne an verschiedenen Stellen wenige Fuß hohe Sandrücken hinüber, welche der Flugsand von der Luvseite der Wanderdüne her aufgeschüttet hat<sup>4</sup>. Jentzsch bezeichnet diese Sandrücken als Dünenhügel.

<sup>1</sup> P. Gerhardt, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 136.

<sup>2</sup> K. Soecknick, Im Triebssandrevier der Kurischen Nehrung, Altpreuß. Monatsschriften LX 169–186. Königsberg 1903. Ferner: Triebssandstudien, Schriften der phys.-ökon. Ges. Königsberg (1904) 37–48.

<sup>3</sup> A. Jentzsch, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 72.

<sup>4</sup> A. Jentzsch, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 85.

Bedeutender an Umfang sind die mehr oder weniger breiten Flugsandebenen, welche dem Fuße der Sturzdüne vorgelagert sind. Die alluvialen Haken auf der Innenseite der großen Nehrungen bestehen aus solchen Flugsandebenen, welche der an der Sturzdüne entlangstreichende Wind in die flacheren Randpartien des Haffes hinausgebaut hat<sup>1</sup>.

Die Geschwindigkeit, mit welcher unter gleichem Windeinflusse stehende Wanderdünen landeinwärts vorrücken, hängt sowohl von dem Umfange der Düne wie von der Oberflächenbeschaffenheit der Wanderbahn ab.

Hohe Dünen wandern langsamer als niedrige, da die Sandkörner in dem ersteren Fall eine größere Steigung zu überwinden haben<sup>2</sup>. Ferner ist die Geschwindigkeit auf einer freien unbehinderten Bahn bedeutend größer als dort, wo sich feste Gegenstände in den Weg stellen. Auch die Luv- und Leeseite derselben Wanderdüne wandern mit verschiedener Geschwindigkeit. Die weit größere Fläche der Luvseite rückt langsamer als die kleinere Fläche der Leeseite vor.

Die 40—60 m hohen Dünen der Kurischen Nehrung rücken jährlich mit ihrer Kammhöhe im Durchschnitt 6,15 m vor, wobei die Luvseite 4,4 m und die Leeseite 7,89 m zurücklegt<sup>3</sup>.

25—30 m hohe Dünen an der Küste von Hinterpommern rückten nach Lehmann und Keilhack jährlich um 9—11 m vor, eine 4—6 m hohe Düne jährlich um 17 m<sup>3</sup>.

Nach Krause rückte eine Wanderdüne gegen einen Kiefern-hochwald jährlich um 3,77 m vor, dort wo ein solches hohes und festes Hindernis fehlte, jährlich um 7,53 m.

Die Wanderdünen der Deutschen Ostseeküste schließen sich im allgemeinen zu einer einzigen Dünenkette zusammen, während Einzeldünen und doppelte Dünenreihen weit seltener auftreten. Die Reihenbildung verdankt hauptsächlich dem schnelleren Wandern der jüngeren Düne ihre Entstehung, wodurch die zwischen den verschiedenen Reihen vorhandenen Lücken bald ausgefüllt werden<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> A. Jentzsch, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 83.

<sup>2</sup> P. Gerhardt, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 154.

<sup>3</sup> P. Gerhardt, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 158 f.

<sup>4</sup> E. Kurz, Die Dünengestalt der Kurischen Nehrung. Inaug.-Dissert. 50, Königberg 1904.

Einzeldünen nehmen entweder die Form einer Sichel als sogenannte Sicheldünen an, oder sie bewahren eine einfache längliche oder rundliche Gestalt.

Die Sicheldüne entstand dadurch, daß die niedrigen Seiten der Düne schneller wanderten als die höhere Mitte und daher sichelförmig in der Richtung des vorherrschenden Windes umgelegt sind. Durch Vereinigung der Flügel entsteht die rundlich geformte Einzeldüne. Letztere kann sich vor einem festen Hindernis in eine längliche Form umgestalten<sup>1</sup>.

Auch die langen Dünenreihen lassen noch an einigen Stellen die ursprüngliche Sichelform der Einzeldüne erkennen.

Solche Sichelform besitzen die in einer Doppelreihe auftretenden Wanderdünen nördlich von Nidden. Sehr deutlich ist die ursprüngliche Sichelform an den Dünenreihen ausgeprägt, welche sich auf der westlichen Lebaseenehrung und auch weiter westlich ausgebildet haben. Vom Scholpiner Leuchtturm hat man einen vorzüglichen Überblick der mit ihren Seitenflügeln nach W bis SW hin gekehrten Sicheldünen, welche sich zu der mächtigen Dünenreihe der Kleinen Wollsäcke zusammengetan haben.

Wie alle losen Flugsandgebilde so besitzen auch die Wanderdünen an der windzugewandten Seite gewöhnlich eine leicht gekräuselte Oberfläche. Diese Kräuselungen bestehen in wellenförmigen wenige Zentimeter hohen und breiten Erhebungen, den sogenannten Rippelmarks, deren reihenförmig angeordnete Kämme zumeist parallel nebeneinander herlaufen.

Als Produkte des Windes stellen sie sich mit ihrer Reihenrichtung stets senkrecht zu der Richtung des erzeugenden Windes ein. Ebenso wächst ihre Größe und ihr Abstand mit der zunehmenden Windstärke<sup>2</sup>.

Ihre Reihenrichtungen geben daher einen wichtigen Aufschluß über die Ablenkung und Stärke der Windbewegung an den verschiedenen Stellen der Dünenoberfläche.

Wanderdünen, welche über einen Boden von weicher Beschaffenheit z. B. über einen Torf- oder Deltaboden hinwegwandern, pressen diesen unter sich zusammen oder vor sich auf.

---

<sup>1</sup> E. Kurz a. a. O. 36.

<sup>2</sup> A. Jentzsch, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 54.

Ein Beispiel solcher Niederpressung veranschaulicht das von A. Jentzsch aufgenommene geologische Profil der Frischen Nehrung bei Nickelswalde. Die tiefste Einsenkung des aus Meeressand und älterem Alluvium bestehenden Untergrundes befindet sich gerade an der Stelle, über welcher die höheren Partien des Dünenkammes gelegen sind. Die Größe des Senkungsbetrages beläuft sich auf 3—4 m<sup>1</sup>.

Aufressungen kommen als sogenannte Drumsackbildungen am Uferrande des Frischen und Kurischen Haffes vor, wo der weiche Haffboden am Fuße der steilen Sturzdüne wallartig 3—4 m emporgequollen ist<sup>2</sup>.

## 8. Die Einwirkung der Niederschläge, des Grundwassers, des Frostes, Antaus und des Eises.

Während die Winde durch den Aufbau von Dünen hauptsächlich an den Flachküsten ihre gestaltende Tätigkeit ausüben, wirken die übrigen Atmosphärien und das Grundwasser vor allem auf die nackten vegetationslosen Hänge der Steilufer ein.

Die gestaltende Tätigkeit der Atmosphärien und des Grundwassers äußert sich nach zwei verschiedenen Richtungen hin:

1. in der Schluchten- und Nischenbildung,
2. in der Abtragung auf der gesamten Saumstrecke der Steiluferhänge, hier die weit kräftigere Abrasionswirkung des Meeres unterstützend.

Die Schluchtenbildung beruht in erster Linie auf der Wirkung der Niederschläge. Unterstützt durch die ungleiche Widerstandsfähigkeit des Gesteinsmaterials und durch die Unebenheiten der Oberfläche, graben sich die das Regen- und Grundwasser abführenden Küstenbäche immer tiefer in die obere Kante der Steilhänge ein und bilden an verschiedenen Stellen der Steilküste enge Schluchten heraus, die sich häufig bis auf den Fuß des Steilhanges eingeschnitten haben. Da die Steilküste an den meisten Stellen beständig landeinwärts verlegt wird, so werden auch die unteren Partien der Schluchten mit

<sup>1</sup> A. Jentzsch, Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 99.

<sup>2</sup> A. Jentzsch., Handb. des deutschen Dünenb. a. a. O. 97.

fortgeräumt und die Küstenbäche veranlaßt, ihre Erosionsarbeit beständig von neuem wieder aufzunehmen.

Daher bewahren diese alluvialen Schluchtenbildungen zu meist ihren jugendlichen Charakter, indem der Profilschnitt derselben die V-förmige Gestalt eines Klammprofils beibehält.

Der alluviale Ursprung solcher Schluchtenbildungen tritt besonders dort hervor, wo diese tief in den Steilrand eines ebenen bis schwachwelligen Diluvialplateaus eingeschnitten sind.

Ein treffliches Beispiel solcher Schluchtenbildungen bietet die hohe O-Küste von Jasmund, wo die Schluchten in einem schwachwelligen Plateaurand eingekerbt sind. Die in die Schluchten mündenden Bäche und Sammelwässer, wie der Lenzer, Kieler, Grisnitzer, Kolliker und Steinbach, sind meistens in die vom Diluvium eingenommenen Teile der Steilränder eingeschnitten, welche als das weniger widerstandsfähige Material zwischen den härteren Kreideschollen der Steilufer eingeschaltet sind<sup>1</sup>.

Ziemlich häufig treten die Schluchtenbildungen auch an den Plateaurändern der Schwarzauer Kämme (östlich von Rixhöft), der südlichen Oxhöfter Kämme und des nördlichen Samlandes auf.

Begünstigt wird die Schluchtenbildung hier durch den Wechsel der sandigen und tonigen Lagen in dem Aufbau der tertiären Schichten<sup>2</sup>. Ein charakteristisches Beispiel bietet die Kallodingschlucht an der nordsamländischen Steilküste bei Rauschen, wo durch das abfließende Regenwasser eine ganze Reihe von kleinen nebeneinander gelegenen Schluchten ausgewaschen ist<sup>3</sup>.

Nach Schellwien<sup>2</sup> kommt für die Herausbildung der größeren Schluchten der Samländischen Küste in erster Linie die erodierende Wirkung des fließenden<sup>3</sup> Wassers in Betracht.

Zur Nischenbildung geben neben bereits vorerwähnten Faktoren die an den unteren Partien der Steilwände hervortretenden Grundwasser häufig Veranlassung.

Das an der Sohle der wasserdurchlässigen oberen Schichten stark durchfeuchtete Material veranlaßt häufig Verschiebungen

<sup>1</sup> W. Deecke, Geol. Führer durch Pommern, a. a. O. 34.

<sup>2</sup> E. Schellwien, Geol. Bilder der Samländischen Küste a. a. O. 28 f.

<sup>3</sup> E. Schellwien a. a. O. vgl. fotogr. Aufnahmen.

und Verrutschungen, bei welchem die unteren Partien hervorstechen und die oberen Partien mit sich zum Sturz auf den Strand fortreißen.

P. Lehmann beschreibt als Augenzeuge solchen Vorgang einer Nischenbildung an der Hinterpommerschen Küste<sup>1</sup>.

An dem Steilufer der Mecklenburgischen Küste zwischen Heiligendamm und Arendsee trifft man zahlreiche zirkusartige Nischen von 10—50 m Durchmesser an, deren Hänge meistens mit Vegetation bedeckt sind. Ihre zumeist stark durchfeuchteten Gründe und das gegen den Strand herausickernde Wasser weist noch auf die Ursachen der Oberflächengestaltung hin.

Der zerstörende Einfluß, welchen die Atmosphärien im übrigen auf die gesamte Strecke der Steilküste ausüben, geht ohne wesentliche Umgestaltung der durch die Meeresabration geschaffenen Steiluferformen vor sich.

Die an der Steilwand herabfließenden Niederschläge schleppen die Sande und Tone der oberflächlichen Schichten mit hinfert und lagern sie an ihrem Fuß in flachen deltaförmigen Schlammaufgüssen wieder ab, die selten 1 m Breite überschreiten. In die Steilwand selbst werden schmale Rinnen und Runsen eingegraben, die meist nur wenige Zentimeter Breite und Tiefe aufweisen.

Bedeutender sind die Einwirkungen des Regens von oben her. An dem durchfeuchteten und wieder getrockneten Gesschiebemergel treten meist senkrecht und parallel zum Strand verlaufende Spaltbildungen auf. Durch diese werden die vorderen Partien der Steilwand schollenartig abgesondert und leicht zum Absturz gebracht.

Zerstörend ist auch die Wirkung des Frostes, welcher durch das Gefrieren der bis in die feinsten Spalten eindringenden Sickerwasser eine sprengende Wirkung ausübt. Ähnlich wie vor den Steilhängen der Gebirge häuft sich das im Frühjahr herabbröckelnde Material am Fuße der Steilufer in kleinen Schutthalden an.

Unterstützt wird die Wirkung des Frostes durch den Antau zu Beginn der Schneeschmelze. Namentlich dann, wenn nach

<sup>1</sup> P. Lehmann, das Küstengebiet Hinterpommerns. Zeitschr. für Erdk. (1884) 332 f.

starkem Frost plötzlich Tauwetter eintritt, ist der Betrag des abgebröckelten Materials und der fortgeführten Schlammassen am bedeutendsten<sup>1</sup>.

Der gestaltende Einfluß des Meereseises beschränkt sich meistens auf eine Umlagerung und Verschiebung des losen Strandmaterials.

Obgleich das äußere Meer nur ausnahmsweise zufriert<sup>2</sup>, bilden sich dennoch bei ruhigem Frostwetter an den flacheren submarinen Strandpartien Eisschichten von mäßiger Dicke heraus. Bei stärkerem Wind wird dieses Randeis bald wieder zertrümmert und als Treibeis von der Küstenversetzung am Strandsaum entlang geführt. Dabei erfährt auch das an der unteren Seite der Scholle eingebackene Sand- und Geröllmaterial eine Umlagerung längs des Strandes.

Am intensivsten macht sich diese Umlagerung an der Binnenküste der Bodden, Haffe, Limane und Strandseen geltend, wo sich während des Winters oft eine dicke Eisschicht herausbildet. Die aus dieser losgebrochenen Eisschollen besitzen eine weit größere Transportkraft als das dünne Randeis.

Nach Bornhöft<sup>3</sup> fand sich an der sandigen Küste von Fresendorf am Greifswalder Bodden eine Menge von Geröll und kleineren Blöcken vor, welche im Herbst 1882 dort nicht angetroffen wurden und nach der Aussage eines dortigen Bewohners während des Winters durch Eisschollen herbeigeschafft worden sind.

Eine zerstörende Wirkung in wesentlich anderem Sinn üben namentlich die dünnen Eisschollen auf die niederen Steilränder der Strandmoore aus, welche wir an den Binnenküsten der inneren Strandgewässer antreffen. Hier schieben sich die Eisschollen tief in die Unterhöhlungen der Torfklinte ein und schneiden, indem sie wenige Meter landeinwärts die Torfoberfläche nach oben hin durchstoßen, ganze Moorpartien von den niedrigen Küstenrändern ab<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Geinitz, Der Landesverlust der Meckl. Küste a. a. O. 5.

<sup>2</sup> Ackermann, Physik. Geographie der Ostsee 200, Hamburg 1891.

<sup>3</sup> Bornhöft, Der Greifswalder Bodden, II. Jahresber. der Geogr. Ges. zu Greifswald. (55). 1883–86.

<sup>4</sup> E. Bornhöft a. a. O. 48.

## Schluß.

### Die Hauptküstentypen und ihre Anordnung im Horizontalverlauf des Küstensaumes.

Während sich die Horizontalgebilde mittleren Maßstabes hauptsächlich auf den Buchtentypus beschränkten, ergaben die Horizontalgebilde mittleren Maßstabes eine große Mannigfaltigkeit von Typen. Diese erscheinen als geeigneter Ausgangspunkt für die Aufstellung der Hauptküstentypen der Deutschen Ostsee, welche sowohl die vertikale und horizontale Gliederung als auch die Entstehung der Küstenform betreffen.

In dem zweiten Abschnitt wurde dargetan, daß diejenigen Oberflächenformen, welche durch die Horizontalgebilde mittleren Maßstabes charakterisiert sind, auch nach ihrer vertikalen Gliederung den Charakter eines Typus annehmen. Denn die verschiedenen Vertreter eines Typus, welche nach der horizontalen Gliederung aufgestellt sind, stimmen auch im allgemeinen bezüglich ihrer Böschungsverhältnisse überein.

Im dritten Abschnitt des speziellen Teiles wurde endlich gezeigt, daß die Typen nach der horizontalen und vertikalen Gliederung auch vom genetischen Standpunkt aus geltend bleiben, indem die Entstehung eines jeden Typus durch eine besondere Art von Kräften meist glazialen Ursprungs charakterisiert ist.

Wir sind daher berechtigt, die Förden, Rundbuchten, Limane, Bodden, Glattküsten und Haffe als Hauptküstentypen der Deutschen Ostseeküste zu bezeichnen.

In einer kurzen Übersicht charakterisieren sich die Haupttypen nach ihrer Gestalt und Entstehung wie folgt:

	Horizontale Gliederung Länge stets senkrecht zum Saum. Breite stets parallel mit dem Saum	Vertikale Gliederung Das Längenprofil stets parallel zur Küstenlinie	Entstehung (Die Hauptfaktoren der Gestaltung sind gesperrt gedruckt)
1. Die Förden.	Gleichmäßig schmale Buchten, bei denen die Länge die Breite bedeutend übertrifft.	Trogform, meist einseitig geöffnet, steile submarine Randböschung. Der subaerische Rand zumeist Steilküste als Haldenküste. Im Längenprofil: Hügellandküste. Bedeutende absolute Tiefe.	1. Tektonik: Beeinflussung der Längenrichtung. 2. Glazialer Anteil. Evorsion und Erosion der Schmelzwässer. Glaziale Erosion. Stauchungen. 3. Einfluß des Meeres. Abrasion: gering. Akkumulation: gering.
2. Die Rundbuchten.	Halbkreisförmige Buchten.	Meerseitig geöffnete Flachmulden. Die submarine Böschung von mäßiger Steilheit. Die subaerische Randböschung: Steilküste abwechselnd mit Flachküste. Die Steilküste zumeist als Klintküste.	1. Tektonik: bislang nur für die östlichen Rundbuchten der Einfluß interglazialer Tektonik nachgewiesen. 2. Glazialer Anteil. Erosion des Eises erst zum Teil nachgewiesen, stellenweise Erosion und Evorsion der Schmelzwässer. 3. Einfluß des Meeres: Abrasion an den Steilküsten. Akkumulation an den Flachküsten.

	<p>Horizontale Gliederung</p> <p>Länge stets senkrecht zum Saum. Breite stets parallel mit dem Saum</p>	<p>Vertikale Gliederung</p> <p>Das Längenprofil stets parallel zur Küstenlinie</p>	<p>Entstehung</p> <p>(Die Hauptfaktoren der Gestaltung sind gesperrt gedruckt)</p>
<p>3. Li- mane.</p>	<p>Schmale Buchten, bei denen die Länge die Breite bedeutend übertrifft.</p>	<p>Trogform mit steilen Seitenrändern, Plateauküste.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tektonik: Beeinflussung der Richtung durch Spaltsysteme?</li> <li>2. Glazialer Anteil. Erosion der Schmelzwässer.</li> <li>3. Einfluß des Meeres gering.</li> </ol>
<p>4. Die Bodden.</p>	<p>Doppelküste mit unregelmäßigen Horizontalumrissen, die Länge und Breite sind annähernd gleich, feingelappte Gliederung der Innenküste (Kopf- und Nadelform). Unregelmäßig gestaltetes Küstenvorland.</p>	<p>Rings abgeschlossene Flachmulden von geringer absoluter Tiefe. Der subaerische Rand teils Steilteils Flachküste. Die Steilküste im Längenprofil als flachwellige Plateauküste.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tektonik: Für die östlichen Bodden Beeinflussung durch die verschiedenen Bruchsysteme des Schollenuntergrundes wahrscheinlich.</li> <li>2. Glazialer Anteil. Unregelmäßige Aufschüttung der Grundmoränen.</li> <li>3. Anteil des Meeres. Abrasion: Klintufer. Akkumulation: niedrige Dünenküsten.</li> </ol>
<p>5. Die glatte Küste.</p>	<p>Geradliniger bis schwachbogenförmiger Verlauf der Außenküste. Auftreten von Strandseen.</p>	<p>a) Steilküste als Plateauküste. b) Flachküste als Dünenküste. Bedeutende Höhe der Dünenküste.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tektonik: Übereinstimmung mit der Hauptstreichrichtung der Verwerfungssysteme des Untergrundes.</li> <li>2. Glazialer Anteil: der Plateaucharakter der Steilküste</li> </ol>

<p>Horizontale Gliederung Länge stets senkrecht zum Saum. Breite stets parallel mit dem Saum</p>	<p>Vertikale Gliederung Das Längenprofil stets parallel zur Küstenlinie</p>	<p>Entstehung (Die Hauptfaktoren der Gestaltung sind gesperrt gedruckt)</p>	
<p>6. Die Haffküste.</p>	<p>Doppelküste. Die Breite überwiegt die Länge. Das Küstenvorland besteht aus schmalen Nehrungen. Die Innenküste der Nehrung oft hakenförmig gebuchtet. Die Festlandküste weist an einzelnen Stellen den feingelappten Typus der Deltaküste auf.</p>	<p>Rings abgeschlossene Flachmulden. Geringe absolute Tiefe. Der Randabfall überwiegend Flachküste. Die Ausseeküste der Nehrungen mit hohen Dünen.</p>	<p>rührt von der Grundmoränenebene her. 3. Meereseinfluß: Ausgleichende Wirkung der Abrasion und Anschwemmung. 1. Tektonik? 2. Glazialer Anteil. Plateaucharakter der Steilküsten. 3. Anteil des Meeres. a) Abrasion. b) Anschwemmende Tätigkeit. Nehrungsbildung. 4. Tätigkeit der Flüsse. Deltabildung als Flachküste.</p>

Die Verteilung dieser Haupttypen im Verlaufe des Küstensaumes von W nach O ist folgende:

An der Küste von Schleswig von der Dänischen Grenze bis zur Kieler Förde herrscht der Fördentypus vor. Die annähernd senkrecht zum Küstensaume gerichteten Förden sind durch viele Kilometer lange Strecken eines geradlinigen oder gebuchteten Küstensaumes voneinander getrennt.

An der Holsteinschen Küste und der westlichen Mecklenburgischen Küste tritt vor allem der Rundbuchtentypus auf: Die Hohwachtbucht, die beiden Buchten, welche die Insel Fehmarn von der Halbinsel Wagrien abtrennen, die Neustädter Bucht,

die kleine Travebucht und die Teilbuchten der westlichen Wismarschen Bucht.

Die NW- und NO-Küste von Fehmarn ist Glattküste und als solche Flachküste mit typischer Strandseebildung.

Der östliche Teil der Wismarschen Bucht ist Boddenküste. Die östlich davon gelegene Mecklenburgische Küste ist bis Ribnitz hin glatte Küste und als solche vorwiegend Steilküste mit Klintufer.

Der Trave- und Warnow-Liman an der Küste von Lübeck und Mecklenburg, wie auch die weiter östlich gelegenen Limane vermögen dem längeren Küstensaume kein typisches Gepräge zu verleihen, da sie nur vereinzelt in weiten Abständen voneinander auftreten.

Die Küsten von Vorpommern, Rügen und Usedom—Wollin ist ausgesprochen Boddenküste. Auch hier vermögen die an der Küste von Vorpommern auftretenden Limane nicht den Typus der Boddenküste zu verdrängen.

Zu beachten ist hier, daß sich bei den östlichen Bodden vom östlichen Rügen und Usedom—Wollin der Einfluß der Tektonik des Untergrundes weit stärker bemerkbar macht als bei den westlichen Bodden.

Die Küste von Hinterpommern ist eine glatte Küste und als solche Flachküste mit Strandseebildungen.

Die Küste von Preußen ist vorwiegend Haffküste. An der Binnenküste des Frischen Haffes erscheint im SO die feingelappte Deltaküste bemerkenswert.

Zwischen den Preußischen Haffen ist die glatte Abrasionsküste des Samlandes eingeschaltet.





Die Klage ist zurückgewiesen, die Kosten der Klage sind dem Kläger zu lasten.

Die Klage ist zurückgewiesen, die Kosten der Klage sind dem Kläger zu lasten.

Die Klage ist zurückgewiesen, die Kosten der Klage sind dem Kläger zu lasten.

Die Klage ist zurückgewiesen, die Kosten der Klage sind dem Kläger zu lasten.

Die Klage ist zurückgewiesen, die Kosten der Klage sind dem Kläger zu lasten.

Die Klage ist zurückgewiesen, die Kosten der Klage sind dem Kläger zu lasten.

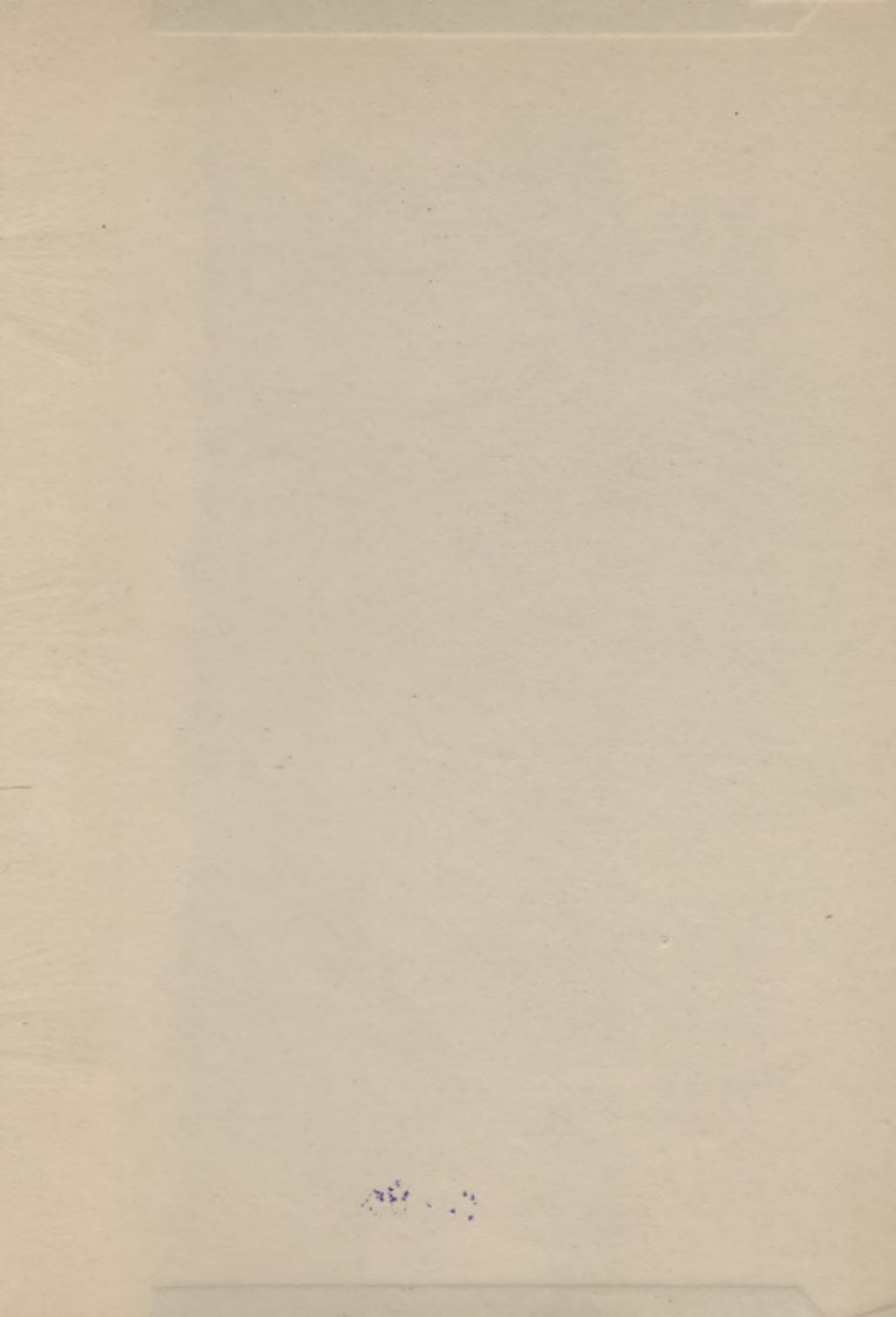
Die Klage ist zurückgewiesen, die Kosten der Klage sind dem Kläger zu lasten.

Die Klage ist zurückgewiesen, die Kosten der Klage sind dem Kläger zu lasten.

Die Klage ist zurückgewiesen, die Kosten der Klage sind dem Kläger zu lasten.

S - 96

S. 61



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299173