



# Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Sitzung vom 7. März 1911.

---

Inhalt: Eingesendete Mitteilungen: Prof. R. Zuber: Geologische Beobachtungen aus Westafrika. — Vorträge: L. Waagen: Die hydrographischen Verhältnisse um Pola. — Literaturnotizen: W. v. Seidlitz, Dr. Fr. Reinhold.

NB. Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Mitteilungen verantwortlich.

---

## Eingesendete Mitteilungen.

**Prof. Dr. Rudolf Zuber.** Geologische Beobachtungen aus Westafrika. (Mit 2 Abbildungen.)

Aufgefordert durch eine englische Gesellschaft habe ich im Laufe des Sommers 1910 eine Studienreise nach Westafrika ausgeführt.

Ich bin Mitte Juni von Liverpool abgereist und im September nach Plymouth zurückgekommen. Im Laufe der Monate Juli und August habe ich bedeutendere Partien der englischen Kolonien Nigeria und Goldküste wie auch der französischen Elfenbeinküste besichtigt, wobei meine Hauptausgangspunkte die an der Küste gelegenen Ortschaften Lagos, Accra, Secondi, Axim und Bonyere waren.

In das Innere bin ich nicht weit vorgedrungen (nur etwa 100 km), indem ich meine Untersuchungen vorwiegend nur auf die an der Küste auftretenden Bildungen beschränkte, und meine Hauptaufgabe bestand in der Untersuchung der dort an mehreren Stellen vorkommenden bituminösen und erdölführenden Ablagerungen.

Die geologischen Untersuchungen und überhaupt das Reisen in jenen Gegenden sind ungemein erschwert. Die Gegend ist fast überall mit dichten Wäldern und Sümpfen bedeckt, das Klima im höchsten Grade ungesund (Malaria, gelbes Fieber, Schlafkrankheit, Elephantiasis, Guineawurm etc.), die Kommunikation nur auf größeren Flüssen und Lagunen in Booten und kleinen Dampfern etwas leichter, sonst aber nur zu Fuß oder in einem von den Eingeborenen getragenen „Hammock“. Während meiner Anwesenheit herrschte dort gerade die Regenzeit, welche zwar die übermäßige Hitze etwas abkühlte, aber andererseits durch die wiederholten Regengüsse und Überschwemmungen alle weiteren Exkursionen ungemein erschwerte und teilweise sogar ganz unmöglich machte.

Ausgedehntere geologische Untersuchungen wurden in diesen Gegenden bisher überhaupt noch nicht unternommen. Nur wenige

kleinere Beobachtungen verschiedener Forschungsreisender von vorwiegend nur sehr lokalem Charakter sind in der geologischen Literatur hier und da zerstreut. Auch meine Untersuchungen hatten nur einen derartig lokalen Charakter ohne die Möglichkeit einer zusammenfassenden kartographischen Bearbeitung. In der Folge erlaube ich mir einige wichtigere Beobachtungen mitzuteilen.

### I. Bituminöse Ablagerungen in Süd-Nigeria.

Etwa 90 *km* östlich von der Stadt Lagos mündet in die weite und flache Lagune Leckie von Norden der Fluß Oni, an dessen Zufluß Sasa etwa 15 *km* weiter gegen Norden mit schwarzer, pechartiger Substanz (Asphalt) imprägnierte Sand- und Sandsteinschichten an der Oberfläche erscheinen. Ebensolche Aufbrüche erscheinen auch noch weiter östlich in einigen anderen parallelen Tälern auf einer Länge von etwa 75 *km*.

Diese Bitumenvorkommen gaben die Veranlassung zur Ausführung einer Reihe von Bohrungen, die auf Erdöl abzielten, bisher jedoch keine befriedigenden Resultate geliefert haben.

Wenn wir hier von der sehr geraden und ebenen Meeresküste nach Norden vorschreiten, sehen wir hier zuerst einen sehr flachen sandigen Strand, der nur durch wenige fortwährend durch Seesandwälle abgedämmte Fluß- und Bachmündungen unterbrochen wird; dann folgen ausgedehnte, mit Mangroven, Pandanen und Palmen bewachsene Sümpfe, hinter welchen sich eine lange Kette von flachen Lagunen hinzieht, welche bereits in bedeutendem Maße ausgesüßt sind, durch in dieselben einmündende Flüsse energisch verschlammmt und durch die überaus üppige tropische Vegetation verwachsen werden.

Hinter diesen Lagunen wird das Land mehr hügelig und ist überall dicht bewaldet (am wertvollsten ist hier das Mahagonyholz).

Erst gegen 80—100 *km* nördlich von der Küste erheben sich höhere Bergrücken, welche aus den ältesten Gesteinen dieses Teiles von Afrika bestehen, das ist hauptsächlich aus Gneisen, die durch zahlreiche Quarzitadern durchzogen werden. Am besten ist dieser Gneis bei Abeokuta aufgeschlossen und sein Südrand wird auch weiter gegen Osten in allen von Nord nach Süd laufenden Flüssen dadurch gekennzeichnet, daß er in denselben Schwellen und Wasserfälle verursacht.

Dieser Gneisrand ist unzweifelhaft die ältere Seeküste, an welche von Süden her jene von einer mächtigen, aus alternierenden Ablagerungen von Sand, Sandstein, Konglomerat und Ton bestehende bituminöse Formation anliegend erscheint.

Alles dies ist diskordant durch die mächtig entwickelte Lateritformation (diluvialer, roter, sandiger Lehm) oder durch rezente Sande und Sümpfe bedeckt.

Das fast vollständige Fehlen von oberflächlichen Aufschlüssen erlaubt keine genauere Untersuchung der bituminösen Formation. Es war dies nur auf Grund der in diesem Gebiete ausgeführten Bohrungen möglich.

Nach einem sorgfältigen Vergleich dieser Bohrresultate ergab es sich, daß die Schichten dieser Formation sehr flach gelagert sind, ostwestlich verlaufen und schwach gegen Süd, das ist von jenem alten Gneisrande gegen die heutige Seeküste zu einfallen.

Von oben nach unten war es möglich, folgende Schichtenkomplexe auszuscheiden:

1. Seesande wechsellagernd mit bunten (rot, grau, schwarz etc.) Tonen.

2. Ein Lager von schwarzem, grauem und braunem Ton (40—60 m) mit Blöcken älterer Gesteine, zahlreichen Pyritkonkretionen, verkohlten Holzstücken, seltenen kleinen Schalen, Fischzähnen und Fischschuppen etc.

3. Grober Sand und Sandstein mit Bitumen. Derselbe erscheint, wie bereits oben erwähnt, nicht weit vom Gneisrande an der Oberfläche und wird in den Bohrlöchern gegen Süden zu immer tiefer angefahren. Dieses Bitumen ist kein verdicktes Erdöl, sondern entweder ein ganz fester Asphalt (sehr ähnlich demjenigen von Trinidad) oder ein sehr dickes, halbflüssiges Bitumen von schwachem Geruch und von nur sehr schwachen Gasen begleitet.

4. Sehr dicke Lager von Sanden, Sandsteinen und Konglomeraten mit nur seltenen und schwachen Toneinschaltungen. Nach unten zu werden immer häufigere und größere exotische Blöcke angetroffen, unter welchen der Gneis, welcher unzweifelhaft die Unterlage der ganzen Formation bildet, bei weitem vorwiegt. Diese Sande enthalten sehr viel Wasser, welches oft warm ist, die Temperatur von 40° C erreicht und von brennbaren, geruchlosen Gasen begleitet wird. Dieses Wasser ist nicht salzig, sondern nur schwach schwefelig und es bringt Flocken eines halbfesten Bitumens mit sich.

Das geologische Alter dieser bituminösen Formation konnte bereits vor mir von Parkinson<sup>1)</sup> annähernd bestimmt werden. Derselbe hat diese Bildungen weiter im Osten von Agbabu am Oluwa-Flusse untersucht und dort zahlreiche und wohlerhaltene Versteinerungen gesammelt. Ich wiederhole im nachfolgenden die darauf bezüglichen Bemerkungen dieses Autors wörtlich.

„Mr. R. Bullen Newton, of the Natural History Museum, kindly looked through the specimens and found that *Pholas*, the well known boring mollusk, and *Cardium*, the cockle, were the commonest forms. He identified besides examples of *Arca*, ? *Scrobicularia*, *Pteria*? *Gari*, a *Cuspidaria*, and a *Dentalium*. The only gasteropod mentioned was a small fusoid looking shell; lamellibranches, therefore, greatly predominated, the fauna being rich in individuals, and on the whole rather poor in species, though it should be remembered that but a limited area was examined. Mr. Newton thinks the beds are probably of Pliocene Age.

There can be but little doubt of the essential identity of these deposits — clays and sandy clays — with those to the westward in the country now being worked under the license of the

<sup>1)</sup> The Age of the bitumen bearing beds of Southern Nigeria. By John Parkinson. M. A., F. G. S. — The Petroleum World. London. June 1910, P. 322.

Nigeria Bitumen Corporation; the great extent of the beds indicating that the coast line of this part of Southern Nigeria, viz., the Lagos Province, lay, at a period which, geologically speaking, is comparatively recent, some fifty miles to the north of the present position.

These Pliocene beds were doubtless deposited in shallow water. The discovery of shales, containing many impressions of leaves, not far of Epe, some sixty miles to the west of Agbabu, the rapid alternation of arenaceous and agglutinous beds of lenticular character, and also the types of fossils found, strongly suggest that land was not far off."

Ich selbst habe keine Schichten mit Versteinerungen an der Oberfläche gefunden. Nur aus einigen Bohrungen besitze ich wenige sehr jung aussehende Schalen. Sonst kann ich alle obigen Bemerkungen Parkinsons nur bestätigen.

Wir haben hier demnach auf der Gneisunterlage eine sehr junge (wahrscheinlich pliocäne) Strandformation von ausgesprochenem Flyschcharakter, noch ohne tektonische Störungen, nur schwach gegen Süden geneigt. Diese Formation enthält in einigen Partien bedeutendere Mengen von pechartigem Bitumen.

Meine früheren Untersuchungen, besonders aus Zentral- und Südamerika, führen mich zum Schlusse (welchen ich bei anderer Gelegenheit näher begründen werde), daß derartige junge Asphalt- und Bitumenablagerungen, wie die oben beschriebenen und unter solchen Bedingungen vorkommend, kein verdampftes Erdöl sind, von welchem sie übrigens bedeutend verschieden sind, sondern eher als ein noch nicht vollständig umgewandeltes organisches Material betrachtet werden müssen, welches erst unter dem gebirgsbildenden und faltenden Drucke in echtes flüssiges Erdöl und Erdölgase gespalten werden könnte. Durch eine weiter fortschreitende Faltung können dann größere Mengen des so gebildeten Erdöls und der Gase hauptsächlich an den Rücken der Antiklinalen angesammelt werden, was übrigens in fast allen wichtigeren bekannten Erdölgebieten bestätigt wird.

Andererseits kann das in solchen Ablagerungen angesammelte Erdöl in bedeutendem Maße oder vollständig von eindringendem Wasser verdrängt werden, wenn dieser Vorgang durch entsprechende Schichtenfaltung oder Isolierung durch bedeutendere undurchlässige Bildungen nicht verhindert wird.

Es folgt aus den obigen Betrachtungen, daß selbst bedeutende oberflächliche Asphalt- und Bitumenvorkommen noch keineswegs ein Beweis sind, daß in der Nähe oder tiefer größere Erdölansammlungen vorhanden sein müssen.

Die oben geschilderten Verhältnisse in Süd-Nigeria scheinen diese Anschauungen zu bestätigen.

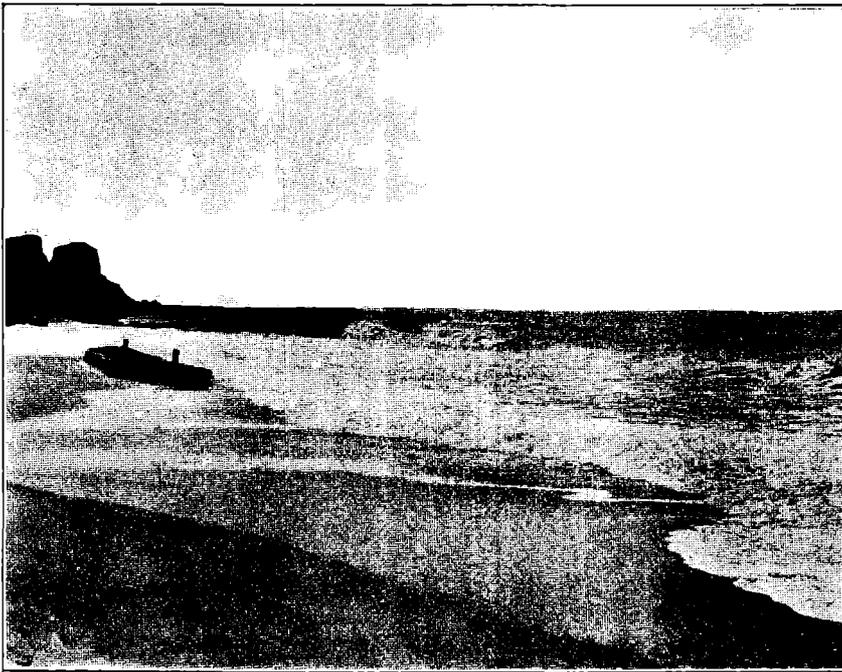
Es soll noch hinzugefügt werden, daß die tiefsten dort bisher ausgeführten Bohrlöcher, Nr. 6 in Abuliyagba bis 650 *m* und Nr. 9 in Idakun bis 725 *m*, diese Formation noch nicht ganz durchteuft haben. Jedoch nach den in diesen Bohrungen immer zahlreicher angetroffenen exotischen Gneisblöcken zu urteilen, erscheint es sehr wahrscheinlich, daß die von Gneis bestehende Unterlage nicht mehr sehr tief zu erwarten ist.

## II. Secondi, Axim, Beyin.

Die gerade, ebene und flache Küste, welche von Nigeria gegen Westen über Dahomey und Togoland zur Goldküste läuft und nur im Delta des Volta-Flusses etwas nach Süden vorspringt, wird erst in der Gegend des Cape Three Points zwischen Secondi und Axim etwas mannigfaltiger und felsig.

Die steil abstürzenden, bei Secondi zum Vorschein kommenden Felswände bestehen hauptsächlich aus einer charakteristischen Sandsteinformation. Eben solche Bildungen kommen auch an der Küste bei Accra und Cape Coast vor.

Fig. 1.



Felsen von rotem Sandstein (Paläozoisch?) und sandiger Strand westlich von Secondi (Goldküste).

Die besten, durch einen Eisenbahneinschnitt erweiterten (von Secondi führt eine Eisenbahn nach Norden nach Tarquah und Kumasi, zusammen etwa 200 *km*) Aufschlüsse befinden sich am Westabhange des Hügels, welcher in Secondi durch das Fort gekrönt ist.

Es sind dies fast horizontal gelagerte dicke Bänke eines roten Sandsteins mit grauen, grünlichen und gelblichen Partien, mit tonigen Einschlüssen und in grobe Konglomerate übergehend. Zum Teil sind sie mürbe, zum Teil fester. In ihrer Masse weisen sie oft eine Transversalschieferung und auf den Schichtflächen verschiedene Un-

ebenheiten auf. Mit einem Worte ist dies eine typische Wüstenbildung, welche selbst in den kleinsten Einzelheiten von unserem devonischen Old Red nicht unterschieden werden kann. Ob man jedoch diesen Sandsteinen ein devonisches oder anderes Alter zuschreiben kann, das läßt sich natürlich nicht entscheiden, solange darin keine charakteristischen Versteinerungen gefunden werden. In jedem Falle ist dies keine junge Bildung und höchstwahrscheinlich wird man sie als paläozoisch betrachten müssen.

An einigen Stellen östlich von Secondi liegen über diesem Sandsteine transgredierend rote und graue Schiefertone und Mergel mit eingeschalteten hellen Sand- und Geröllschichten. Es sind dies jedenfalls junge, vielleicht tertiäre Bildungen.

Alles wird wieder von der mächtigen diluvialen Lateritformation bedeckt.

Weiter gegen Westen erscheinen immer zahlreichere felsige Vorgebirge, Inselchen und unterseeische Klippen, die für die Seefahrt sehr gefährlich sind und durch das Hervortreten zahlreicher und bedeutender Intrusionen (Dykes) von alten Eruptivgesteinen vom Lande aus in das Meer hinein verursacht werden.

Über diese Gesteine aus der Umgebung von Axim wurden bereits von Gumbel<sup>1)</sup> und Gürich<sup>2)</sup> einige Mitteilungen gemacht.

Unter diesen Gesteinen überwiegt eine dunkle, feste, sich in Blöcke absondernde Felsart vom Diabastypus.

Das alte Fort in Axim ist auf einer solchen Diabasklippe aufgebaut.

In einem anderen Felsen auf der östlichen Seite dieser Ortschaft kommen schmale Gänge von weißem Quarzit, von einem roten granitartigen Gestein und zahlreiche Pyritauscheidungen vor.

Die von dort mitgebrachten Gesteine müssen noch eine nähere petrographische Untersuchung erfahren, was ich mir für später vorbehalten.

Der westliche Hügel von Axim ist an der Seeseite steil abgerissen und zeigt hier, ähnlich wie in Secondi, zuunterst rote, wahrscheinlich alte Sandsteine, darüber jüngere, nur schwach aufgeschlossene, aber deutlich gestörte bunte Schiefertone, und alles durch mächtig entwickelten Laterit bedeckt.

Die kleine Bucht, welche hier ziemlich tief einschneidet, ist durch die von der Auswaschung dieses lateritischen Lehmes herkommende Trübung fast immer stark rot gefärbt und die Meereswellen verschleppen und setzen dieses rote Sediment noch recht weit von der Seeküste ab.

Westlich von Axim führt noch ein recht guter Weg bis an den Ancobra-Fluß, indem er noch einige Hügel überschreitet, welche am Meere in von diabasartigen Gesteinen bestehende felsige Vorgebirge ausgehen. An der Ancobra in der Nähe ihrer Mündung (etwa 5 km

---

<sup>1)</sup> C. W. Gumbel, Beiträge zur Geologie der Goldküste in Afrika. Sitzungsber. d. math.-physik. Kl. b. Akad. d. Wiss. München. XII. 1882, pag. 190.

<sup>2)</sup> G. Gürich, Beiträge zur Geologie von Westafrika. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. XXXIX 1887, pag. 112—116.

westlich von Axim) enden diese und andere kristallinische Gesteine, unter welchen noch stark zerfressene und zerklüftete eisenschüssige und zum Teil goldhaltige Quarze hervorzuheben sind. Die Alluvionen des Ancobra-Flusses sollen besonders weiter talaufwärts ziemlich viel Gold enthalten.

Von der Ancobra-Mündung nach Westen erstreckt sich die flache, vorwiegend sandige Küste ohne irgendwelche ältere Gesteinsaufbrüche. Erst 40 *km* weiter fällt es in der Ortschaft Beyin auf, daß die Ruinen des dortigen alten Forts fast ausschließlich aus einem grauen, mit Muschelschalen erfüllten Kalkstein bestehen.

Da das zum Bau dieses Forts verwendete Material unmöglich aus großer Entfernung stammen konnte, trachtete ich zu erfahren, wo in dieser Gegend solche Kalksteine auftreten. Ich habe nur erfahren, daß die Steinbrüche, welche dieses Material geliefert haben, noch einige Kilometer weiter westlich bei der Ortschaft Kangan gelegen waren, aber trotz vieler Bemühungen um die Proktion des schwarzen „Königs“ von Beyin, wurden wir zu diesen in dichten Wäldern und Sümpfen verborgenen Stellen nicht zugelassen.

Glücklicherweise gelang es mir aber mit der Hilfe eines vertrauten Negers, unmittelbar am Meere bei Kangan einen kleinen Aufschluß aus dem Sande herauszugraben, wo dieser Kalkstein an der Oberfläche erscheint, und hier habe ich einen Teil meines Materials zu späterer Untersuchung mitgenommen. Ferner kommt derselbe Kalkstein auch als exotisches Material auch weiter westlich in jüngeren Tonen und Sanden stellenweise recht ergiebig vor, woher, wie auch aus den Ruinen des Forts von Beyin, noch mehr davon gesammelt wurde.

Herr Dr. Adalbert Rogala hat es auf mein Ansuchen unternommen, diese Sammlung näher zu bearbeiten. Die hauptsächlichsten bisherigen Resultate dieser Untersuchung werden am Ende dieses Aufsatzes mitgeteilt werden.

### III. Erdölvorkommen in der Goldküste.

Im westlichen Teile der Goldküste sind im Gebiete zwischen Half Assinee, Beyin und dem Tano-Flusse mehrere Stellen bekannt, wo Erdölausbisse und brennbare Gase auftreten. Die wichtigsten dieser Vorkommen sind folgende:

1. Zwischen Stoepville (Topo) und Takinta einige natürliche Tümpel mit Erdöl und schwachen Gasen. Ältere Bohrungen haben hier auch tiefer Erdöl gefunden (in dem alten Bohrloche Nr. 1 bei Takinta wurden Erdölsuren bis zu einer Tiefe von etwa 250 *m* mehrmals angefahren).

2. Zwischen Takinta und dem Tano-Flusse.

3. Rings um die Lagune Domini zwischen Bokakreh und Bonyere befinden sich ausgedehnte und zahlreiche von Gasen begleitete Erdölausbisse. Im Bohrloch Nr. 1 in Bokakreh wurde in einer Tiefe von etwa 20 *m* eine größere Menge eines flüssigen, ziemlich dicken,

schwach fluorisierenden und charakteristisch riechenden Öles mit Gasen angefahren.

4. Nordöstlich von Tikwabo Aufschlüsse eines dicken Öles mit Gasen.

Die erdölführende Formation, insofern sie aus den wenigen natürlichen und künstlichen Aufschlüssen und den bisher ausgeführten Bohrungen erkannt werden kann, ist in den höheren Terrainpartien (die dicht bewaldeten Hügel erheben sich hier bis 60—80 *m* über den Meeresspiegel) durch eine mächtige Lage von Laterit bedeckt, unter welcher ich von oben nach unten folgende Schichtenserien unterscheiden konnte:

1. Bunte Tone (rot, bläulich, grau, schwarz und weiß) 8—10 *m*.

2. Vorwiegend Sande und mürbe Sandsteine, stellenweise mit Erdöl, gewöhnlich mit Süßwasser überschwemmt, etwa 30 *m*.

3. Dunkler (schwarz oder grau) Ton mit sandigeren Partien, mit sehr zahlreichen kleinen und großen Blöcken eines harten, mit Muscheln erfüllten Kalksteins (es ist dies derselbe Kreidekalkstein, den wir bei Beyin gesehen haben), mit Pyritkonkretionen, verkohlten Pflanzenresten etc. Zusammen etwa 25—30 *m*.

4. Alternierende mächtige Ablagerungen von Sand, Sandstein und dunklen Tonen, bisher nicht durchteuft.

Charakteristische Versteinerungen, welche erlauben würden, das Alter dieser Formation näher zu bestimmen, habe ich leider nicht gefunden. Dieselbe muß jedoch bedeutend jünger sein als die oberste Kreide, zu welcher die oberwähnten Kalksteine gehören, da die letzteren in dieser Erdölformation als exotische Blöcke auftreten, und überdies spricht auch das allgemeine Aussehen dieser Bildungen für ein wahrscheinlich jungtertiäres, das heißt miocänes oder sogar pliocänes Alter.

Die Schichten dieser Formation sind im allgemeinen sehr flach gelagert, aber sie weisen doch eine deutliche schwache Neigung gegen Südwest auf, und außerdem ist es nicht ausgeschlossen, daß darin auch die Anfänge von Faltungen vorkommen können, da diese ganze Formation wie zwischen bedeutend ältere Gesteinsmassen eingepreßt erscheint. So finden wir am Tano-Flusse, etwa 6 *km* nördlich von der Landungsstelle Alenda Wharf, stark gestörte und steil emporgerichtete kristallinische Schiefer (Phyllite) und Quarzite, welche unzweifelhaft den nördlichen Rand der Erdölformation bilden; bei Kangan (östlich von Bonyere und westlich von Beyin) sehen wir unmittelbar an der Seeküste, also an der Südseite der Erdölformation, jene obenerwähnten festen Kreidekalksteine und weiter im Osten an der Ancobra und bei Axim die ebenfalls besprochenen alten kristallinischen Gesteine und an dieselben geradezu angepreßt die jungen bunten Tone.

Es erscheint daher sehr wahrscheinlich, daß die Schichten der erdölführenden Formation, welche über und zwischen jenen alten Gesteinen wie zwischen Keilen eingelagert erscheinen, bereits eine teilweise Faltung erlitten haben und infolgedessen können sie noch solche Partien enthalten, in welchen bedeutendere Öl- und Gasmengen angesammelt und gegen ein Verdrängen durch Wasser geschützt bleiben konnten.

Weitere im Bereiche dieses Gebietes rationell angelegte und geleitete Bohrungen werden wohl imstande sein, diese sowohl für die Wissenschaft wie auch für die Praxis wichtige Frage zu lösen.

#### IV. Bituminöse Ablagerungen bei Eboinda.

Auch in der französischen Kolonie der Elfenbeinküste treten in der Nähe der Ortschaft Eboinda an der Nordseite der Lagune Tendo an mehreren Stellen bituminöse Gesteine auf, auf deren Grundlage auch hier einige Schächte und Bohrungen ausgeführt wurden, welche auf Erdöl abzielten, jedoch bisher ohne günstigen Erfolg geblieben sind.

Etwas östlich vom Dorfe Eboinda erscheint am Lagunenufer unmittelbar unter einer mächtigen diluvialen Lateritdecke ein von braunem Bitumen durchaus durchtränkter Sandstein. Dieser Sandstein weist eine undeutliche Schichtung mit schwacher südwestlicher Neigung auf.

Weiter nördlich wurde in den gegrabenen Probeschächten Nr. 5 und 7 ein ebensolcher mit Bitumen getränkter Sand und Sandstein in einer Tiefe zwischen 15 und 27 *m* durchfahren, worunter ein Lager folgte von einem knolligen, festen, eisenschüssigen, mergeligen oder kieseligen Kalk neben harten sandigen Tonen mit sehr zahlreichen Muscheln und anderen organischen Resten. Auch diese Ablagerung ist mit pechartigem Bitumen durchtränkt. Die bisherigen von Herrn Dr. Rogala durchgeführten Untersuchungen haben ein oberkretazisches Alter dieser Bildung nachgewiesen. Nirgends weiter in dieser Gegend wurden diese Schichten aufgefunden. Die in den anderen Schächten durchfahrenen Sande, Tone und Sandsteine sind davon ganz verschieden und zeigen ein beträchtlich jüngeres Aussehen (vielleicht Miocän oder noch jünger). Die Kreide scheint hier nur eine ganz kleine, von jüngerem Tertiär umgebene Insel zu bilden.

Auch westlich vom Schachte Nr. 5 erscheint in der benachbarten Schlucht ein fester, mit Bitumen imprägnierter Sandstein.

Die Bohrungen I, IV und VIII haben wechsellagernde Bänke von hellen Sanden und Sandsteinen mit grauen, blauen, roten und weißen Tonen, meistens mit starken Wasserzflüssen durchteuft, und nur im Bohrloche Nr. 4 (auf dem Hügel westlich vom Dorfe) wurde angeblich in 395 *m* Tiefe eine Ölspur („oil show“) beobachtet.

Nirgends habe ich hier echtes flüssiges Erdöl gefunden und ich glaube nicht, daß das hier vorkommende asphaltartige Bitumen ein abgedampftes Erdöl sein könnte, sondern ich betrachte, ebenso wie in Nigerien, diese pechartige Substanz eher als einen jungen bituminösen Stoff, welcher sich in leichtere flüssige und gasförmige Kohlenwasserstoffe noch nicht umzuwandeln vermochte.

#### V. Sedimentbildung an der Küste.

Im Jahre 1900 hatte ich Gelegenheit, die Sedimentationsbedingungen auf flachen, tropischen Küsten, besonders im Orinocodelta und auf der Insel Trinidad (Südamerika) zu studieren. Ein Resultat

dieser Untersuchungen war meine Arbeit „über die Entstehung des Flysch“<sup>1)</sup>).

Ich trachtete damals nachzuweisen, daß die verschiedenartigen, in Flyschfazies ausgebildeten Formationen Bildungen sind, die eben durch eine derartige Sedimentierung an flachen Meeresküsten in feuchtem tropischem Klima unter Mitwirkung der dort einmündenden Flüsse mit veränderlichem Wasserstande und bei üppiger Strandvegetation entstehen konnten. Solche ältere Flyschformationen sind bekanntlich unter anderen der alpine Flysch, der Wiener Sandstein, der Karpathensandstein, der apenninische Macigno und dergleichen.

Jetzt war es mir möglich, das Gebiet der analogen Beobachtungen an der guineischen Küste in Afrika erheblich zu erweitern und ich erlaube mir nunmehr, die dort beobachteten Phänomene näher zu beschreiben.

Fast die ganze guineische Küste von Sierra Leone angefangen über Liberia, Elfenbeinküste, Goldküste, Togo, Dahomey, Nigeria bis Kamerun, das ist auf einer Länge von etwa 2500 *km*, ist sehr eben und flach. Aus dieser fast geradlinigen Küste springen gegen das Meer hervor nur das große und flache Delta des Niger-Flusses, dann das noch unbedeutende Delta des Volta, ferner einige felsige, aus kristallinen Gesteinen bestehende Vorgebirge, wie Cape Three Points, Cape Palmas und bei Sierra Leone, und schließlich einige kleine Sandsteinpartien (Accra, Cape Coast, Secondi). Außerhalb dieser wenigen Stellen sehen wir hier überall nur ganz flach abgelagerte Küstensande mit schlammigen Beimischungen, nur ab und zu durch kleinere und größere Flüsse und Bäche unterbrochen, welche die Landwasser dem Meere zuführen (Ancobra, Twin River und andere).

Nur in der Nähe jener felsigen Partien entstehen unter dem Einflusse der Meereswellen bedeutendere Ansammlungen von gröberen und feineren Geröllmassen, und außerhalb dieser Partien finden wir überall und auf riesigen Strecken nur Sand und Schlamm.

Auf dieser ganzen langen Küste von Oberguinea besteht kein einziger guter, natürlicher und entsprechend tiefer und geschützter Seehafen.

Überall reicht der seichte, schlammige oder sandige Meeresgrund weit in die See hinaus und die Schiffe müssen oft viele Kilometer weit vom Strande vor Anker gehen, da sie erst dort Tiefen von 30—40 *m* vorfinden.

Diese Litoralverhältnisse sind nur eine Folge der kombinierten Akkumulationstätigkeit des Meeres und der in dasselbe einmündenden Flüsse in Verbindung mit dem geologischen Bau und mit den klimatischen Verhältnissen.

Diese Umstände verdienen näher betrachtet zu werden.

Wie aus den früheren Arbeiten bekannt und wie dies zum Teil auch schon oben bemerkt wurde, wird die Hauptgrundlage dieses Teiles des afrikanischen Kontinents durch altkristallinische Gesteine,

---

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. prakt. Geol. Berlin 1901, August, und ein späterer Nachtrag „Zur Flyschentstehungsfrage“. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. Wien 1904, Nr. 8.

wie Phyllite, Quarzite, Gneise und alte Eruptivgesteine (Diabas und dergleichen) gebildet.

Der südliche Rand dieser alten Kontinentalmasse erscheint im Westen am Meere bei Freetown (Sierra Leone) und läßt sich gegen Osten bis nach Kamerun<sup>1)</sup> in einer wechselnden Entfernung von 30—40 km nördlich vom heutigen Strande verfolgen, wobei jedoch stellenweise felsige Ausläufer bis in das Meer hinausragen, wie wir dies bereits an der Ancobra-Mündung, bei Axim etc. gesehen haben.

Südlich von diesem auch orographisch deutlich hervortretenden Rande haben wir nur noch einige untergeordnete, ältere Aufbrüche, wie die oben erwähnten roten Sandsteine (Devon?) bei Accra und Secondi, und die Kreidekalke bei Beyin.

Das ganze übrige Gestade südlich von jenem kristallinischen Rande wird durch flach gelagerte und vorwiegend schwach gegen Süd geneigte junge Ablagerungen gebildet, welche einige hundert Meter Mächtigkeit erreichen, aus Sanden, Sandsteinen, Konglomeraten und bunten Tonen bestehen, stellenweise Erdöl und Bitumen enthalten und wahrscheinlich miocän oder noch jünger sind.

Alles dies wird in den höher gelegenen hügeligen Partien durch die mächtige Lateritformation (Diluvium) bedeckt, wogegen die tieferen Strandgebiete durch die rezente, fluviatile, lagunäre und Meeres-sedimentation eingenommen wird.

Das Klima dieser Küste (zwischen dem 4. und 8. Grad nördl. Breite) ist ein typisch tropisches. Die Regenzeit dauert dort im Mittel von April bis November, gewöhnlich mit einer kleinen Unterbrechung im August. In dieser Zeit herrschen dort neben überaus heftigen Regengüssen und Gewittern auch lange anhaltende Nebel und Regen, welche sehr bedeutende Anschwellungen und Überschwemmungen in den Flüssen hervorrufen. Von Dezember bis März dauert die relativ trockene Jahreszeit, aber auch dann sind Regen und Nebel keine Seltenheit, und die Atmosphäre ist immer mit Feuchtigkeit geschwängert.

Die erste Folge eines solchen Klimas muß eine überaus üppige Vegetation und eine äußerst intensive Verwitterung und Zersetzung der Gesteine sein. So waren zum Beispiel am Tano-Flusse die in ziemlich ansehnlichen Uferabstürzen aufgeschlossenen Phyllite so weit verwittert und „verfault“, daß es mir kaum mit Mühe gelang, mir einige zur Aufbewahrung geeignete Gesteinsmuster zu verschaffen.

Von jenem oberwähnten Zentralhochland läuft gegen das Meer, also nach Süden zu, ein dichtes Netz von größeren und kleineren Flüssen und Bächen herunter. Man kann sich leicht vorstellen, wie das Wasser dieser Flüsse unter solchen klimatischen Verhältnissen aussehen kann. Dasselbe ist immer trübe und schleppt geradezu riesige Massen von mineralischem Schlamm wie auch von organischer, vorwiegend pflanzlicher Substanz mit sich. Die Farbe der Trübung und des Wassers ist gewöhnlich braun infolge der beträchtlichen Beimischung von sich zersetzenden organischen Substanzen. Jedoch

---

<sup>1)</sup> Vergl. Guillemain, Beiträge zur Geologie von Kamerun. Abh. d. preuß. geol. Landesanst., Berlin 1909.

nach plötzlichen und gewaltigen Regengüssen tritt lokal oft eine intensiv rote Färbung auf, welche durch den verwaschenen und herabgespülten Laterit, dieses spezifisch tropische Verwitterungsprodukt, verursacht wird.

Diese ganze riesige Sedimentmasse tragen diese Flüsse und Bäche in das Meer hinein und hier beginnt deren Anhäufung unter wieder ganz eigentümlichen Bedingungen.

Die ständig gegen das Land, also in unserem Falle gegen Nord schlagenden Meereswogen halten die von den Flüssen hergebrachten und von den Litoralfelsen abgeschlagenen gröberen Gesteinsfragmente, wie Gerölle und Sande, in der höchsten Strandzone auf und bilden daraus die bekanntesten und gleichmäßigen Strandwälle. Diese Strandwälle hemmen den Abfluß der Flüsse zum Meere immer mehr und mehr und sie verursachen dann bei den größeren Flüssen entweder die Bildung von oft sehr komplizierten Deltas, oder die Entstehung von ausgedehnten und flachen Litorallagunen, welche nur eine erschwerte Verbindung mit dem Meere behalten.

Eine derartige Lagunenkette zieht sich vom Nigerdelta gegen Westen bis über die Stadt Lagos hinaus in einer Länge von über 200 *km*.

Eine andere Lagunenreihe begleitet das im Entstehen begriffene Delta des Volta und erstreckt sich längs der Küste auf beinahe 100 *km*.

Neben vielen kleineren folgt hier schließlich die größte Lagunenserie dieser Küste, welche an der Westgrenze der Goldküste beginnt und längs der Elfenbeinküste auf einer Länge von etwa 300 *km* zu verfolgen ist. Diese Lagunen umfassen die Mündungen der Flüsse Tano, Bia, Komoe, Bandama und vieler kleinerer Wasserläufe.

Das Wasser dieser Lagunen ist bereits in beträchtlichem Grade ausgesüßt. Nur dort noch, wohin die Meeresflut reicht (der Wasserstandsunterschied der Gezeiten erreicht in diesen Gegenden die Höhe von ungefähr 2 *m*), und während der Trockenzeit, wenn die Flüsse etwas weniger Süßwasser ins Meer tragen, erhöht sich der Salzgehalt der Lagunen ein wenig und reicht auch etwas weiter stromaufwärts.

Die Ufer dieser Lagunen werden sofort von einer überaus üppigen Vegetation und deren Grund von der fluviatilen Akkumulation erobert. Dem Meere am nächsten und dort, wohin noch der Einfluß des Salzwassers reicht, dort siedeln sich äußerst rasch auf den Sanden Kokospalmen und im Schlamm Mangroven und Pandanen an, und außerhalb der Grenzen des Salzwassers eine ungemein mannigfaltige Süßwasser- und Landflora.

Die Flüsse bringen hier, wie bereits oben bemerkt, eine Menge mineralischer Sedimente hinein und bilden zuerst unmittelbar bei der Mündung, dann aber auch weiter davon ausgedehnte Sand- und Schlammbanken, an welchen sich zuerst Schilf und Gräser, dann kleine Büsche, schließlich große Bäume ansiedeln — und so wird die Bank nach und nach zuerst in eine sumpfige Insel oder Halbinsel, dann in dicht bewaldetes, festes Land verwandelt.

Die zuerst immer mit Wasser gefüllte Lagune verwandelt sich mit der Zeit in einen verwachsenen Sumpf während der Trockenzeit und füllt sich noch mit Wasser während der Überschwemmungen der

Regenzeit und zuletzt, wenn sich die Lage der Strandlinie nicht verändert, verschwindet sie vollkommen und verwandelt sich in festes Land. Die Flüsse, welche sie in dieser Weise verschlänmt haben, müssen aber einen neuen Abfluß zum Meere finden und sie fangen einen neuen Zyklus ihrer Tätigkeit an, welcher dahin ausgeht, wieder ein neues Gebiet zugunsten des Festlandes zu gewinnen.

Es sind dies zwar bekannte und bereits mehrfach beschriebene Vorgänge, aber selten treten sie so prägnant in allen Phasen ihrer Entwicklung und auf so ausgedehntem Gebiete auf, wie an der guineischen Küste. Man muß sie an Ort und Stelle sehen und studieren, um deren große geologische Bedeutung gehörig beurteilen zu können.

Längere Zeit verweilte ich in der Nähe der kleinen, aber charakteristischen Lagune Domini im westlichen Teile der Goldküste zwischen den Negerdörfern Bonyere und Bokakreh. Gegen Norden ist diese Lagune von dicht bewaldeten, bis 60 *m* ansteigenden Hügeln umgeben, welche in ihrer tieferen Partie aus Tonen, Sanden und Sandsteinen der wahrscheinlich jungtertiären Erdölformation, und oben aus einer mächtigen Lateritdecke bestehen. Gegen das Meer (Süd) zu ist sie durch einen sandigen Strandwall abgedämmt.

In diese Lagune münden mehrere kleine Flüßchen und Bäche, welche dort besonders nach Regengüssen recht viel Schlamm und immer sehr viel sich zersetzende organische Substanz hineintragen. Der Wasserabfluß zum Meere ist durch jenen Strandwall sehr erschwert und bisweilen sogar gänzlich abgesperrt. Während meiner Anwesenheit daselbst wurde die Verbindung der Lagune mit dem Meere durch künstlichen Durchstich des Strandwalles teilweise erleichtert. Jede Flut wirft in die Lagune etwas Salzwasser hinein, welches dann während der nächsten Ebbe wieder teilweise ausgesüßt wird. Gegenwärtig ist das Lagunenwasser noch deutlich salzig, aber ihre Aussüßung durch die einmündenden Bäche macht merkliche Fortschritte.

Die Wassertiefe der Lagune ist sehr gering und überschreitet wohl nirgends 1 *m*. An vielen Stellen ist sie so seicht, daß selbst die sehr leichten und flachen kleinen Negerboote den Grund anlaufen und auf den Schlammhängen sitzen bleiben.

In der dem Strandwalle und dem Meere zugewendeten Seite ist der Lagunengrund mehr sandig, wogegen mehr landeinwärts nur ein dicker schwarzer Schlamm abgesetzt wird, welcher viel Schwefelwasserstoff ausscheidet, da daselbst zahlreiche sowohl tierische wie pflanzliche Organismenreste verfaulen. Die dem Meere näheren Sandbänke sind noch von zahlreichen Kolonien von großen Austern bedeckt, aber es sind dies nur abgestorbene Schalen, da die Tiere hier nicht mehr leben können. Im Schlamm befinden sich auch recht zahlreiche Gehäuse von Meeresschnecken (Turritellen und andere), aber die Tiere habe ich darin nicht mehr gefunden. Es sind dies Überreste der Meeresfauna aus der Zeit, wo hier eine bessere Verbindung mit dem offenen Meere bestand.

Die Ufer und die zahlreichen Bänke und Inseln werden durch Mangroven und Pandanen üppig bewachsen und diese liefern den

Sedimenten wohl sicher die größte Menge der in Zersetzung übergehenden organischen Substanz.

Das ins Meer abfließende Wasser ist dunkelbraun und übelriechend und noch weit draußen im Meere kann man diese braune Färbung und den dicken gelben Schaum sehen, welcher von den Mündungen dieser und anderer Lagunen aus durch die Meereswellen weggetragen und wieder an anderen Stellen auf den flachen Strand hinausgeworfen wird.

Natürlich wiederholen sich in den anderen größeren, hunderte und tausende von Quadratkilometern bedeckenden Lagunen dieselben Sedimentationsverhältnisse in bedeutend größerem Maßstabe.

Betrachten wir jetzt das eigentliche Meeresufer.

Wie aus der obigen Darstellung ersichtlich, ist das Meer an dieser ganzen Küste bis zu weiten Entfernungen sehr seicht. Die 100 *m* Tiefenlinie ist von dem heutigen Strande überall 50 bis 100 und stellenweise noch mehr Kilometer entfernt, was im Litoralgebiet eine mittlere Neigung des Meeresgrundes von 1—2 *m* per Kilometer ergibt. Es folgt daraus auch, daß nur der Wasserstandsunterschied zwischen Ebbe und Flut, welcher, wie oben angegeben, hier etwa 2 *m* beträgt, allein bewirkt, daß das Meer während der Ebbe um mehrere hundert und stellenweise sogar um 2000 *m* vom Strande zurückweicht.

Nur in der Nähe der felsigen Vorgebirge, deren es nur wenige gibt, bestehen etwas tiefere Buchten, welche langsam durch gröbere, von den Strandfelsen abgebrochene und durch die Meereswellen bearbeiteten Schutt- und Geröllmassen ausgefüllt werden. Auf diesen Geröllen wachsen an einigen Stellen (zum Beispiel bei Axim) recht zahlreich buntfarbige traubige Kalkalgen, hauptsächlich Lithotamnen.

Einen weit überwiegenden Teil dieses Küstengebietes, oft auf 100 und mehr Kilometer ohne Abwechslung, bilden gröbere und feinere Seesande. Diese sandigen Küstenpartien bilden während der Ebbe den besten Kommunikationsweg jener Gegenden.

Abhängig von der näheren oder weiteren Umgebung (zum Beispiel Strandfelsen, Flußmündungen und dergleichen) lassen sich auch hier einige Verschiedenheiten in der Sedimentierung beobachten.

So finden wir zum Beispiel in der Nähe der Sandsteinfelsen bei Accra und Secondi fast nur reinen, ziemlich groben Sand. Die Meereswogen werfen hier verhältnismäßig nur nicht viel Muscheln und Schneckengehäuse, bisweilen den Schulp eines Tintenfisches und etwas Seetang an den Strand. An anderen Stellen zahlreicher angesammelte Muschelschalen werden sehr rasch zerbrochen und zerrieben, so daß eine aus diesen Schalenpartikeln und Sand zusammengesetzte Lumachelle entsteht.

Etwas anders sieht wieder die Sedimentierung an der Küstenstrecke zwischen der Ancobra-Mündung und Beyin, das ist auf einer Länge von etwa 40 *km*, aus.

Auf dieser ganzen Strecke haben wir einen sehr flachen und sehr geraden Strand. Die Ebbe entblößt eine Litoralzone von 1 *km* und stellenweise noch mehr Breite. Die Flüsse Ancobra, Twin River und zahlreiche kleinere Bäche tragen hier recht viel Trübung und sehr viel organische Substanz dem Meere zu, wodurch die Wellen

braun gefärbt werden und der organische Detritus dann durch die Wellen verschleppt und zusammen mit dem Sand und Schlamm längs dem Strande hinausgeworfen wird.

In der höchsten Partie des Strandes setzt sich hier fast nur reiner feiner Sand ab; nach unten aber zu kommt immer mehr dunkle oder fast schwarze zerriebene mulmige Masse und sehr viel feiner pflanzlicher Detritus zur Ablagerung, welcher im Sande eine feine Schichtung oder Bänderung hervorruft. Während der Ebbe kann man hier auf großen Flächen breitere oder schmale Wellenfurchen,

Fig. 2.



Sehr flacher sandig-schlammiger Strand (Flyschtypus) östlich von Beyin (Goldküste).

Spuren von Würmern, Krabben und anderen kriechenden und wühlenden Organismen beobachten. Herausgeworfene Schalen von Schnecken, Austern, Cardien, Pectiniten und anderen Muscheln findet man hier verhältnismäßig weniger. Selten findet man Seesterne und flache Seeigel, öfter große Quallen und Holoturien, welche bald sterben und eintrocknen und dann auf der Sand- und Schlammoberfläche problematische Abdrücke hinterlassen, wenn auf diese bereits etwas abgetrocknete Fläche durch die zurückkehrende Flutwelle neue Sedimente hergebracht werden.

Es soll hier noch ein Umstand hervorgehoben werden.

Die Mündungen einiger Flößchen in das Meer zeigen sehr deutliche Anzeichen einer Verjüngung, das ist sie schneiden sich senkrecht in sehr junge Meeresablagerungen auf 1 *m* und mehr ein. Es entstehen auf diese Weise kleine Terrassen, welche heute über dem höchsten Meeresstande liegen und doch aus durchaus horizontal geschichteten und ganz rezenten Absätzen (vorwiegend Sanden) desselben Meeres bestehen und ebensolche Organismenreste enthalten, wie sie heute in der nächsten Nachbarschaft, nur etwas unterhalb eingebettet werden. Es sind dies unzweifelhafte Anzeichen einer langsamen Hebung des Strandes.

Sehr junge (quartäre) gehobene Strandterrassen hat auch Chautard<sup>1)</sup> weiter gegen Nordwest in der Umgebung des Cap Verde (Senegal) beobachtet. Dieselben befinden sich dort in Höhen von 5, 15, 25 und sogar 45 *m* über dem heutigen Meeresspiegel.

Andererseits haben wir schon früher gesehen, daß die in Nigeria an der Goldküste und Elfenbeinküste ausgeführten Bohrungen bis zu mehreren hundert Metern in verhältnismäßig auch jungen (nicht älter wie Miocän) Ablagerungen abgeteuft waren, welche aus Sanden, Sandsteinen, Konglomeraten und Tonen bestehen, die unzweifelhaft unter denselben Bedingungen abgesetzt wurden, wie die noch heute an derselben Küste herrschenden.

Alles dies zusammen beweist unwiderleglich, daß bereits in den jüngsten geologischen Epochen, das ist vom Jungtertiär an, in diesen Gegenden sehr bedeutende Oszillationen der Strandlinie stattfinden, und zwar sowohl in positiver wie auch in negativer Richtung.

#### VI. Geologische Geschichte von West-Guinea.

Die alte Kontinentalmasse von Indoafrika oder Gondwana (Suess) erstreckte sich unzweifelhaft noch sehr weit gegen West und Süd vom heutigen Guinea, so daß die heute dort noch vorkommenden altkristallinen Gesteine nur noch einen kleinen nicht eingesunkenen Überrest dieses ausgedehnten Kontinents darstellen.

Das Vorkommen der Überreste einer alten roten Sandsteinbildung von ausgesprochenem Kontinental- und Wüstentypus in einigen Partien der guineischen Küste beweist unzweifelhaft, daß zur Zeit der Bildung dieser Formation (Paläozoikum?) diese Stellen im Innern eines ausgedehnten Kontinents gelegen sein mußten.

Die dem Alter nach nächsten Ablagerungen sind an der Küste die oberkretazischen Kalke aus der Umgebung von Beyin und von Eboinda. Es sind dies, wie wir gesehen haben, Kalksteine, Mergel und Tone mit einer rein marinen Fauna von deutlichem Charakter der indischen Kreide.

Das Vorhandensein dieser Kreidebildungen beweist, daß der Einsturz des Golfs von Guinea entweder vor der Kreideperiode oder am Anfange derselben stattgefunden haben mußte, und der indische

<sup>1)</sup> Jean Chautard, La faune de quelques plages soulevées des côtes du Sénégal et de la Mauritanie. Bull. Soc. géol. de France. IV. Sér. T. IX, 1909, pag. 392—394.

Charakter der dort gefundenen Fauna weist auf eine Verbindung des oberen Kreidemeeres von Guinea mit der großen und ausgedehnten indo-mediterranen Kreidetransgression hin.

In der Tertiärzeit, und zwar wahrscheinlich in deren späterer Abteilung (Miocän-Pliocän) beginnt an dieser Küste die Sedimentierung eines flachen Strandes mit häufigen Oszillationen, mit Delta- und Lagunenbildung und wahrscheinlich wiederholten Meeresüberflutungen.

Diese Sedimentation von ausgesprochenem Flyschcharakter dauert noch gegenwärtig fort.

Die lokale Bildung von Bitumen und Erdöl ist unzweifelhaft im Zusammenhange mit diesen Flyschsedimenten und ist wahrscheinlich ein Produkt der langsamen und fortschreitenden Umwandlung der in diesen Sedimenten angesammelten organischen Substanz, vorwiegend pflanzlichen Ursprunges.

Gegenwärtig scheint sich die Küste von Guinea im Stadium einer stufenweisen Hebung zu befinden.

Ich kann dem Eindrucke nicht widerstehen, daß ebensolche klimatische und Sedimentationsbedingungen, wie sie heute an der Küste von Guinea herrschen, während der Kreide- und Alttertiärzeit längs dem nördlichen Rande der alpinkarpathischen Geosynklinale bestanden haben müssen, wo damals die mächtigen Flyschablagerungen mit lokalen Erdölansammlungen entstanden sind.

Eine eingehendere Bearbeitung der gesammelten Materiale wie auch einiger oben berührten Probleme behalte ich mir für spätere Arbeiten vor.

#### Anhang.

Herr Dr. Adalbert Rogala teilt mir folgende Resultate seiner an meinem paläontologischen Material aus der Umgebung von Beyin, Kangan, Bonyere und Bokakreh in der Goldküste und von Eboinda an der Elfenbeinküste durchgeführten Untersuchungen mit:

„Die mir zu näherer Untersuchung anvertrauten paläontologischen Materiale konnten noch nicht eingehend bearbeitet werden. Einige Formen jedoch, welche ich unten anführe, konnten infolge ihres guten Erhaltungszustandes genau bestimmt werden und beweisen, daß die dieselben enthaltenden Gesteine von oberkretazischem Alter — Maestrichtien sind.

Die festen, hell- oder dunkelgrauen, bisweilen braunen Kalksteine von Kangan und Beyin, welche hie und da kleine Einsprengunge von Pyrit oder Limonit enthalten, sind erfüllt mit den Schalen der Muscheln:

*Plicatula instabilis* Stol.

*Roudairia auressensis* Coq.

*Cytherea Rohlfsi* Quaas

*Cardita Beaumonti* D'Arch. (= *C. libyca* Zitt.)

Die beiden letzteren kommen massenhaft vor, obgleich auch die zwei ersteren keineswegs selten sind.

Die Gesteine von Bokakreh und Bonyere sind von den obigen verschieden, da sie mehr kalkige Sandsteine oder Tone sind, die ebenfalls mit Muscheln, aber bereits mit weniger gut erhaltenen, erfüllt sind. Durch Ausfrieren und mehrfaches Auskochen mit Wasser konnte ich unter anderen folgende ausscheiden:

*Roudairia auressensis* Coq.

*Cytherea Rohlfsi* Quaas; die letztere bildet die Hauptmasse der Versteinerungen.

Aus Bokakreh stammt noch ein Stück eines ebensolchen Kalksteines wie aus Kangan. Dasselbst befindet sich:

*Plicatula instabilis* Stol. neben anderen vorläufig noch nicht bestimmten Arten.

Die in Eboinda auftretenden, versteinерungsführenden Gesteine erscheinen als sandige, eisenschüssige und mit Asphalt getränkte Tone. Einige Partien sind kalkig und dann fest. Wegen dem Asphaltgehalt ist es sehr schwer, ihre Versteinерungen herauszubekommen. Dieselben sind vorwiegend als Steinkerne nur einer Art erhalten:

*Cardita Beaumonti* d'Arch.

Es ist noch nicht möglich, das Vorkommen dieser Formen in jeder Beziehung auszunützen; jedenfalls beweisen sie eine Analogie der sie führenden Gebilde mit den gleichaltrigen Bildungen Nordafrikas.

Eine eingehende paläontologische Beschreibung der von Prof. Zuber gesammelten Materiale wie auch die aus derselben zu ziehenden stratigraphischen Schlüsse werden den Gegenstand einer besonderen Abhandlung bilden.“

### Vorträge.

**Dr. Lukas Waagen.** Die hydrographischen Verhältnisse um Pola.

Im Herbste des vergangenen Jahres wurde ich von der k. k. Statthalterei in Triest aufgefordert, an der Kommission, welche zwecks Durchführung der neuen Wasserversorgung von Pola zusammengetreten war, teilzunehmen. Dadurch war es mir möglich, mit Unterstützung der beteiligten Gemeinde- und Marinefunktionäre nicht nur die hydrographischen Verhältnisse jener Gegend genau zu studieren, sondern auch die bisher gesammelten Daten und aufgezeichneten Beobachtungen einer Durchsicht zu unterziehen. Es wurden dadurch unsere Erfahrungen über die Grundwasserverhältnisse im Karst in wesentlichen Punkten erweitert und vielfach richtiggestellt, wenn auch so manche auffällige Erscheinungen noch keiner befriedigenden Lösung zugeführt werden konnten.

Von den zahlreichen Resultaten dieses Studiums mögen nur einige hier kurz Erwähnung finden: Außer dem Staugrundwasser, das die Klüfte in dem verkarsteten Kalk erfüllt, gibt es dort auch Wasser in geschlossenen unterirdischen Gerinnen. Die Grundwasserstände lassen sich mittels Isohypsen auf weite Strecken verfolgen. Der Ein-