

**DIE PHOSPHORITKNOLLEN**  
**DES**  
**LEIPZIGER MITTELOLIGOCÄNS**  
**UND**  
**DIE NORDDEUTSCHEN PHOSPHORITZONEN**

**VON**

**HERMANN CREDNER,**

**ORDENTL. MITGLIED DER KÖNIGL. SÄCHS. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.**

**MIT EINER TAFEL.**

# INHALT.

---

<b>I. Die Phosphoritknollen des Leipziger Mitteloligocäns.</b>	
	Seite
1. Ihr geologischer Horizont und ihre Verbreitung . . . . .	5
2. Ihre morphologische und petrographische Beschaffenheit	9
3. Ihre chemische Zusammensetzung . . . . .	42
4. Ihre organischen Einschlüsse und deren Erhaltungszu- stand . . . . .	44
5. Die Abhängigkeit ihrer Gestaltung und Dimensionen von der Art, Grösse und Gruppierung ihrer organischen Ein- schlüsse. . . . .	47
6. Ihre Genesis . . . . .	48
a. Die für ihre genetische Erklärung maassgebenden Beobach- tungen . . . . .	48
b. Theorie ihrer Entstehungsweise . . . . .	49
c. Experimentelle Erhärtung dieser Theorie . . . . .	24
<b>II. Die Verbreitung des Phosphorites in Norddeutschland.</b>	
<b>I. Die baltische Phosphoritzone.</b> . . . . .	28
1. Die jurassischen Phosphoritvorkommnisse . . . . .	30
2. Die cretaceischen Phosphoritvorkommnisse . . . . .	34
a. im Gault . . . . .	34
b. im Cenoman . . . . .	34
c. im Turon . . . . .	34
d. im Senon . . . . .	32
3. Die tertiären Phosphoritvorkommnisse . . . . .	34
4. Die diluvialen Phosphoritvorkommnisse . . . . .	35
5. Die alluvialen Phosphoritvorkommnisse . . . . .	37
<b>II. Die subhercynische Phosphoritzone.</b> . . . . .	37
1. Die jurassischen Phosphoritvorkommnisse . . . . .	38
a. im Lias. . . . .	38
b. an der Grenze von Lias und Dogger . . . . .	39

	Seite
2. Die cretaceischen Phosphoritvorkommnisse . . . . .	39
a. im Hils . . . . .	39
b. im mittleren Gault . . . . .	40
c. im oberen Gault . . . . .	40
d. im Cenoman . . . . .	41
e. im Senon . . . . .	41
3. Die tertiären Phosphoritvorkommnisse . . . . .	44
a. im Unterligocän . . . . .	44
b. im Mittelligocän . . . . .	44
4. Die diluvialen Phosphoritvorkommnisse . . . . .	44
Die Stellung des Leipziger Phosphoritgebietes zu diesen Zonen . . . .	46
Tafel-Erklärung . . . . .	47

---

# I. Die Phosphoritknollen des Leipziger Mitteloligocäns.

## 1. Ihr geologischer Horizont und ihre Verbreitung.

In den Jahren 1890 und 1894 erfolgte das Absinken zweier, für den Abbau des unteroligocänen Braunkohlenflötzes bestimmten Schächte bei Zwenkau, 12 km südlich von Leipzig, welche zu diesem Zwecke sämtliche Stufen des Leipziger Oligocäns zu durchteufen hatten. Mit der Beobachtung der hierdurch gebotenen geologischen Aufschlüsse und dem Sammeln der zu Tage geförderten organischen Reste beauftragte ich meinen damaligen Amanuensis Herrn PROFT. Wie von vornherein zu erwarten war, stimmte der Aufbau und die Fossilführung des durchsunkenen Schichtencomplexes vollkommen überein mit den Resultaten über die Gliederung des Oligocäns, wie sie in den nur 5 und 8 km entfernten Schächten von Grossstädteln und Gautzsch, sowie durch bereits früher und neuerlich in Leipzig und seiner Umgegend geschlagene Bohrlöcher erzielt worden waren<sup>1)</sup>.

Auf Grund der von Cand. PROFT erstatteten Berichte und der gefälligen Mittheilungen des jene Schachtabteufungen leitenden Ingenieurs, des Herrn HÄUSER, sowie nach den eingelieferten Gesteinsproben und den in grosser Zahl gesammelten Fossilien lässt sich fol-

---

1) H. CREDNER: Das Oligocän des Leipziger Kreises mit besonderer Berücksichtigung des marinen Mitteloligocäns. Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1878. S. 615. — Das »Marine Oberoligocän« bei Leipzig. Ebend. 1886. S. 493. — Geologische Profile durch den Boden der Stadt Leipzig. 2 Tafeln nebst erläuterndem Text. Leipzig, 1883. — Die geologischen Verhältnisse der Stadt Leipzig, in »Leipzig in sanitärer Beziehung«. Festschrift. Leipzig, 1894. S. 13. — Elemente der Geologie. 7. Aufl. Leipzig, 1894. S. 686.

gendes Bild von der Entwicklung und Gliederung des am äussersten Südrande der Leipziger Bucht abgelagerten Oligocäns von Zwenkau gewinnen.

#### Das Oberoligocän

wird repräsentirt durch 17 m mächtige, feine, graugrüne Glimmersande (obere Meeressande), die wie überall im Gebiete des Leipziger Oligocäns organische Reste nicht enthalten.

Die obere (miocäne) Braunkohlenformation, welche sich erst weiter im NO auf das Oberoligocän auflagert und an der Stelle ihrer grössten Mächtigkeit im Höhenzuge von Liebertwolkwitz—Stötteritz ihren topographischen Ausdruck findet, fehlt bei Zwenkau noch vollständig.

#### Das Mitteloligocän

gliedert sich in Übereinstimmung mit den übrigen Aufschlüssen der Leipziger Gegend in den Septarienthon und den Stettiner Sand oder unteren Meeressand, nur dass sich hier deren weiter im Norden beträchtlichere Mächtigkeit auf 3 und 9 m reducirt hat.

Der Septarienthon erwies sich als ausserordentlich reich an Conchylienresten, die freilich nur von einer verhältnissmässig geringen Zahl von Arten abstammen. Neben *Leda Deshayesiana*, *Nucula Chastelii*, *Astarte Kickxii*, *Cardium cingulatum*, *Fusus multisulcatus*, *Aporrhais speciosa*, *Dentalium Kickxii* und anderen schon aus dem Septarienthon von Gautzsch und Grossstädteln beschriebenen Mollusken waltet ebenso wie dort *Cyprina rotundata* durch die ausserordentliche Zahl der meist getrennten, oft aber auch noch fest geschlossenen beiden Klappen beträchtlich vor. Dieselben sind dann im Vereine mit den erstgenannten Conchylien zuweilen schichtweise massenhaft angehäuft. Im mittleren Niveau des Septarienthones wurde in dem einen der beiden Schächte eine unregelmässige Bank, also eine sich flächenhaft durch den ganzen Schachtquerschnitt erstreckende Septarie von lichtgrauem, splittigerem Kalkstein mit Resten der oben genannten Meeresfauna durchsunken.

Der unter dem Septarienthon folgende 9 m mächtige, graue, einzelne Glimmerblättchen, auch wohl isolirte Glaukonitkörner führende, feine Quarzsand, der untere Meeressand oder Stettiner Sand erwies sich bis auf einige wenige Fragmente von *Cyprina*

rotundata frei von organischen Resten. Nur sein oberster und sein unterster Horizont machen hiervon eine Ausnahme. Ersterer führt in einer Mächtigkeit von 1,5 m eine Anzahl vielgestaltiger Knollen, nämlich knolliger Concretionen von durch reichliches Cement verkittetem Quarzsand, deren jede entweder den Abdruck und Steinkern von *Cyprina rotundata* oder von *Aporrhais speciosa*, am häufigsten aber von *Pectunculus Philippii*, — oder aber Reste und zwar Schuppen, Zähne oder Knochenfragmente von Fischen umschliesst.

Die Basis dieses unteren Meeressandes hingegen bildet eine metermächtige Bank von dünnschichtigem und ebenplattigem leberbraunem Thon, auf den Schichtflächen mit Sandkörnchen, Glimmerblättchen und zahlreichen, aber bereits stark macerirten, z. Th. noch schwarz glänzenden Fischschuppen, ferner mit *Lamna*-Zähnen, hier und dort auch mit dem undeutlichen Abdrucke zusammenhängender Partien eines Fischskeletes.

#### Das Unteroligocän

wird durch seine terrestre Facies, die untere Braunkohlenformation des Leipziger Tertiärs vertreten und beginnt von oben gerechnet mit sandigem Thon, der namentlich nach unten zu durch Braunkohlenstaub dunkel gefärbt ist, unter welchem drei durch Thonbänke getrennte Braunkohlenflötze von 6, 2 und 13 m Mächtigkeit und dann wiederum fette, gelblichbraune Thone folgen.

Unter der beim Abteufen der Zwenkauer Schächte gemachten geologischen und palaeontologischen Ausbeute befanden sich mehr als hundert der oben erwähnten kugelig-knolligen Concretionen aus dem unteren Meeressande. Bei ihrer specielleren Durchsicht gelangte ich auf die Vermuthung, in dem die Quarzkörner verbindenden Cemente derselben eine phosphoritische Substanz zu erblicken. Durch eine in dieser Richtung ausgeführte chemische Prüfung wurde in der That Phosphorsäure und Calcium als Hauptbestandtheile des Bindemittels jener Knollen nachgewiesen und damit die Natur der letzteren als phosphoritischer Quarzsandstein festgestellt.

Bereits beim Abteufen der jetzt wieder zu Bruche gegangenen

Braunkohlenschächte bei Grossstädteln und Gautzsch südlich von Leipzig wurden während der Jahre 1876 und 77 in dem oberen Horizont des mitteloligocänen Meeressandes, also genau in demselben Niveau wie bei Zwenkau, nuss- bis über apfelgrosse, kugelfunde, sowie z. Th. noch grössere ellipsoidische oder keulig verdickte Concretionen angetroffen, welche angeblich aus durch angewitterten Schwefelkies verkittetem Quarzsand bestehen sollten und auf jenen Werken als »Schwefelkieskugeln« bekannt waren, eine Bezeichnung, die sich leider auch in die Literatur eingeschlichen hat.

Auf Grund der Ermittlungen an den gleichalterigen und in jeder Hinsicht gleichartigen Knollen des Zwenkauer Mitteloligocäns lag es nahe, auch in den aus den Schächten zu Grossstädteln und Gautzsch geförderten »Schwefelkieskugeln« phosphoritische Concretionen zu vermuthen. Die daraufhin gerichtete chemische Untersuchung einiger in der Sammlung der geologischen Landesanstalt von Sachsen aufbewahrter, von dort stammender Exemplare bestätigte diese Annahme.

Auch bei Grossstädteln und Gautzsch concentriren sich diese Phosphoritknollen auf die oberste Bank des dort 13 m mächtigen unteren Meeressandes, während die von dort angeführten Conchylien (namentlich *Pectunculus Philippii* und *Aporrhais speciosa*) sich erst in dessen liegenderen Niveaus, dann aber in ausserordentlicher Fülle einstellen, in den Zwenkauer Schächten aber vermisst werden.

Kugelige Phosphoritknollen wurden auch in dem benachbarten Zöbiger beim Abteufen eines im Ober- und Mitteloligocän angesetzten Brunnenschachtes zu Tage gefördert.

Endlich ist auch von dem Mitteloligocän der Markranstädter Gegend und speciell der Braunkohlenwerke von Albersdorf, 8 km südwestlich von Leipzig durch ältere Aufschlüsse bekannt geworden, dass dessen unterer Meeressand zahlreiche bis über apfelgrosse kugelige Concretionen führt<sup>1)</sup>. Aus den gefälligen Mittheilungen des derzeitigen Directors der dortigen Werke, des Herrn A. HOFFMANN, geht hervor, dass diese Knollen denen von Zwenkau petro-

---

1) Vergl. Erläuterungen zur geol. Specialkarte von Sachsen. Section Zwenkau. Von J. HAZARD. 1883. S. 9.

graphisch sehr ähnlich sind und deshalb, sowie nach Analogie ihres Auftretens gleichfalls phosphoritischer Natur sein werden.

Die Vertheilung der Aufschlüsse von Zwenkau, Grossstädteln, Zöbiger, Gautzsch und Albersdorf macht es höchst wahrscheinlich, dass der mittellogocäne Meeressand innerhalb seines ganzen Verbreitungsgebietes in der Leipziger Gegend sich als Phosphorithorizont bewähren wird.

## 2. Die morphologische und petrographische Beschaffenheit der Phosphoritknollen.

Ihre Gestalt und Grösse. Die anscheinend wirre Vielgestaltigkeit der Phosphoritknollen des Leipziger Mittellogocäns löst sich in drei Grundformen auf, in denen eine später zu erörternde genetische Gesetzmässigkeit zum Ausdrucke gelangt.

Am häufigsten sind Concretionen von entweder vollkommen kugelig oder ellipsoidischer, zuweilen brodlaibartiger Gestalt und einem Durchmesser von 3—6, seltener bis 10 oder 12 cm. Ihnen reihen sich zweitens solche Gebilde an, die gewissermassen aus der Aggregation zweier Individuen des ersten Typus hervorgegangen zu sein scheinen und je nach der Kürze oder Länge des Verbindungsstückes beider Körper entweder die Gestalt zweier nahe ihrer Peripherie in einander verfliessender Ellipsoide, oder aber diejenige einer an ihren Enden dick aufgeblähten Doppelkeule besitzen und dann bis 20 cm lang werden können. Seltener sind 3 oder 4 Ballen zu einem traubigen oder mehrarmigen Agglomerat verschmolzen. Weniger häufig als obige Gestalten sind drittens 15—20 cm lange cylindrische Concretionen mit zugespitzten oder abgerundeten Enden, also von spindel- oder wurmförmigem Aussehen.

Die Oberfläche aller dieser concretionären Gebilde ist scharf begrenzt und zwar eben, aber nicht glatt, sondern fühlt sich rau an und besitzt einen feinkörnigen, sandsteinartigen Habitus.

Als Zeichen beginnender Anwitterung macht sich an der Peripherie der kugeligen Concretionen zuweilen die Neigung zu einer blätterigen, concentrisch-schaligen Ablösung bemerklich, während

deren Inneres stets von einer vollkommen gleichmässigen und einheitlichen Structur beherrscht wird.

Die Farbe der Concretionen ist an deren Oberfläche eine gleichmässig graue, im Inneren hingegen eine viel dunklere, fast schwarzgraue.

Das Gefüge der Knollen ist ein ausserordentlich zähes, so dass zu ihrem Zerschlagen sehr kräftige Hammerschläge erforderlich sind.

Ihre petrographische Beschaffenheit. Auf dem Querbruche macht das, wie gesagt, schwarzgraue Gestein zunächst einen fast krystallinen Eindruck, giebt sich jedoch schon bei Betrachtung mit der Lupe als ein sandsteinartiges Aggregat von kleinsten Quarzkörnchen zu erkennen, die durch ein fast schwarz erscheinendes Cement so fest zusammengehalten werden, dass sie sich aus diesem beim Zerschlagen der Knollen meist nicht herauslösen, sondern zerreißen und durch den Glanz ihrer Bruchflächen jenen täuschenden krystallinen Schimmer des Gesteines verursachen. Sobald aber doch eine Ablösung der Quarzkörner erfolgt, verleiht ihnen oft ein hauchartiger Ueberzug des Bindemittels einen messinggelben Schein, der früher zu der irrthümlichen Annahme einer kiesigen Natur dieser Concretionen verführt hat.

Man ersieht aus dieser obigen Beschreibung, dass die Leipziger Phosphoritknollen in ihrer äusseren Erscheinungsweise nicht die geringste Aehnlichkeit mit denen des Oligocäns von Ost- und Westpreussen sowie der Magdeburg-Helmstedter Gegend aufzuweisen haben. Vielmehr besitzt die Mehrzahl der letzteren eine sehr wechselvolle und völlig gesetzlose, knollige, traubig-nierenförmige Gestalt mit glatter, narbiger oder warziger Oberfläche und dunkeltem, z. Th. tiefschwarzem, firnissglänzendem Ueberzug. In ihrem Inneren erscheinen sie gelblich bis dunkelbraun gefärbt oder gelb und braun gefleckt, in der Hauptmasse dicht und derb, enthalten in dieser mehr oder weniger reichliche Glaukonit- und Sandkörner und umschliessen oft die wohlerhaltenen Schalen von Conchylien.

Bei mikroskopischer Untersuchung wiederholt sich in allen Dünnschliffen von Leipziger Phosphoritknollen ausnahmslos folgendes Bild. Die Masse der Knollen besteht zunächst aus z. Th. vollkommen abgerollten oder kantengerundeten, z. Th. eckigen Quarzkörnern. Hier und dort trifft man auf ein isolirtes Muscovitblättchen, noch seltener

auf ein minimales, lebhaft grün durchscheinendes Glaukonitkorn. Die letzteren sind dann stets oval und von einer zarten Hülle schwarzer, organischer Substanz gänzlich oder theilweise überzogen und durch diese gegen das Phosphoritcement abgegrenzt. Nirgends machen sich dieselben durch Besonderheiten ihrer Gestalt oder durch eine innere Kammerung als Foraminiferen-Steinkerne kenntlich. Die Gesammtheit dieser Körner wird verkittet durch ein phosphoritiches Cement von gelblichbrauner Farbe, welches sich in Form dünner Säume um alle klastischen Elemente herum und zwischen denselben hindurch zieht, sich in den Lücken zwischen grösseren Körnern etwas reichlicher staut und nur local grössere Ansammlungen bildet, in denen dann kleinste Quarzkörnchen suspendirt liegen. Die phosphoritische Masse umschliesst sehr zahlreiche feinste, schwarze Pünktchen, sowie in geringerer Zahl grössere, ebenfalls opake, spratzige Fetzen von organischer Substanz.

Bei starker, 500—600facher Vergrösserung gewahrt man, dass die Adern von phosphoritischem Bindemittel, welche sich zwischen dem dichten Accumulate von Quarzkörnern hindurch winden und dieselben verkitten, nicht selten eine sehr zierliche Lagenstructur besitzen (Figur 4 der Tafel). Diese zarten, durch abwechselnd hellere und dunklere Färbung unterschiedenen Lamellen wiederholen sich zwischen je zwei Quarzkörnern bilateral-symmetrisch, schmiegen sich der Oberfläche der letzteren an und können deshalb, wo sich deren Zwischenräume erweitern, minimale Hohlräume offen lassen, deren Wandungen oft ein aus nierenförmigen Wölbungen zusammengesetztes Relief aufweisen. In dieser structurellen Erscheinung findet der allmähliche Absatz des Phosphorites auf der Oberfläche jedes der locker aufeinander liegenden, von Mineralsolutionen umkreisten Quarzkörner seinen Ausdruck.

Das phosphoritische Bindemittel ist scheinbar amorph, zeigt jedoch im polarisirten Lichte eine im Allgemeinen sehr schwache Doppelbrechung, besitzt also feinstkrystalline Structur. Für die lagenförmig gegliederten Säume ist eine etwas stärkere Aggregatpolarisation charakteristisch.

Nach allen diesen Beobachtungen müsste das Material der Phosphoritknollen im Leipziger Mitteloligocän streng genommen als phosphoritischer Quarzsandstein bezeichnet werden. Jedoch ist für

die oft ganz ähnlich struirten phosphathaltigen Concretionen der übrigen norddeutschen Tertiärformation, die z. Th. einen noch geringeren Gehalt an Calciumphosphat und eine noch grössere Menge von Quarzkörnern umschliessen<sup>1)</sup>, schon längst die Benennung: Phosphoritknollen gebräuchlich, welche deshalb auf die analogen Gebilde des Leipziger Oligocäns übertragen worden ist.

Ueberzieht man einen ohne Deckgläschen gelassenen Dünnschliff dieser Gesteinsmasse mit verdünnter Salzsäure, so nimmt man unter dem Mikroskop wahr, wie sich aus den phosphoritischen Bändern und deren Verdickungen in ganz gleichmässiger Vertheilung minimale Kohlensäurebläschen entwickeln. Diese Erscheinung stimmt mit dem analytischen Nachweise einer Beimengung von Calciumcarbonat überein und führt dessen innige Mischung mit dem Phosphate vor Augen.

### 3. Die chemische Zusammensetzung der Phosphoritknollen.

Die chemische Prüfung des in Säuren leicht löslichen Cementes der beschriebenen Concretionen ergab Phosphorsäure und Calcium als dessen wesentlichste Bestandtheile. Zugleich aber bewies, wie soeben erwähnt, das leichte Aufbrausen, welches sich beim Bestreichen der Bruchflächen und Dünnschliffe der Knollen mit Salzsäure auf diesen bemerklich machte, die gleichzeitige Anwesenheit eines Carbonates, so dass sich das Cement bereits mit Hülfe dieser Voruntersuchung im Wesentlichen als ein inniges Gemenge von Calciumphosphat und Calciumcarbonat zu erkennen gab.

Die im I. chemischen Laboratorium hiesiger Universität unter Leitung des Herrn Assistent Dr. B. Rassow ausgeführten sechs quantitativen Analysen des Gesteines verschiedener Concretionen bestätigten diese obigen Ergebnisse in vollem Maasse und ergänzten dieselben in mancherlei Richtung.

Als Mittel aus je zweien der ersten 4 Analysen ergab sich zunächst folgende Zusammensetzung der gesammten Gesteinsmasse:

---

1) Vergl. A. JENTZSCH, Festschrift der phys.-ökon. Ges. Königsberg, 1879. S. 28. — H. B. GEINITZ, Isis 1883. S. 41 u. a.

	I.	II. 1)
Organ. Subst. und H <sub>2</sub> O . . .	0,60	1,08
CO <sub>3</sub> . . . . .	5,52	5,30
PO <sub>4</sub> . . . . .	21,86	21,86
Fe . . . . .	2,10	0,99
Al . . . . .	0,60	—
Ca . . . . .	13,95	14,39
SiO <sub>2</sub> als Quarz . . . . .	55,98	56,88
Fl . . . . .	—	—
	<hr/> 100,61	<hr/> 100,50

Diesen Analysen würden entsprechen:

	I.	II.
Organ. Subst. und H <sub>2</sub> O . . .	0,60	1,08
Ca CO <sub>3</sub> . . . . .	9,20	8,83
Al <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	2,52	—
Fe <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	5,66	2,67
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	18,62	18,32
CaHPO <sub>4</sub> . . . . .	8,02	12,78
SiO <sub>2</sub> als Quarz. . . . .	55,98	56,88
	<hr/> 100,60	<hr/> 100,56

Hieraus ergibt sich, dass die phosphoritischen Knollen des Leipziger Mitteloligocäns bestehen aus etwa 56 Procent Quarzkörnern und etwa 44 Procent Cement, welches folgende procentale Zusammensetzung besitzt:

	I.	II.
Organ. Subst. und H <sub>2</sub> O . . .	1,34	2,34
Ca CO <sub>3</sub> . . . . .	20,62	20,24
Al <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	5,65	—
Fe <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	12,69	6,12
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> . . . . .	41,73	42,00
CaHPO <sub>4</sub> . . . . .	17,97	29,30
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

Zwei fernere, von Herrn F. ROCHUSSEN mit fast gleichen Resultaten ausgeführte Analysen einer dritten Gesteinsprobe ergaben ausserdem übereinstimmend Spuren von Fluor.

1) Die Analysen I. ausgeführt von Herrn L. LASKA, — II. von Herrn G. FRIEBEL.

Aus den Ergebnissen obiger Analysen erhellt die Thatsache, dass das Cement unserer Phosphoritknollen ein Gemenge von vorwiegenden Calciumphosphaten nebst etwas Eisenphosphat und z. Th. auch Aluminiumphosphat mit etwa 20 Proc. Calciumcarbonat vorstellt, sowie dass im Gegensatze zu den bis 6,3 Proc. Fluorcalciumhaltigen Phosphoriten z. B. der Lahngegend Fluor entweder gar nicht oder nur spurenhaf vorhanden ist.

Beide Eigenthümlichkeiten theilen die Leipziger Phosphoritknollen mit wohl allen denen des norddeutschen Oligocäns überhaupt. So führen die ost- und westpreussischen Phosphorite im Durchschnitte 5—6 Proc. Calciumcarbonat, Fluor hingegen meist gar nicht, in einigen Fällen spurenhaf und nur in einem einzigen Vorkommnisse bis zu 1,28 Proc.<sup>1)</sup>, — diejenigen von Zietzow an der pommerschen Küste 9—11 Proc. Calciumcarbonat und eine Spur Fluor<sup>2)</sup>, diejenigen von Hermsdorf bei Berlin weisen gleichfalls einen beträchtlichen Gehalt von Calciumcarbonat auf<sup>3)</sup>, — in denjenigen der Helmstedter Mulde sind gleichfalls 5,18 Proc. dieses Carbonates, aber nur Spuren von Fluor vorhanden<sup>4)</sup>.

Bekannt ist, dass auch gewisse Fluorphosphorite der Lahngegend bis über 9 Proc. Calciumcarbonat beigemengt enthalten und deshalb von STEIN als ein besonderes Mineral unter dem Namen Staffelit eingeführt wurden.

#### 4. Die organischen Einschlüsse der Phosphoritknollen.

Jeder Phosphoritknollen umschliesst in seinem Centrum organische Reste. Dieselben stammen entweder von Mollusken oder von Fischen ab. Der häufigste Vertreter der Conchylien ist *Pectunculus Philippii* DESH., der als Kern der bei weitem grössten Mehrzahl der Phosphoritknollen anzutreffen ist. Viel seltener ist *Cyprina rotundata* A. BRAUN, von welcher erst je ein Exemplar auf mehrere

1) A. JENTZSCH, Festschrift der phys.-ökon. Ges. Königsberg 1879. S. 28 und 29.

2) E. LAUFER, Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. Berlin 1880. S. 284.

3) G. BERENDT nach LATTERMANN l. c. 1890. S. 86.

4) H. B. GEINITZ, Isis 1883. S. 9.

Dutzende des *Pectunculus* kommt, obwohl sie in dem direct über dem Phosphorithorizont folgenden Septarienthone in Unzahl erscheint. Noch vereinzelter sind *Nucula Chastelii* NYST und *Fusus multisulcatus* NYST als Einschlüsse der Phosphoritknollen zu beobachten, während *Aporrhais speciosa* SCHLOTH. var. *megapolitana* BEYR. innerhalb vieler Phosphorite vorkommt und hier stets in grösserer Zahl von Individuen vergesellschaftet ist.

Von Fischen sind sowohl Reste von Haien, wie namentlich solche von Teleostiern vertreten und zwar erstere durch isolirte Zähne von *Lamna cuspidata* AG., letztere durch bis 15 mm grosse Ctenoidschuppen (Figur 6 und 7 der Tafel), welche in ihren Conturen und Verzierungen an diejenigen von Perciden oder von Holacanthen erinnern, ferner durch unbestimmbare, weil bereits stark macerirte Knochenfragmente. Otolithen von Fischen, mit deren Formenfülle, mit deren Vertheilung im Tertiär und mit deren systematischer Bedeutung uns bekannt gemacht zu haben, das Verdienst von E. KOEHN ist, und die nach dessen Darlegung in anderen Oligocänablagerungen Norddeutschlands in so grosser Menge vorkommen, sind in den Leipziger Phosphoritknollen durchaus nicht anzutreffen.

Wie schon S. 7 bemerkt, ist auch die vom Phosphorithorizonte nur durch 6 m durchlässigen Meeressandes getrennte, die Basis des Mitteloligocäns bildende Bank von ebenschichtigem Thon reich an Schuppen und Abdrücken von Skelettheilen, soviel sich noch erkennen lässt, der Familie der Barsche angehöriger Fische.

Der Erhaltungszustand dieser organischen Reste. Die Schalen der vom Phosphorit umschlossenen Mollusken sind ohne Ausnahme nur im Negativ als äusserer Abdruck und Steinkern überliefert, in keinem einzigen Falle ist mir innerhalb eines Phosphoritknollens auch nur ein minimaler Rest der Schalensubstanz selbst begegnet. Die phosphoritischen Abgüsse der Conchylien sind ausserordentlich scharf, so dass sie bei *Pectunculus Philippii* die Ligamentfurchen der Area, die Bogen von Zähnen und die Randkerbung, anderseits die zarten concentrischen Anwachslien der Oberfläche bis ins Kleinste wiedergeben (Figur 5 der Tafel). Gleiches gilt von der Ornamentik der *Aporrhais*- und *Fusus*-Gehäuse.

Der äussere Abdruck von *Cyprina rotundata* zeichnet sich

durch den spiegelnden Glanz aus, welcher von der dieser Gattung eigenthümlichen starken, hornigen Epidermis herrührt, was zugleich beweist, dass die phosphoritische Abformung erfolgt ist, noch ehe die Epidermis der Fäulniss verfallen war, also bald nach Ablagerung der die Leichname der Organismen umschliessenden Sande.

Die Steinkerne der an den Ventralrändern klaffenden Zweischaler schweben frei in ihrer die früheren Weichtheile ersetzenden Stellung innerhalb des äusseren Abdruckes, in welcher sie durch einen meist nur schmalen, die Klaffspalte ausfüllenden Steg festgehalten werden (Figur 2 der Tafel). Aehnliches gilt von den Steinkernen der Gastropoden, die an ihrer Mündung mit dem umgebenden Phosphorit in Zusammenhang stehen (Figur 4 der Tafel).

Der phosphoritische Sandstein, welcher die Abdrücke und Steinkerne der Conchylien bildet, ist dabei so vollkommen frisch und umschliesst das Negativ so continuirlich und homogen, dass an eine spätere, also nach Bildung der Knollen erfolgte Auslaugung der z. Th. sehr dicken Conchylienschalen nicht gedacht werden darf, um so weniger, als der Phosphorit selbst ein Gemenge von Calciumphosphat und -carbonat vorstellt, welche beide in kohlenensäurehaltigem Wasser löslich sind und deshalb gleichfalls der Vernichtung oder theilweisen Extraction hätten verfallen müssen.

Nicht selten sind die sonst ausserordentlich scharfen und glatten phosphoritischen Abdrücke und Steinkerne der Zweischaler stellenweise oder in ihrer ganzen Ausdehnung überzogen von einem kleintraubigen, oft porösen, spröden Mineralgebilde von schwarzer Farbe. Unter der Lupe erkennt man, dass diese Kruste besteht aus einem engmaschigen, schwammigen Gewirre von sich spratzig theilenden, mattglänzenden, stalaktitischen Röhren mit kleintraubiger Oberfläche. Isolirte hohle Querfäden dieser Substanz durchziehen zuweilen den durch Auflösung der Schale entstandenen Spaltraum. Einzelne Abdrücke sind bedeckt von wurmförmig dahin kriechenden Röhren. An anderen Stellen bildet dieselbe Masse eine solide papierstarke Lage mit geperlter Oberfläche. Diese löst sich ebenso wie der poröse Ueberzug leicht von ihrer glatten Basis ab. Beide geben ein dunkel graubraunes Pulver, das in Säuren vollkommen löslich ist und sich bei chemischer Prüfung wesentlich als ein Gemenge von Calciumphosphat und -carbonat erweist. Diese Auskleidungen der Zwei-

schaler-Negative dürften demnach ziemlich ident sein mit dem Cemente der Phosphoritknollen.

Wie von den Mollusken im Inneren der Phosphoritconcretionen die Schalen verschwunden sind, so ist auch von den Fischen der mehr oder weniger verkalkte Knorpel der Haie und selbst der Knochen der Teleostier zum allergrössten Theile entführt worden. Nur die widerstandsfähigsten, durch einen Ueberzug von Schmelz geschützten Elemente, also Zähne und Schuppen, ferner einzelne, dann aber randlich stark angegriffene grössere Fragmente oder formlose kleinere Fetzen von Knochen sind der Vernichtung entgangen. Innerhalb derartiger Skeletresiduen ist die Mikrostructur des Dentins und der Knochenmasse z. Th. ausserordentlich scharf erhalten. Häufiger noch sind Knochenfragmente der Fische nur im Abdrucke überliefert und dann hier und dort als solche von Knochenplatten des Schädels, von Wirbeln oder von Flossenstacheln deutbar. Das oben erwähnte Fehlen von Gehörknöchelchen dürfte sich dadurch erklären, dass dieselben, die sich aus dichtgedrängten Kalkspathindividuen aufbauen, dem Auflösungsprocess durch kohlenensäurehaltiges Wasser fast ebenso leicht wie die Conchylienschalen und noch leichter als die wesentlich aus Calciumphosphat bestehenden Fischskelete verfallen sind.

##### **5. Die Abhängigkeit der Gestalt und Dimensionen der Phosphoritknollen von der Art, Grösse und Gruppierung ihrer organischen Einschlüsse.**

Sämmtliche Gestalten der Phosphoritknollen des Leipziger Oligocäns haben wir S. 9 auf drei Grundformen zurückgeführt: die kugelig-sphäroidische, die brillenförmige bis doppelkeulige und die cylindrische. Dieselben sind keineswegs gesetzlose Zufälligkeiten, vielmehr spiegelt sich in ihnen regelmässig die Art, Grösse und Gruppierung ihrer organischen Einschlüsse wieder.

Die grossen kugeligen oder rundlichen Knollen bergen als Kern ausnahmslos nur das Negativ der Doppelklappe eines Pectunculus, seltener einer Cyprina (Figur 2 und 3 der Tafel), die brodlaibartigen dasjenige einer deren Einzelklappen. In den Concretionen

von brillenförmiger oder doppelkeuliger Gestalt bildet je ein mehr oder weniger weit von dem anderen entfernt liegender Abdruck den Nucleus eines der beiden aufgeblähten Enden, deren Umfang von der Grösse der Conchylien abhängt (Figur 5 der Tafel), so dass bei bedeutend differirenden Dimensionen der letzteren birnförmige Knollen entstehen. Die grossen sphäroidischen oder plump plattenförmigen Phosphoritmassen enthalten die Abdrücke von zu Ballen zusammengehäuften oder von lagenweise nebeneinander gereihten Exemplaren der *Aporrhais speciosa* (Figur 4 der Tafel).

In den kleineren Kugeln darf man mit ziemlicher Sicherheit einzelne oder mehrere Ctenoidschuppen (Figur 6 und 7) oder einen Lamnazahn erwarten, — in länglich ovalen Knollen hingegen Fragmente von grösseren Knochen, während die Achse der cylindrischen bis wurmförmigen Concretionen jedesmal von dem auf einen bindfadenartigen Streifen reducirten Residuum eines Fischskeletes gebildet wird, dass sich aus Schuppen- und Knochenresten, sowie aus den Abdrücken der letzteren zusammensetzt (Figur 8 der Tafel).

## 6. Die Genesis der Leipziger Phosphoritknollen.

Die Erklärung der Entstehungsweise der oben beschriebenen Phosphoritconcretionen musste von folgenden thatsächlichen Beobachtungen ausgehen:

- 1) Die Phosphoritknollen befinden sich im marinen Mitteloligocän von Leipzig auf primärer Lagerstätte;
- 2) die Phosphoritknollen liegen isolirt in einem dunkelgrauen Quarzsande vertheilt, der dem Wasser und wässerigen Lösungen freie Circulation gewährte und letzteren eine gegenseitige Wechselwirkung durch Diffusion ermöglichte;
- 3) die Phosphoritknollen bestehen aus dem nämlichen Quarzsande, der durch ein Cement von Phosphaten und zwar wesentlich von Calciumphosphat fest verkittet ist;
- 4) letzterem sind stets nicht unbeträchtliche Mengen von Calciumcarbonat beigemischt;
- 5) jeder Phosphoritknollen enthält als Nucleus entweder Abdrücke

und Steinkerne von Conchylien oder aber Zähne, Schuppen und Knochenreste von Fischen;

6) die Gestalt der Phosphoritknollen ist abhängig von der Zahl, der gegenseitigen Lage und Entfernung der von ihnen umschlossenen organischen Reste: kugelige Ballen bergen solche in ihrem Centrum, — brillenförmige oder länglich gestreckte, beiderseits keulig verdickte Knollen in ihren aufgeblähten Enden, — wurmförmige oder cylindrische Concretionen in ihrer Achse;

7) von den vom Phosphorit umschlossenen Conchylien sind nie die Schalen, sondern nur der Abdruck und Steinkern, von den Fischen nur Zähne und Schuppen, seltener Skeletreste erhalten.

Aus diesen Beobachtungen und zwar in erster Linie aus dem Gebundensein der phosphoritischen Concretionen an einen Nucleus entweder von Conchylien- oder aber von Fischresten, sowie aus dem Abhängigkeitsverhältnisse der Gestaltung der ersteren von der Zahl und Gruppierung ihrer organischen Einschlüsse ergibt sich zunächst der Schluss, dass der Impuls zur Bildung der Concretionen, also zur Ausscheidung von phosphoritischem Cement im Sande rings um die organischen Reste von letzteren ausgegangen sein muss. Der fernere Umstand, dass in der einen Gruppe von Concretionen die Reste von Conchylien, in einer anderen solche von Fischen enthalten sind, dass aber die Schalen der ersteren vollständig und die Skelettheile der letzteren bis auf die Zähne, Schuppen und vereinzelte, jedoch ebenfalls bereits stark angegriffene Knochenfragmente gänzlich verschwunden sind, macht es ausserdem von vornherein wahrscheinlich, dass die Phosphoritbildung auf Kosten beider, also unter Betheiligung der von beiden gelieferten Substanzen unter gleichzeitiger Aufzehrung der die letzteren liefernden Harttheile vor sich gegangen ist.

Zur Entstehung dieser Phosphoritknollen genügte also keinesfalls derjenige Process, auf den die Bildung von Phosphoritconcretionen mit wohl erhaltenen Conchylienschalen oder Foraminiferengehäusen zurückzuführen ist. Das Material solcher Gebilde ist nichts als gewissermassen regenerirte Knochensubstanz, aus deren Lösung in Kohlensäure haltigem Wasser sich das Calciumphosphat um irgend einen Ansatzpunkt wieder ausschied und hierbei ebenso gut wie Glaukonit- oder Sandkörner auch die intact bleibenden Schalen von Mollusken oder Foraminiferen umschloss. Auf solche Weise mag die

Ursächlichkeit von Phosphoritconcretionen im jetzigen Meeresschlamm, sowie in der Jura-, Kreide- und Tertiärformation zu erklären sein, sobald in denselben Molluskenschalen und Foraminiferengehäuse noch enthalten, also bei der Phosphoritbildung nicht in Contribution gezogen worden sind, sondern nur als Ansatzpunkte, als Attractionscentren für das sich aus seiner Lösung wieder ausscheidende Calciumphosphat gedient haben.

Auf eine derartige Wanderung des phosphorsauren Kalkes führen z. B. RENARD und CORNET die Entstehung der Phosphoritconcretionen in der oberen Kreide Belgiens und Frankreichs zurück<sup>1)</sup>. Nach ihnen concentrirt sich, ebenso wie die Kieselsäure zu Flintknollen, so auch das den Knochenfragmenten der Sedimente entzogene Calciumphosphat um gewisse Attractionspunkte, als welche zunächst die in den thierischen Resten des Schlammes noch enthaltene organische Substanz wirkt. Ist einmal eine derartige minimale Ausscheidung z. B. in und auf einem Foraminiferengehäuse erfolgt, so wächst diese in gleichem Maasse mit der in ihre Attractionsphäre gelangenden Phosphatlösung allmählich und noch lange nach Absatz der Schichten zu grösseren Concretionen heran.

Aehnlich spricht sich J. WALTHER<sup>2)</sup> über die Entstehung gewisser recenter Phosphoritknollen aus: Das von Organismenresten der Meeressedimente abstammende Calciumphosphat wird zunächst im Inneren von Foraminiferenschalen ausgeschieden, wächst aus diesen heraus, neben einander liegende Knöllchen verschmelzen mit einander und allmählich bilden sich Phosphoritconcretionen von beträchtlicher Grösse. Eine Mitwirkung absterbender organischer Gewebe ist hierbei, wie auch vielfach sonst bei der Bildung von Concretionen, zweifellos (l. c. S. 698).

Zur Entstehung unserer Leipziger Phosphoritknollen genügte jedoch eine solche einfache Ortsveränderung und Umlagerung des aus Knochentheilen extrahirten Calciumphosphates nicht, vielmehr muss dessen Ausscheidung auf der Mitwirkung einer Lösung des

---

1) A. F. RENARD et J. CORNET, Recherches micrograph. sur la nature et l'origine des roches phosphatées. Bull. de l'acad. R. Belgique. Sér. 3. S. 24. Bruxelles 1891. S. 126.

2) J. WALTHER, Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft 1893. S. 700.

Calciumcarbonates der Conchylienschalen beruhen, wodurch sich erst deren constante Aufzehrung im Centrum der werdenden Phosphoritknollen und das Gebundensein der letzteren an die Negative jener Schalen erklärt. Es sind mit anderen Worten zur Bildung der von uns beschriebenen Phosphoritconcretionen zwei getrennte Substanzquellen erforderlich und auch thätig gewesen: die eine für den kohlsauren Kalk in den Conchylienschalen, — die andere für die Phosphorsäure in den Fischskeleten. Aus der Wechselwirkung zweier solcher Lösungen wird eine Ausscheidung von Calciumphosphat erfolgt sein und zwar mit gleichem Effecte je nach dem Orte der Mischung und gegenseitigen Zersetzung dieser Solutionen entweder in der Sphäre der den Kalk liefernden Molluskenschalen oder in derjenigen der die Phosphorsäure abgebenden Fischskelete, wodurch jeder einzelne dieser organischen Reste allmählich mit einer Zone von Phosphorit umgeben wurde.

Die Entstehungsweise der Solution von Calciumbicarbonat durch Auflösung der in der That schliesslich total aufgezehrten und jetzt nur noch als Negativ den Nucleus einer Gruppe von Phosphoritknollen bildenden Conchylienschalen von Seiten des durch Verwesungsvorgänge mit Kohlensäure gespeisten Wassers ist leicht verständlich.

Complicirter war der Weg, auf welchem sich die Zufuhr der ausserdem noch erforderlichen Phosphorsäure in Form eines bei Wechselwirkung mit dem Calciumbicarbonate die Ausscheidung von Phosphorit veranlassenden Salzes vollzog.

Dass der Ursprung dieser Phosphorsäure aus den Skeleten der in dem feinen Meeressande begrabenen Fischleichenname herzuleiten, ist zweifellos. Letztere gehörten, wie S. 15 gezeigt, theils Selachiern, theils Teleostiern an. Wenn nun auch bei ersteren das innere Skelet wesentlich aus Knorpel besteht, so hat doch in deren Wirbeln bereits eine nicht unbedeutliche Aufnahme von phosphorsaurem Kalk stattgefunden, in Folge deren sie sich ausser aus hyalinem oder Faserknorpel auch noch aus verkalktem Gewebe zusammensetzen. Letzteres bildet dann einen centralen Doppelkegel, ferner concentrische mit Knorpellagen abwechselnde Ringe um diesen, endlich radiäre Strahlen und Keile. Lösenden oder zerlegenden Einflüssen wird das verkalkte Gewebe gerade derartiger von Knorpel durch-

wachsener Wirbel besonders leicht anheim fallen. Aber nicht nur die Knochensubstanz selbst, sondern auch der zuerst verwesende Knorpel enthält geringe Mengen von phosphorsaurem Kalk und wird deshalb ebenfalls zu einer Quelle von Phosphatlösungen. Diesem Lösungsprocesse entgehen nur die Zähne und auch von diesen nur der Schmelz und das harte Dentin. Wie rasch sich diese Vernichtung des knorpelig-kalkigen Skelets der Haie vollzieht, wird durch gewisse Ergebnisse der Tiefsee-Netzzüge illustriert. So förderte ein einziger solcher Zug aus dem Tiefseeschlamm des Pacific nicht weniger als 1500 lose Zähne verschiedener Haifischgattungen, aber keine Skeletreste der letzteren zu Tage<sup>1)</sup>.

In noch weit reichlicherem Maasse als von den Harttheilen der Knorpelfische wurden Phosphatlösungen producirt von den knöchernen Skeleten der Teleostier, welche in dem mitteloligocänen Meeresande von Leipzig begraben wurden. Da von deren Individuen nur noch Schuppen, von den Knochen aber nur seltene, peripherisch von dem Lösungsprocess bereits angenagte Fragmente vorhanden sind, in den verschwundenen Skeleten aber gegen 60 Procent phosphorsaurer Kalkes enthalten waren, so müssen dieselben beträchtliche Mengen von Phosphatlösungen geliefert haben.

Die Base dieser Phosphate muss eine solche gewesen sein, dass bei Diffusion deren Lösung mit derjenigen des von den Conchylienschalen herrührenden Calciumcarbonates Calciumphosphat, also die Hauptmasse des Cementes der sandigen Phosphoritknollen zur Ausscheidung gelangte.

Als Agentien, welche den phosphorsauren Kalk der Knochen zu einem obige Leistungen erfüllenden Phosphate zerlegt haben, werden Kohlensäure und Ammoniak thätig gewesen sein, wie sie durch den Fäulnisprocess der abgestorbenen Organismen, in grösster Menge aber von den rasch verwesenden Fischleibern erzeugt wurden und somit direct auf die Knochensubstanz der Fischskelete einzuwirken vermochten. Diese Einwirkung konnte auf zweifachem Wege von statten gehen.

Bei Gegenwart von reichlicher Kohlensäure fand eine directe Lösung des im Knochen enthaltenen Calciumphosphates durch das

---

1) J. WALTHER, Einleitung in die Geologie 1893. S. 676.

kohlensäurehaltige Wasser statt<sup>1)</sup>, zugleich verband sich Ammoniak mit Kohlensäure zu kohlensaurem Ammoniak. Bei der Mischung dieser beiden Lösungen, wobei die letztgenannte gegenüber der schwachen Solution von Calciumphosphat im Ueberschusse vorhanden war, erfolgte eine Zerlegung zu Ammoniumphosphat und Calciumcarbonat.

Wurde dahingegen die Gesamtheit der Kohlensäure bei der Bildung des kohlensauren Ammoniaks absorhirt, so musste eine Einwirkung des letzteren unmittelbar auf die Knochen selbst stattfinden. Auch hierbei vollzog sich unter dem Einflusse des Ueberschusses von Ammoniumcarbonat eine Umsetzung zu den soeben genannten Salzen, die beide in Lösung weggeführt wurden.

Sobald nun die auf solchen Wegen erzeugten Solutionen von Ammoniumphosphat mit den in reichlicher Quantität von den Molluskenschalen gelieferten Lösungen von Calciumbicarbonat zur Wechselwirkung gelangten, so erfolgte die Ausscheidung von Calciumphosphat. Dieselbe konnte sich entweder in der Sphäre der in Auflösung begriffenen Conchylienschalen vollziehen, sobald die Ammoniumphosphat-Lösung durch den Sand bis dahin diffundirte, — oder aber in der Umgebung der faulenden Fischreste, falls umgekehrt von jenen aus die Lösung des Calciumbicarbonates bis in deren Nähe gelangte. Auf solche Weise wurde um beiderlei Centren die Bildung von Phosphoritknollen erzielt und zugleich die Erscheinung bedingt, dass dieselben stets an die Negative der Schalen oder aber an die am schwersten löslichen oder zersetzbaren Ueberbleibsel der Fischskelete, nämlich an deren Zähne und Schuppen oder an Knochenreste derselben gebunden sind.

Bei diesem theoretisirenden Verfolge der Phosphoritbildung wurde einerseits dem im Ueberschuss einwirkenden kohlensauren Ammoniak die Fähigkeit zugeschrieben, den phosphorsauren Kalk des Knochens zu zerlegen, — während anderseits der Zutritt einer Uebermenge von gelöstem kohlensaurem Kalk zu der auf obigem Wege erzielten

---

1) G. BISCHOF, Lehrbuch der chem. u. phys. Geologie II. 1864. S. 241 und 242 etc. — LIEBIG, Annalen d. Chemie 1858. 106. S. 196. — E. REICHARDT, Zeitsch. analyt. Chemie 1872. S. 275 u. a. O. — Normales Calciumphosphat gewinnt man aus natürlichem, unreinem Phosphorit und aus Knochen durch Extraction mit gesättigtem kohlensäurehaltigem Wasser.

Solution von phosphorsaurem Ammoniak wiederum eine Ausscheidung von Calciumphosphat bewirken sollte.

Von solchen Gesichtspunkten aus wurden, um die Wahrscheinlichkeit eines derartigen Vollzuges der Phosphoritbildung experimentell zu erhärten, zwei Versuchsreihen ausgeführt. Die erste derselben sollte den vorausgesetzten zerlegenden Einfluss des kohlensauren Ammoniaks auf den phosphorsauren Kalk der Fischskelete selbst erproben. Zu diesem Zwecke wurden verwendet:

1) Die Knorpelanlagen der Schädelkapsel und der Wirbelsäule von Petromyzon, dem Neunauge;

2) in kleine Würfel zerschnittener Hyalinknorpel im Anfangsstadium der Verkalkung;

3) grobzerstossene, durch Behandlung mit Petroläther entfettete Wirbel von Gadus, dem Schellfisch, welche über 57 Proc. Calciumphosphat enthalten;

4) frisch gefällter basischer phosphorsaurer Kalk.

Die drei zuerst genannten Skeletgebilde wurden gewählt, weil sie denjenigen der in dem Meeressande begrabenen Fische in der verschiedengradigen Concentration des phosphorsauren Kalkes am nächsten zu stehen schienen; der Versuch mit künstlich erzeugtem Calciumphosphat wurde angestellt, weil er voraussichtlich rascher zum Ziele führte und zugleich zur Controlle dienen konnte.

Jede einzelne dieser, wie gesagt, den phosphorsauren Kalk in sehr verschiedener Menge und Vertheilung enthaltenden Substanzen wurde der Einwirkung einer reichlichen, mässig verdünnten Lösung von Ammoniumcarbonat ausgesetzt. Nach mehrwöchentlicher Einwirkung des letzteren war der gefällte phosphorsaurer Kalk (4 oben) vollständig verschwunden; aus der wasserklaren Lösung begannen sich bald danach auf dem Boden und an den Wänden des Glasgefässes Krystallkörnchen abzuscheiden, welche sich durch das Brausen bei ihrem Betupfen mit Säure und durch die erzielte Kalkreaction als kohlensaurer Kalk ergaben. Es hatte demnach das kohlensaure Ammoniak eine Zerlegung des phosphorsauren Kalkes bewirkt, wobei Lösungen von kohlensaurem Kalk und phosphorsaurem Ammoniak hervorgegangen waren. Nach Auskrystallisirung des grössten Theiles des ersteren erfolgte aus letzterer bei ihrer Mischung mit reichlicher Lösung von Calciumbicarbonat ein

weisser Niederschlag, der sich nach qualitativer chemischer Untersuchung als Calciumphosphat erwies<sup>1)</sup>).

Genau so wie frisch gefälltes Calciumphosphat verhielt sich der in dem Knorpel von Petromyzon, in dem theilweise verkalkten Hyalinknorpel und in den Knochen von Gadus enthaltene phosphorsaure Kalk gegen den Einfluss einer Lösung von kohlen saurem Ammoniak. Wenn auch diese Skelettheile eine Formveränderung durch Substanzverlust kaum erkennen liessen, so erwiesen sich doch die aus ihnen durch den zerlegenden Einfluss des kohlen sauren Ammoniaks erzielten Lösungen in allen Fällen als solche von phosphorsaurem Ammoniak und kohlen saurem Kalk, indem sich aus ihnen zunächst Kalkspathmikrolithen, dann bei Zusatz von reichlicher Calciumbicarbonat-Lösung phosphorsaurer Kalk ausschieden.

Durch diese Versuchsreihe wurde experimentell bewiesen, dass der vermuthete Process der Erzeugung einer Lösung von phosphorsaurem Ammoniak durch unmittelbare Einwirkung einer Uebermenge von kohlen saurem Ammoniak auf die Skelete von Fischen sich thatsächlich zu vollziehen vermag, — einer Lösung, aus welcher bei Zufuhr von kohlen saurem Kalk wiederum phosphorsaurer Kalk gefällt wird.

Eine zweite Versuchsreihe sollte den ebenfalls als möglich vorausgesetzten Vorgang erhärten, dass das Calciumphosphat der Knochen und des Knorpels durch kohlen säurehaltige Wasser extrahirt und dann erst, also in Form einer Lösung, mit einem Ueberschusse von Ammoniumcarbonat zu jener zerlegenden Wechselwirkung gebracht würde.

Zu diesem Zwecke wurden, nachdem durch die vorherigen Versuche erwiesen war, dass sich der phosphorsaure Kalk der Knochen gegen kohlen saures Ammoniak genau so verhielt wie künstlich producirtes Calciumphosphat, kleine Mengen von frisch gefälltem basischem phosphorsaurem Kalk durch Zuleitung von Kohlen säure in Wasser gelöst, was sich rasch vollzog. Bei reichlichem Zusatz von kohlen-

---

1) Bereits BECQUEREL erzielte Calciumphosphat, indem er phosphorsaures Ammoniak auf Kalkstein bei gleichzeitiger Zuführung von Kohlen säure einwirken liess. Compt. rend. XXXIV. S. 573. Jahresbericht d. Chemie 1852. S. 8.

saurem Ammoniak stellte sich nach einiger Zeit in der bis dahin wasserklaren Lösung eine gleichmässige Trübung ein, welche abfiltrirt wurde und sich als kohlen-saurer Kalk ergab, nach dessen Ausscheidung wesentlich nur noch phosphorsaures Ammoniak in Lösung geblieben sein konnte. Der immer noch in geringen Mengen in ihr vorhandene kohlen-saure Kalk schied sich grossentheils im Verlaufe einiger Tage in Form von auf der Oberfläche der Lösung schwimmenden Ketten und Gruppen von Kalkspathkörnchen aus, die sich unter dem Mikroskop als reine Rhomboëder oder als rhomboëdrische Combinationen erwiesen. Aus dieser nun ziemlich reinen Lösung von phosphorsaurem Ammoniak erfolgte bei Zusatz einer grösseren Menge von Calciumbicarbonat ein Niederschlag, der auf Grund seiner chemischen Reactionen leicht als Calciumphosphat erkannt wurde. Das geringe Aufbrausen dieses gut ausgewaschenen Niederschlages bei seiner Auflösung in Salpetersäure deutete auf eine Beimischung von etwas Calciumcarbonat hin, der bei der Zerlegung des Ammoniumphosphates nicht verwandt worden war und sich bei der Abfiltrirung der Lösung aus letzterer abgeschieden hatte.

Lässt man die Mischung von Ammoniumphosphat und Calciumbicarbonat nach direct erfolgter Trübung durch ausfallendes Calciumphosphat statt sie gleich zu filtriren noch einige Tage stehen, so wachsen die Mikrolithen des letzteren zu monoklinen Prismen und Blättchen von freilich noch immer mikroskopischer Winzigkeit heran, die an Brushit ( $\frac{2}{3}$  phosphorsaurer Kalk) erinnern. Gleichzeitig haben sich kleine Gruppen von rhomboëdrischen Kalkspathkryställchen abgeschieden.

Durch diese Versuche wird bewiesen, dass das Calciumphosphat der Fischskelete sowohl direct, als nach seiner Extraction durch kohlen-säurehaltiges Wasser sich mit Ammoniumcarbonat zu Calciumcarbonat und Ammoniumphosphat zerlegt und dass sich letzteres mit reichlich zugeführtem Calciumcarbonat wiederum zu Calciumphosphat und Ammoniumcarbonat umsetzt.

Im Meeressande des Leipziger Mitteloligocäns waren alle Bedingungen zum Vollzuge dieses Processes erfüllt: die Verwesung der Organismen und vor allen der Fischleiber lieferte grosse Quantitäten von Ammoniak und von Kohlensäure, also auch von Ammoniumcarbonat, durch dessen Einwirkung auf die mehr

oder weniger verkalkten Skelete der Fische wurde Ammoniumphosphat und Calciumcarbonat erzeugt. Auf der anderen Seite ging ausserdem aus der Auflösung der Conchylienschalen durch kohlen-säurehaltiges Wasser reichlich Calciumbicarbonat-Lösung hervor. Die Durchlässigkeit der Sande ermöglichte eine Mischung beider. Wo dies geschah, also entweder im Umkreise der Molluskenschalen oder in dem der Fischreste, erfolgte eine Fällung von Calciumphosphat, welches den Sand zu phosphoritischen Knollen verkittete. Da hierbei Calciumbicarbonat im Ueberschusse vorhanden war, schieden sich gleichzeitig geringe Quantitäten von Calciumcarbonat aus, welche sich dem Calciumphosphate innig beimengten.

Dieser Process erklärt die Gesammtheit der auf S. 18 u. 19 aufgezählten Erscheinungen, wie sie für die beschriebenen Phosphoritknollen und für deren Auftreten in dem Sande des Leipziger Mitteloligocäns charakteristisch sind, und somit für deren Genesis maassgebend waren.

Zugleich aber findet das Fehlen solcher Phosphoritknollen in unserem Septarienthon und in dem über diesem folgenden oberoligocänen Meeressande seine Erklärung. In dem fetten, wenn auch z. Th. sandigen Septarienthon waren die reichlichst vorhandenen Conchylienschalen dem Einflusse des kohlen-säurehaltigen Wassers entzogen und blieben deshalb erhalten, so dass die Quelle des zur Fällung von Calciumphosphat erforderlichen Calciumbicarbonates verstopft war. In dem oberen Meeressande hingegen ist das Fehlen von Phosphoritknollen die natürliche Folge des Mangels jeglicher animalischer Einschlüsse, deren Verwesungs- und Auflösungsproducte das phosphoritische Bindemittel des Sandes geliefert haben könnten.

## II. Die Verbreitung des Phosphorites in Norddeutschland.

Die Verbreitung von Phosphoritvorkommnissen beschränkt sich im eigentlichen Norddeutschland wesentlich auf zwei Ausstrichgebiete mesozoischer und kaenozoischer Formationen: eine dem Südufer der Ostsee entlang laufende baltische Zone und ein das nördliche Vorland des Harzes umfassendes Areal, die subhercynische Zone<sup>1)</sup>.

### I. Die baltische Phosphoritzone.

Die baltische Phosphoritzone Norddeutschlands erstreckt sich vom Inneren Ostpreussens aus in westlicher Richtung über Königs-

---

1) In der geologischen Literatur Norddeutschlands sind kurze Beschreibungen und z. Th. nur beiläufige Erwähnungen von Phosphoritvorkommnissen derartig zerstreut, dass mir voraussichtlich einige derselben entgangen sein werden. Doch hoffe ich, dass das bezweckte Gesamtbild der Verbreitungsgebiete der Phosphorite in Norddeutschland durch einen etwaigen Mangel dieser Art nicht gelitten hat, — letzteres um so weniger, als ich in mehreren mir zweifelhaften Fällen durch die erbetene und bereitwilligst gewährte Auskunftsertheilung von Seiten der Herren K. von FRITSCH, E. GEINITZ, A. JENTZSCH, J. H. KLOOS und W. WOLTERSTORFF freundlichst unterstützt worden bin.

Geradezu überraschend wirkt es, dass in der Abhandlung von R. A. F. PENROSE und N. S. SHALER: *Nature and origin of deposits of Phosphate of lime*, *Bullet. U. St. geol. Survey No. 46. Washington 1888*, in dem Abschnitte: *Amorphous nodular phosphates*, unter welchem die Phosphoritconcretionen Nordamerikas, Englands, Frankreichs, Belgiens und Russlands beschrieben werden, auch nicht die leiseste Erwähnung der Phosphoritvorkommnisse der baltischen Zone, sowie der Gegend Magdeburg-Helmstedt zu finden ist, obschon viele derselben bereits damals nicht nur eine geologische, petrographische und chemische Beschreibung erfahren hatten, sondern z. Th. auch eine technische Verwendung fanden. Die Namen und die einschlägigen Resultate von BERENDT, GEINITZ, JENTZSCH, von KOENEN, VATER u. anderen in dieser Richtung publicistisch thätig gewesenen Autoren sucht man sowohl in dem Texte, wie in der »Bibliography« der PENROSE'schen Phosphorit-Monographie vergebens.

berg und das Samland, durch Pommern und Mecklenburg bis nach Holstein. In ihrem damals bekannten östlichen Abschnitte erblickte G. BERENDT<sup>1)</sup> die »muthmassliche Fortsetzung der grossen russischen Phosphoritzone der oberen Kreide«, welche sich ununterbrochen von der Wolga über den Don bis zu den Quellflüssen der Desna ausdehnt und von BERENDT durch die cretaceischen und oligocänen Phosphoritvorkommnisse der Gegend von GRODNO<sup>2)</sup> mit denjenigen der Provinzen Preussen und Pommern in Verbindung gebracht wurde. BERENDT glaubte den ersten Ursprung der oligocänen Phosphorite der eben genannten Landstriche aus der oberen Kreide herleiten zu dürfen und schloss aus diesem Grunde auf eine grosse mitteleuropäische Phosphoritzone der oberen Kreideformation. Seit jener Zeit haben die Funde in der westlichen Strecke des baltischen Gestades erwiesen, dass hier schon im Dogger und in der unteren Kreide, also in viel tieferen und geologisch weit von einander getrennten Horizonten Phosphoritbildungen vor sich gegangen sind, dass also die baltischen Phosphoritvorkommnisse keineswegs im Sinne BERENDT's die Fortsetzung der obercretaceischen Phosphoritzone Russlands bilden. Bereits A. JENTZSCH hat wiederholt auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dass innerhalb der »grossen Phosphoritzone« die Phosphorite nicht an ein bestimmtes geologisches Niveau, sondern vielmehr an ein gewisses Landgebiet gebunden seien, innerhalb dessen sie sich in den verschiedensten Schichten vom Gault bis zum Diluvium concentriren<sup>3)</sup>. Eine solche geographische Auffassung der baltischen Phosphoritzone machte sich in noch höherem Maasse nothwendig, seitdem sich auch der Dogger als phosphoritführend erwiesen hat und seitdem feststeht, dass ein ganz analoges Verhältniss, nämlich die Zusammendrängung zahlreicher verschiedenalteriger Phosphoritvorkommnisse auf ein beschränktes Areal sich in einem zweiten Gebiete Norddeutschlands, der subhercynischen Phosphoritzone wiederholt.

---

1) G. BERENDT, Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt 1880. S. 280 u. Karte auf Taf. X.

2) G. BERENDT, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1870. S. 903.

3) A. JENTZSCH, Untergrund des norddeusch. Flachlandes. Schriften der phys.-ökon. Ges. Königsberg 1884. XXII. S. 53; ferner: Führer durch d. geol. Samml. d. Provinzialmuseums. Königsberg 1893. S. 53.

Innerhalb der baltischen Phosphoritzone haben sich bis jetzt folgende geologische Horizonte als phosphoritführend erwiesen:

5. das **Alluvium**,
4. das **Diluvium**,
3. das **Tertiär**  
das Unteroligocän,
2. die **Kreideformation**
  - e. das Obersenon,
  - d. das Untersenon,
  - c. das Turon,
  - b. das Cenoman,
  - a. der Gault,
1. der **Dogger**  
die Stufe des Ammonites Murchisonae.

### 1. Die jurassischen Phosphoritvorkommnisse:

in der Stufe des Ammonites Murchisonae des unteren Dogger.

Am steilen Südstrande des Insel Wollin zwischen Lebbin und Karzig ist nach W. DEECKE<sup>1)</sup> eine Schichtenfolge von Sanden und Thonen entblösst, in welcher er ein Aequivalent der Murchisonae-Stufe Süddeutschlands erblickt. Derselben zeigte sich eine Bank von z. Th. plattenförmigen, sandigen Sphaerosideriten eingelagert, welche zahlreiche Phosphoritknollen, ferner Exemplare von Belemnites subgiganteus Brc. und Ammonites subundulatus Brc., sowie Saurierreste beherbergen. Die Phosphorite »sind ohne Ausnahme abgerollt, als wären sie längere Zeit am Strande von den Wogen hin- und hergeschleppt«, befinden sich also bereits im unteren Dogger auf secundärer Lagerstätte.

---

<sup>1)</sup> W. DEECKE, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1893. S. 249. — Derselbe: Die mesoz. Formationen d. Prov. Pommern. Greifswald 1894. S. 6.

## 2. Die cretaceischen Phosphoritvorkommnisse:

### a. im Gault (Minimusthon).

Bei einer im Beginne der siebziger Jahre in der Stadt Greifswald ausgeführten Tiefbohrung wurde nach W. DAMES<sup>1)</sup> unter dem dortigen Diluvium, Turon und Cenoman für etwa 40 m ein zunächst sandiger, dann thoniger Schichtencomplex durchstossen, der sich durch die Führung von *Belemnites minimus* als oberer Gault erwies. Derselbe ist reich an Phosphoritknollen, welche Reste von Ammoniten und Pecten sowie von unbestimmbaren anderen Molluskenschalen umschliessen.

### b. im Cenoman.

Nach JENTZSCH<sup>2)</sup> steht mariner Cenomansandstein, nach der Verbreitung seiner Diluvialgeschiebe zu schliessen, unzweifelhaft im tieferen Untergrunde Ost- und Westpreussens an und führt hier, wenn auch nicht constant, Phosphoritknollen.

Aus Mecklenburg beschreibt E. GEINITZ phosphoritführendes Cenoman<sup>3)</sup>. Nordwestlich von Remplin bei Malchin im mittleren Mecklenburg wurde beim Eisenbahnbau unter dem Geschiebemergel zunächst in 2 m Mächtigkeit Cenomankalk mit *Terebratula biplicata*, *Terebratulina striatula*, *Avicula gryphaeoides* und *Belemnites ultimus*, darunter eine bis zu 0,75 m mächtige Schicht von voraussichtlich ebenfalls cenomanem Grünsand angeschnitten. Letzterer enthält reichlichere grössere und kleinere Phosphoritknollen, diese ohne organische Reste, nur mit Fragmenten von verkieseltem Coniferenholz verwachsen. Aehnliches wiederholt sich in den cenomanen Grünsanden von Gielow jenseits der Malchiner Niederung.

### c. im Turon.

Am nördlichen Steilufer der Insel Wollin gegen das Swinhöft hin treten unter dem Diluvium auf eine kurze Strecke graue

---

1) W. DAMES, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1874. S. 974.

2) A. JENTZSCH, Chronolog. Uebersicht d. Geol. Ost- und Westpreussens. Anhang zum Führer durch die geol. Samml. Königsberg 1892.

3) E. GEINITZ, XV. Beitrag zur Geologie Mecklenburgs. Güstrow 1894. S. 107 u. Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1894. S. 290.

turone Kalkmergel zu Tage, welche nach BORNHÖFT Phosphorite enthalten <sup>1)</sup>).

d. im Senon.

Zunächst ist es das Untersenon, speciell die Zone der Ammonites Margae, also des Emscher, welches sich im Bereiche der baltischen Kreide stellenweise als phosphoritführend erwiesen hat. Hierher gehören gewisse Thone der hinterpommerschen Ostseeküste, in welchen A. KRAUSE bei Revahl eine glaukonitreiche Mergelschicht mit zahlreichen Foraminiferen, kleinen Austern und Actinocamax westphalicus, sowie mit Phosphoritknollen und zwar in Phosphorit umgewandelten Spongien beobachtete <sup>2)</sup>).

Ebenfalls Actinocamax westphalicus führen die sonach gleichfalls untersenonen glaukonitischen, zum Theil kieseligen, zum Theil kalkhaltigen Sandsteine von Arnager auf Bornholm, welchen an ihrer Basis eine etwa 0,6 m mächtige Lage mit zahlreichen, bis hühnereigrossen Phosphoritknollen eingeschaltet ist <sup>3)</sup>).

Im Norden Mecklenburgs bilden obercretaceische local phosphoritführende Glaukonitkalke zunächst den Rücken der Brunsaupten-Diedrichshäger Berge, der sich in nordwestlicher Richtung bis Heiligenhafen in Holstein erstreckt, und ebenso die Karenzer Berge, eine Partie des Lübbeener Gebirgszuges <sup>4)</sup>. Bei Brunsaupten sind dem glaukonitischen Plänerkalk Lagen von Conglomerat eingeschaltet, welche aus ei- bis nussgrossen Knollen von Phosphorit und einem kalkig-thonigen Cemente bestehen. Auch bei Karenz gehören die Phosphorite zum Theil einem dem Pläner eingelagerten Conglomerate an, wiederholen sich jedoch auch in dem Pläner selbst entweder als isolirte Einsprenglinge oder zu Lagen von 2—5 cm Mächtigkeit concentrirt. Innerhalb der Conglomerate führen dieselben in ihrem Inneren organische Reste oder bilden Steinkerne von Gastropoden und Zweischalern.

1) W. DEECKE, Mesoz. Format. d. Prov. Pommern 1894. S. 37.

2) A. KRAUSE, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1889. S. 611.

3) F. JOHNSTRUP, Abriss der Geologie von Bornholm. Greifswald 1889. S. 44.

4) E. GEINITZ, Flötzformationen Mecklenburgs. Güstrow 1883. S. 39, 45, 59. — Derselbe, Der Boden Mecklenburgs. Güstrow 1885. S. 15. — Derselbe, IX, Beitrag zur Geologie Mecklenburgs. Güstrow 1887. S. 51.

E. GEINITZ sprach diese phosphoritführenden Pläner anfänglich für unterturon oder untersenon an. Neuerdings hat derselbe auf erstere Auffassung verzichtet, hält aber vorläufig das untersenone Alter jener Schichten aufrecht<sup>1)</sup>, während C. GOTTSCHKE deren Zugehörigkeit zum Obersenon vermuthet<sup>2)</sup>, welche E. STOLLEY mit Bestimmtheit für dieselben in Anspruch nimmt<sup>3)</sup>.

Aus den senonen Kreidevorkommnissen der Provinz Schleswig-Holstein sind bisher, obwohl sie genau in der nordwestlichen Fortsetzung der mecklenburger Phosphorit führenden Pläner von Bruns- haupten-Karenz liegen und mit diesen ident sind, Phosphorite nicht beschrieben worden<sup>4)</sup>.

Dahingegen ist an der pommerschen Küste bei einer Tiefbohrung in der Stadt Köslin unter dem Tertiär und über dem Juraolith ein hellgrauer Thonmergel mit Phosphoriten durchstossen worden, welcher dem Senon angehören dürfte<sup>5)</sup>.

In Ost- und Westpreussen ist das ganze Senon vom Emscher bis hinauf zur Mucronatenstufe durch marine Glaukonitbildungen vertreten, die im Untergrunde beider Provinzen eine weite Verbreitung besitzen und ziemlich allgemein Knollen von Phosphorit führen dürften. So finden sich nicht selten Diluvialgeschiebe von senoner Kreide mit Phosphoritconcretionen; ferner sind besonders im Diluvium der weiteren Umgebung Königsbergs walzenförmige Phosphorite verbreitet, die einen gesonderten cylindrischen Kern organischen Ursprungs bergen und die voraussichtlich dem Obersenon entstammen. Bei der Aufarbeitung dieser cretaceischen Ablagerungen durch das Oligocänmeer wurden die in ihnen enthaltenen Phosphorite dem Unteroligocän der Provinzen Preussen einverleibt<sup>6)</sup>.

1) E. GEINITZ, briefliche Mittheilung vom 21. Januar 1895.

2) C. GOTTSCHKE, Sedimentärgeschiebe d. Prov. Schleswig-Holstein. 1883. S. 49.

3) E. STOLLEY, Die Kreide Schleswig-Holsteins. Mittheil. aus d. mineralog. Institut zu Kiel. Bd. I. Heft 4. 1894. S. 220 u. f.

4) Vgl. H. HAAS, Geolog. Bodenbeschaffenheit Schleswig-Holsteins. 1889. Das Kreidegebirge S. 39—46. — E. STOLLEY l. c. S. 198—222.

5) A. JENTZSCH, Schriften der naturf. Ges. zu Danzig. VII. 1888. Heft 1. S. 13. — W. DEECKE, l. c. S. 98.

6) G. BERENDT, Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1880. S. 285 nebst Karte auf Taf. X. — M. HOYER, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1880. S. 701. —

### 3. Die tertiären Phosphoritvorkommnisse: im Unteroligocän.

Für die Glaukonitsande des marinen Unteroligocäns, also der Bernsteinformation Ost- und Westpreussens, ist nach den fortgesetzten Beobachtungen von G. BERENDT und A. JENTZSCH die Führung von Phosphoritknollen geradezu charakteristisch. Namentlich sind es folgende Bezirke und Ortschaften, in deren Bereiche diese Phosphoritführung thatsächlich nachgewiesen ist und deren unregelmässige Vertheilung innerhalb der genannten Provinzen die Constanz und Allgemeinheit dieser Erscheinung höchst wahrscheinlich macht: Insterburg, — Heilsberg, — Bartenstein, — Königsberg und das Samland (Georgenwalde, Geidau, Pollwitten, Kauster, Dross-Dirschkeim, Palmnicken, Kuhren u. a. Orte), — Elbing (Kalthof), — Marienburg-Dirschau (Uhlkau, Stuhm, Watzmirs, Dirschau), — Danzig (Klempin, Senslau, Nenkau).

Der grösste Theil dieser Phosphoritknollen entstammt der Zerstörung und Aufarbeitung der Kreide, doch ging in der Unteroligocänzeit eine erneute Bildung von Phosphoriten vor sich, welche dann nicht selten Conchylien, Crustaceen und Wirbelthierreste dieser Periode umschliessen oder Steinkerne der ersteren bilden<sup>1)</sup>.

Von Westpreussen aus setzt sich die Phosphoritführung des Unteroligocäns zunächst nach Pommern und von hier in die Provinz Brandenburg fort. So fand G. BERENDT in den Glaukonitsanden und Letten der Zietzower Höhen bei Rügenwalde Phosphoritknollen, von denen die einen meist nur bis faustgrossen Exemplare eine traubig-nierige Gestalt und eine schwarz glänzende Oberfläche besitzen,

---

A. JENTZSCH, Untergrund d. norddeusch. Flachlandes l. c. 1884. S. 51—52, nebst Karte auf Taf. I. — Derselbe, Führer durch die geol. Samml. l. c. S. 52 u. 53, sowie Tabelle I.

1) G. BERENDT, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1870. S. 908; ferner Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1880. S. 287, nebst Karte Taf. X. — A. JENTZSCH, Schrift. d. phys.-ökon. Ges. Königsberg. Festschrift 1879. S. 26, 27, 28. — XXII. 1884. S. 52, nebst Karte. — Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1884. S. 440. — 1885. S. 419, 420, 421. — Schriften d. Naturf. Ges. Danzig VII. Heft 1. 1888. S. 12. — Führer durch d. geol. Samml. etc. Königsberg 1892. S. 51, sowie in d. chronol. Uebersicht Tabelle 1.

während die anderen, meist grösseren Concretionen mehr kugelig geformt, von einer stumpfen, gelblichen Verwitterungsrinde bedeckt und durch ihren grösseren Eisengehalt von den kleineren schwarzen Knollen unterschieden sind<sup>1)</sup>.

Auch die unteroligocänen Glimmersande, welche im Jahre 1889 durch ein in Hermsdorf, nördlich von Berlin, geschlagenes Bohrloch in 184 bis 194 m Tiefe durchstossen wurden, enthalten Phosphoritknollen, von denen einzelne Uebergänge in Thoneisenstein aufweisen, der auch als selbständige Knollen mit ihnen vergesellschaftet ist<sup>2)</sup>. Dieser weit nach Süden vorgeschobene Posten des baltischen phosphoritführenden Unteroligocäns stellt dessen Verknüpfung mit demjenigen von Magdeburg-Helmstedt, also mit der subhercynischen Zone her. Es lässt sich deshalb voraussehen, dass sich das marine Unteroligocän im Untergrunde des norddeutschen Tieflandes auch noch an anderen Punkten als phosphoritführend erweisen wird.

#### 4. Die diluvialen Phosphoritvorkommnisse.

Es ist einleuchtend, dass die Diluvialablagerungen auf einem Landstriche, dessen Untergrund eine Anzahl von Phosphorithorizonten birgt, neben ihrem sonstigen meist nordischen Materiale auch Phosphoritknollen enthalten müssen, die der Umarbeitung des Bodens durch Eis und Schmelzwasser ihre neue Lagerstätte verdanken. Naturgemäss erreichen dieselben innerhalb der baltischen Phosphoritzone in Ost- und Westpreussen deshalb ihre grösste Häufigkeit, weil hier nicht weniger als drei an Phosphoriten reiche Complexe (Cenoman, Senon, Unteroligocän) der glacialen Aufbereitung unterworfen worden sind.

An dem Nachweise und dem Verfolge der grossen Verbreitung diluvialer Phosphorite in Preussen war in erster Linie wiederum A. JENTZSCH theilhaftig. Wenn nun auch manche dieser Knollen noch innerhalb cretaceischer Geschiebe angetroffen werden, so findet sich

---

1) G. BERENDT, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1879. S. 799. — Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1880. S. 282.

2) G. BERENDT, Jahrb. etc. 1890. S. 86.

doch die Mehrzahl derselben isolirt, also ohne anhaftendes Nebengestein. Nachdem JENTZSCH die ersten derselben im Jahre 1879 constatirt hatte, berichtete O. HELM bereits im Jahre 1885 über nicht weniger als 24 Fundstellen von Phosphoriten im preussischen Diluvium<sup>1)</sup>. Besonders reich an solchen ist das Areal zwischen Danzig, Dirschau und Preussisch-Stargart, sowie zwischen Marienburg und Marienwerder, wo dieselben local 10—15 Procent sämtlicher Geschiebe betragen mögen. Durch Aufnahme von zu Mehl zerriebenem Phosphorit ist auch der Geschiebelehm jener Gegenden selbst an Phosphorsäure reicher als sonst<sup>2)</sup>.

Von der benachbarten pommerschen Küste hat uns G. BERENDT mit einer etwa 0,7 m mächtigen Bank von Phosphorit- und Schwefelkiesknollen nebst einzelnen nordischen Geschieben bekannt gemacht, welche nach einem Bohrloche in Rügenwaldermünde die Grenzschicht des dort 134 m mächtigen Diluviums gegen die Mucronatenkreide bildet und wesentlich aus der Zerstörung des dortigen Unteroligocäns hervorgegangen ist<sup>3)</sup>.

Weniger zahlreich, vielmehr nur in Gestalt vereinzelter Geschiebe kommen Phosphorite selbst noch in der Provinz Schleswig-Holstein vor und gliedern diese der baltischen Zone als westlichsten Ausläufer an. So beschreibt C. GOTTSCHIE aus dem dortigen unteren Geschiebemergel Geschiebe eines groben Conglomerates mit Phosphoritknollen, welche aus dem unteren Grünsand von Arnager auf Bornholm abstammen<sup>4)</sup>.

Aehnliche isolirte Vorkommnisse cretaceischer oder tertiärer Phosphoritgeschiebe dürften auch im Diluvium des übrigen nördlichsten Deutschlands nicht fehlen. Ein solches mit Pflanzenstengeln, augen-

1) O. HELM, Schriften der Naturf. Ges. Danzig 1885. VI. Heft 2. S. 240. Vgl. N. Jahrb. f. Min. 1886. II. S. 90.

2) A. JENTZSCH, Schriften d. phys.-ökon. Ges. Königsberg. Festschrift 1879. S. 26 u. 27. — Sitzber. 1879. S. 48. — Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1883. S. 567 und 1885. S. 404. — Führer durch die geol. Samml. Königsberg 1892. S. 52. — M. HOYER, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1880. S. 698.

3) G. BERENDT, Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt 1880. S. 285. Anm. 2.

4) C. GOTTSCHIE, Sedimentär-Geschiebe d. Prov. Schleswig-Holstein 1883. S. 41. No. 53.

scheinlich ebenfalls von Bornholm stammend, fand E. GEINITZ kürzlich bei Warnemünde<sup>1)</sup>).

### 5. Die alluvialen Phosphoritvorkommnisse.

Dass in den Geröllanhäufungen am Strande der Ostsee, soweit im Bereiche der dort wirksamen Brandung phosphoritführende Schichten anstehen, auch Phosphorite anzutreffen sein werden, ist von vornherein nicht zu bezweifeln. In der That ist von PREUSSNER<sup>2)</sup> constatirt worden, dass sich am Strande der Nordküste von Wollin in der Nähe der Jordanshütte nuss- bis kindskopf-grosse Geschiebe von Phosphorit reichlich zerstreut finden. Dieselben mögen aus den cretaeischen Mergeln und Grünsanden, welche das nördliche Steilufer der Insel bilden und zum Theil Phosphoritknollen führen (siehe S. 31), von der See ausgewaschen sein, könnten aber auch aus dem in der Nähe der Odermündungen anstehenden und sich voraussichtlich bis in die Ostsee vorschiebenden Dogger oder Gault stammen<sup>3)</sup>.

Ebenso sammelte BORNHÖFT in dem Schutte des Strandes der Greifswalder Oie eiförmige bis langcylindrische Phosphorite, »welche sich unschwer als Koprolithen zu erkennen geben«, deren Heimath jedoch nicht festzustellen war<sup>4)</sup>.

## II. Die subhercynische Phosphoritzone.

Das Hügelland, welches sich dem jähren Nordabsturze des Harzgebirges vorlagert und dann in die norddeutsche Ebene übergeht, baut sich fast ausschliesslich aus Vertretern der mesozoischen und tertiären Schichtenreihe auf, über die sich bald als continuirliche Decke, bald in lückenreicher Vertheilung das Diluvium ausbreitet.

Alle Formationen dieses subhercynischen Vorlandes ausser der nur local auftauchenden Dyas und der Trias bergen gewisse Horizonte,

1) Briefliche Mittheilung vom 21. Januar 1895.

2) PREUSSNER, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1871. S. 772 u. 773.

3) W. DEECKE, Mesoz. Formationen d. Prov. Pommern. Greifswald 1894. S. 98.

4) E. BORNHÖFT, Der Greifswalder Bodden. Greifswald 1885. S. 27.

die sich für den von uns verfolgten Zweck durch ihren Gehalt an Phosphoritknollen auszeichnen. Diese Phosphoritführung bestimmter Schichten ist jedoch ebensowenig wie in der baltischen Zone so zu verstehen, als ob sich dieselbe gleichmässig auf die gesammte Ausdehnung des betreffenden Complexes erstreckte, vielmehr stellt sich dieselbe innerhalb dieser Horizonte nur local und ganz inconstant, unterbrochen von weiten phosphoritifreien Flächen ein.

In der subhercynischen Schichtenreihe gehören derartige Phosphoritvorkommnisse folgenden Niveaus an:

4. dem **Diluvium**,
3. dem **Tertiär**
  - b. dem Mitteloligocän.
  - a. dem Unteroligocän,
2. der **Kreideformation**
  - f. der Quadraten-Stufe,
  - e. der Margae-Stufe des Senon,
  - d. dem Cenoman,
  - c. der Minimus-Stufe,
  - b. der Milletianus-Stufe des Gault,
  - a. dem Hils.
1. dem **Jura**
  - b. der oberen Grenze des Lias,
  - a. dem mittleren und oberen Lias.

### 1. Die jurassischen Phosphoritvorkommnisse:

- a. in den Amaltheenthonen und Posidonienschichten des Lias.

Das Vorkommen von Phosphoritgeröllen mit *Ammonites spinatus* und anderen Lias-Ammoniten im Hils des Salzgitterschen Höhenzuges<sup>1)</sup>, sowie von solchen mit *Ammonites communis* im Unter-senon der Harzburger Gegend<sup>2)</sup> weist auf Phosphorit-Horizonte im

---

1) A. DENCKMANN, Abhandl. zur geol. Specialk. v. Preussen. VIII. Berlin 1887. Heft II. S. 29.

2) H. B. GEINITZ, Isis 1883. S. 13.

mittleren und oberen Lias des nördlichen Harzrandes hin, wenn solche auch bisher noch nicht anstehend angetroffen worden sind.

b. an der Grenze des Lias gegen den Dogger.

An verschiedenen Stellen des Salzgitterschen Höhenzuges, der sich im Norden von Goslar beginnend etwa 20 km weit nach NW. erstreckt, lagern sich discordant übergreifend auf die Posidonien-schichten, nämlich auf die Dörntner Schiefer mit *Ammonites striatulus* mergelige Thone, welche in einer Mächtigkeit von 0,3—4 m Phosphoritknollen führen, und auf welche typisch entwickelte Opalinusthone folgen<sup>1)</sup>. Die Phosphorite sind schwarz, oolithisch, oberflächlich abgerieben, rundlich, oft angewittert, liegen auf secundärer Lagerstätte und enthalten die Reste einer reichen Fauna des obersten Lias, nämlich der Jurensis-Stufe.

DENCKMANN nimmt an, dass dieselben von benachbarten Oolithen der Jurensis-Stufe abstammen, durch das Meer eine Zerstückelung und durch Einwirkung der von faulenden Organismen stammenden Phosphorsäure eine nachträgliche Umwandlung in Phosphorit erfahren haben. Er nimmt für die Aufarbeitung der Jurensis-Oolithe den jüngsten Abschnitt der Liasperiode in Anspruch und rechnet aus diesem Grunde das Phosphoritlager noch zur Jurensis-Stufe. M. VACEK hingegen beansprucht für die Zerstörung und Wiederablagerung des Jurensis-Oolithes den bereits erfolgten Abschluss der Liaszeit und stellt deshalb den besprochenen Phosphorithorizont an die Basis des Dogger, also zu dem Opalinuston<sup>2)</sup>.

## 2. Die cretacäischen Phosphoritvorkommnisse:

### a. im Hils.

In dem eben behandelten Bergzuge von Salzgitter-Dörnten-Ohley legt sich die unterste Kreide in übergreifender Lagerung auf die von den Schichten der Trias, des Lias und des Dogger gebildete

---

1) A. DENCKMANN, l. c. S. 16—25. — Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst., 1888. S. 157. — Ebendort 1892. S. 100 und die Profile auf S. 107.

2) M. VACEK, Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1887. S. 308.

Abrasionsfläche und besitzt in Folge der stattgehabten Umarbeitung des angenagten Untergrundes einen conglomeratischen Charakter. Dieses Hilsconglomerat erhält durch seine Eisenerzföhrung eine gewisse bergbauliche Bedeutung. In die kalkigen, dickbankig geschichteten Eisensteinconglomerate mit *Belemnites subquadratus*, *Pecten crassitesta* und *Exogyra Couloni* schieben sich linsen- oder bankförmige Lager von Phosphoriten ein, welche letzteren jedoch ausserdem auch einzeln im Eisenstein vertheilt vorkommen. Sie zeichnen sich durch ellipsoidische oder kugelige Form aus, föhren nicht selten Bruchstücke von liasischen Ammoniten, vorwiegend von *Ammonites spinatus* und stammen demnach wesentlich aus dem der Abrasion verfallenen einstmaligen Ausgehenden des Lias, sind auch nicht selten später noch auf dem Boden des seichten Kreidemeeres von Bohrmuscheln an- und durchbohrt worden.

Die Hauptaufschlusspunkte dieses neocomen Phosphoritlagers liefert die Strecke Salzgitter-Dörnten in der Finkelkuhle, der Haverlah-Wiese, der Grenzlerburg und den Gruben Marie und Fortuna<sup>1)</sup>.

Auch im Thone des oberen Hils ist das Vorkommen koprolithen-ähnlicher Concretionen von Phosphorit bekannt, so in demjenigen des Spechtsbrinkes in der Hilsmulde zwischen Leine und Weser<sup>2)</sup>.

#### b. im mittleren Gault.

In den Thonen des mittleren Gault, nämlich der Milletianus-Stufe, liegt bei Ohley unmittelbar unter dem subhercynischen Gaultquader des Salzgitterschen Höhenzuges eine 0,25 m mächtige Zone mit bis nussgrossen, rundlichen Phosphoritknollen. Auch in der Grube Fortuna nordöstlich von Dörnten föhren diese Thone nahe ihrer oberen Grenze Phosphorite<sup>3)</sup>.

#### c. im oberen Gault.

Die über dem Unterquader folgenden Thone des oberen Gault, also die Minimus-Thone, enthalten bei Ohley in ihrem unteren

---

1) A. DENCKMANN, Abhandl. zur geol. Specialk. v. Preussen. VIII. 1887. Heft 2. S. 27—29.

2) G. BOEHM, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1877. S. 222.

3) A. DENCKMANN l. c. S. 31 u. 32.

Horizonte Phosphoritknollen, welche in der Grube Georg Friedrich gewonnen werden, und weiter oben, wo sich zugleich massenhafte Glaukonitkörner einstellen, zahlreiche Koprolithen<sup>1)</sup>.

Auch die Minimus-Thone des Kahnsteines bei Langelsheim, 6 km nordwestlich von Goslar, führen Phosphoritknollen in solcher Zahl, dass man deren Gewinnung versucht hat<sup>2)</sup>.

Aehnliche Vorkommnisse wiederholen sich am Langenberge bei Ocker, sowie am Scharenberge bei Harzburg. An letzterem treten nach VATER innerhalb des dort überkippten jurassischen und cretaceischen Schichtencomplexes in Wechsellagerung mit Thonen und Glaukonitsandsteinen des Gault zwei sandig-thonige Schichten von je 15 cm Mächtigkeit auf, deren untere grosse phosphoritische Sandsteinconcretionen, deren obere sparsamere nur bis nussgrosse, reinere Phosphoritknollen enthält<sup>3)</sup>.

Ebenso führen auch die mergeligen, dunkelgrünlich-grauen Minimus-Thone von Gliesmarode bei Braunschweig vereinzelte rundliche oder längliche Phosphoritknollen<sup>4)</sup>.

Eine viel allgemeinere Verbreitung in den Thonen des subhercynischen Gault besitzen Geoden von phosphathaltigem Kalkstein.

#### d. im Cenoman.

Dem cenomanen Grünsand, welcher durch den Bau der Bahnstrecke Halberstadt-Blankenburg nördlich von Langenstein zwischen Gaultquader und Cenomanpläner angeschnitten wurde, gehört ein Phosphoritlager von geringer Mächtigkeit an<sup>5)</sup>.

Die gleichen glaukonitischen Sande führen auch bei Langelsheim unweit Goslar kleine Phosphoritknollen<sup>6)</sup>.

#### e. im Senon.

Nördlich von Zilly, 16 km nordwestlich von Halberstadt, folgen über dem Cenoman und Turon graublaue, sandige Mergel und darüber

1) A. DENCKMANN l. c. S. 23.

2) H. VATER, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1884. S. 792.

3) H. VATER l. c. S. 786 u. 789.

4) A. VON STROMBECK, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1890. S. 557 u. 558.

5) W. DAMES, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1886. S. 916.

6) H. VATER, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1884. S. 792.

phosphorithaltige Sandsteine, Conglomerate, Mergel und Thone der Stufe des Ammonites Margae (des Emscher). Das phosphoritführende Lager erreicht an der Trift bei Zilly eine Mächtigkeit von 3 m und besteht aus einem Conglomerat von hasel- bis wallnussgrossen Phosphoritgeröllen mit glaukonitisch-sandigem Bindemittel. Dasselbe wird unterteuft von Sandstein und überlagert von glaukonitischen Quarzsanden und Sandsteinen. In den Tagebauen etwas weiter westlich von der Trift wird das Conglomerat meist durch einen festen Sandstein ersetzt, der reich an Phosphoritgeröllen ist, 2—4 m Mächtigkeit besitzt und von 2—3 m mächtigen Letten, Mergeln und Thonen überlagert wird, die ebensolche Phosphoritknollen und zwar meist von grösseren Dimensionen führen<sup>1)</sup>.

Auf der Westhälfte des Halberstadt-Quedlinburger Plateaus wird der subhercynische Quader von einem glaukonitreichen, bis 2 m mächtigen Grünsande bedeckt, der an seiner Basis eine Bank dicht beisammen liegender, nuss- bis eigrosser Phosphoritknollen enthält<sup>2)</sup>, die von DAMES dem Heimberggestein (dem obersten Untersenon) zugerechnet wird (l. c. S. 946), während G. MÜLLER dieselbe als Emscher (unterstes Untersenon) auffasst (l. c. 1887 S. 386).

Dem Untersenon gehören ferner die zwei 0,20 und 0,70 local sogar 1,50 m mächtigen Phosphoritlager an, welche am Scharenberge bei Harzburg und am Langenberge bei Ocker in Verknüpfung mit einem Kalkconglomerate (dem Sudmerberg-Conglomerate) aufgeschlossen sind und abgebaut wurden<sup>3)</sup>. Das obere derselben ist dem Conglomerate eingeschaltet, während das untere auf der Grenze zwischen diesem und dem liegenden Pläner lagert. Beides sind graue, zähe, kalkig-phosphoritische Conglomerate mit Concretionen von thonigem Brauneisenstein und von Phosphoritsandstein, sowie mit firnissglänzenden Phosphoritknollen. Das untere der beiden Flötze enthält ausser Bruchstücken von Belemnitella quadrata (nach

---

1) G. MÜLLER, Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1887. S. 375. — W. DAMES, N. Jahrb. f. Min. 1890. I. S. 176. — G. MÜLLER, ebend. 1890. II. S. 193.

2) W. DAMES, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1886. S. 945.

3) H. B. GEINITZ, Isis 1883. S. 43 u. 43. — H. VATER, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1884. S. 784.

GEINITZ) in Phosphorit versteinerte Hölzer (nach VATER auf primärer Lagerstätte), sowie z. Th. innerhalb der Phosphorite die Fragmente von Fossilien des Lias, des Dogger und der Kreide bis hinauf zum Turon.

Aehnliche Phosphoritknollen kommen, jedoch nicht lagerartig angehäuft, sondern vereinzelt eingesprengt in den dem Scharenberger Complexe äquivalenten glaukonitischen Mergelsanden und den Conglomeraten des Sudmerberges bei Goslar vor<sup>1)</sup>.

Die phosphoritführenden Eisensteinablagerungen der weiteren Umgegend von Peine, welche an der Mehrzahl ihrer Aufschlusspunkte für die Ilseder Hütte abgebaut werden, sind entweder lockere, schüttige Conglomerate von Brauneisenstein und Phosphoritgeröllen (Adenstedt, Bodenstedt, Lengede bei Peine) oder aber unreine Kalke, reich an Körnern von Brauneisenstein und solchen oder grösseren Geröllen von Phosphorit (Gross-Bülten, Hoheneggelsen, Gross-Ilsede). Die Phosphorite sind gewöhnlich nuss- bis eigross, besitzen plattige, ellipsoidische oder kugelfunde Gestalt, liegen sämtlich auf secundärer Lagerstätte, umschliessen sehr häufig fossile Reste und zwar namentlich von Ammoneen des Gault und sind nach der senonen Zerstörung des letzteren und nach ihrer erneuten Ablagerung oft von Bohrmuscheln angebohrt worden. Neben solchen eingeschwemmten untercretaceischen Fossilien enthalten die hier besprochenen phosphoritführenden Eisensteinablagerungen *Belemnitella quadrata*, wodurch sie sich als unternenon legitimiren<sup>2)</sup>. Dieselben ruhen in übergreifender Lagerung auf den abradirten Schichten des oberen Gault, des Brongniarti- und des Mytiloides-Pläners. Die Mächtigkeit der Lagerstätte schwankt zwischen 4—5 m (Bodenstedt), 10—11 m (Gross-Bülten) und 16 m (Hoheneggelsen). Besondere Grösse und Reichlichkeit erlangen die Phosphorite in den Eisensteinconglomeraten von Bodenstedt<sup>3)</sup>.

1) H. B. GEINITZ, Isis 1883. S. 43.

2) Vgl. auch A. VON STROMBECK, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1857. S. 343 u. f.

3) W. WICKE, N. Jahrb. f. Min. 1867. S. 210. — HEINR. CREDNER, Zeitsch. f. d. ges. Naturw. Halle 1869. S. 308. — D. BRAUNS, Verh. d. naturh. Vereins d. pr. Rheinl. u. Westf. XXXI. 1874. S. 56 u. f. — Derselbe, Zeitsch. f. d. ges. Naturw. Halle 1874. S. 28. — A. DENCKMANN, Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1888. S. 152—154.

### 3. Die tertiären Phosphoritvorkommnisse:

#### a. im Unteroligocän.

Die mit grauen Quarzsanden wechsellagernden grünen glaukonitischen Sande des marinen Unteroligocäns der Magdeburg-Helmstedter Gegend führen lagenweise nuss- bis faustgrosse, schwarzbraune Phosphoritknollen. Viele derselben umschliessen Conchylien des Unteroligocäns oder bilden die Steinkerne derselben. Beispielsweise sind als hierher gehörig zu nennen die Vorkommnisse von Wolmirsleben bei Egel, am Schnitzkuhlenberg bei Helmstedt, sowie bei Unseburg<sup>1)</sup> ferner bei Osterweddingen und Warle bei Klein Dahlum, südlich von Schöppenstedt<sup>2)</sup>. Eben- solche ellipsoidische und traubige Concretionen mit meist schwarz glänzender Oberfläche wurden im conchylienreichen, 3,5 m mächtigen marinen Unteroligocän eines Brunnens in Sudenburg bei Magdeburg unter dem Mitteloligocän angetroffen<sup>3)</sup>.

#### b. im Mitteloligocän.

Dem Mitteloligocän werden gewisse Thone und glaukonitische Sande von Bendorf, Altenhausen und Kuhlager im Alvenslebener Höhenzuge (20 km nordwestlich von Magdeburg) zugerechnet, welche vereinzelt Phosphoritknollen führen<sup>4)</sup>.

### 4. Die diluvialen Phosphoritvorkommnisse.

Die bis vor kurzem, z. Th. in grossem Maassstabe abgebauten Phosphoritlager von Helmstedt und Büddenstedt gehören nicht,

---

1) A. VON KOENEN, Das norddeutsche Unteroligocän und seine Molluskenfauna. Abhandl. zur geol. Specialk. v. Preuss. B. X. Heft 1. 1889. S. 11, 12 und 13.

2) Briefliche Mittheilung des Herrn Prof. Dr. Kloos.

3) W. WOLTERSTORFF, briefliche Mittheilung vom 19. November 1894. — Vgl. WOLTERSTORFF in A. VON KOENEN l. c. Heft VII. 1894. S. 1425.

4) F. KLOCKMANN, Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1890. S. 241.

wie anfänglich<sup>1)</sup> und auch später<sup>2)</sup> angenommen, dem Unteroligocän, sondern dem Diluvium an<sup>3)</sup>. In denselben finden sich neben in Phosphorit umgewandelten senonen Hölzern und ebenfalls aus dem Senon stammenden Phosphoritgeröllen (beide jedoch nicht selten mit einer jüngeren, nämlich unteroligocänen Umhüllungsrinde von Phosphorit), ferner neben Phosphoritknollen mit unteroligocänen Fossilien und phosphoritischen Steinkernen von solchen zugleich auch ziemlich zahlreiche Geschiebe von Granit, Quarzporphyr, Kieselschiefer, Braunkohlenquarzit, Diabas und Feuerstein<sup>4)</sup>.

Auch am Elz zwischen Königslutter und Helmstedt enthält der dort von der Bahn angeschnittene Diluvialkies eine etwa 0,4 m mächtige Bank, welche Phosphoritgerölle in solcher Zahl führt, dass man an deren Ausbeutung gedacht hat<sup>5)</sup>.

Da sich die beiden oben beschriebenen Phosphoritzone durch die Aufschlüsse im tieferen Untergrunde der Berliner und der Magdeburger Gegend recht nahe rücken, so darf schon hieraus der Schluss gezogen werden, dass sich die Phosphoritführung der mesozoischen und alttertiären Schichten nicht auf den schmalen Streifen der baltischen Zone und die mehr flächenhaft ausgebreitete subhercynische Zone beschränkt, sondern dass vielmehr die im Vorstehenden genannten Complexe im Bereiche ihrer ganzen, durch jüngere Gebilde überkleideten Ausdehnung im norddeutschen Flach- und Hügellande local Phosphorite führen werden. Die von uns verfolgten beiden Phosphoritzone bezeichnen demnach nur die Aus-

1) A. VON KOENEN, Sitzber. d. Gesellsch. z. Beförd. d. ges. Naturw. Marburg 1872. S. 138.

2) H. VATER, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1884. S. 792.

3) A. VON KOENEN, Das norddeutsche Unteroligocän l. c. Heft 1. S. 14. »Aus dem Diluvium rühren wohl auch die unteroligocänen Arten her, welche v. STROMBECK mir seiner Zeit zusendete und welche mich veranlassten (l. c.), jene Ablagerungen für Unteroligocän zu halten«.

4) H. B. GEINITZ, Isis 1883. S. 4 u. 43.

5) D. BRAUNS, Zeitsch. d. Deutsch. geol. Ges. 1871. S. 761.

strichgebiete von stellenweise und in verschiedenen Horizonten durch Phosphoritführung ausgezeichneten Schichtencomplexen.

Das Leipziger Phosphoritgebiet, bis jetzt noch eine isolirte, anscheinend selbständige Provinz, wird sich der subhercynischen Zone als deren südöstlichster Abschnitt angliedern, sobald durch die Gunst neuer Aufschlüsse auch im Oligocän des Halle-Bernburger Landstriches ähnliche Vorkommnisse kund werden.

---

## Tafel - Erklärung.

### Phosphoritknollen aus dem Mitteloligocän von Leipzig.

Figur 1. Partie eines Dünnschliffes des phosphoritischen Sandsteines eines Knollens in 250facher Vergrößerung.

Quarzkörner mit Flüssigkeitseinschlüssen sind durch Phosphorit-Cement verkittet. Letzteres mit Partikeln organischer Substanz und von lagenförmiger, bilateral-symmetrischer Structur, hier und dort mit Ausparung von Hohlräumen.

Figur 2—8 illustriren einerseits den ausnahmslos negativen Erhaltungszustand der Conchylien innerhalb der Phosphoritknollen, anderseits die Abhängigkeit der Gestalt und Dimensionen der letzteren von der Art, Grösse und Gruppierung ihrer organischen Einschlüsse.

Figur 2. Grosser kugeliger Phosphoritknollen mit Abdruck und Steinkern eines *Pectunculus Philippii* DESH.

Figur 3. Grosser kugeliger Phosphoritknollen mit Abdruck und Steinkern von *Cyprina rotundata* A. BR.

Figur 4. Grosser sphäroidischer Phosphoritknollen mit einem Ballen von Abdrücken und Steinkernen der *Aporrhais speciosa* SCHLOTH. var. *megapolitana* BEYR.

Figur 5. Brillenförmiger Phosphoritknollen, in jeder der beiden Verdickungen mit dem Abdruck einer Klappe von *Pectunculus Philippii* DESH.

Figur 6 u. 7. Kleine kugelige bis eiförmige Phosphoritknollen mit Ctenoidschuppen.

Figur 8. Cylindrisch-wurmförmiger Phosphoritknollen mit einer Achse von Residuen eines Fischskeletes.



