

DIE
ANWENDUNG DER RÖNTGENSTRAHLEN
IN DER PALÄONTOLOGIE.

VON

W. BRANCO.

AUS DEN ABHANDLUNGEN DER KÖNIGL. PREUSS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
VOM JAHRE 1906.

MIT 4 TAFELN UND 13 TEXTFIGUREN.

BERLIN 1906.

VERLAG DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Gelesen in der Gesamtsitzung am 5. Juli 1906.

Zum Druck eingereicht am gleichen Tage, ausgegeben am 14. August 1906.

Einleitung.

Seit durch Röntgen's große Entdeckung die Möglichkeit gegeben war, die im thierischen Körper steckenden, unserem Blicke verhüllten Knochen u. s. w. deutlich sichtbar zu machen, war auch die Frage gegeben, ob und in wie weit es möglich sein werde, einerseits die in Gesteinen verborgen liegenden fossilen Reste zu sehen, andererseits gewisse im Inneren von Versteinerungen verhüllten Organisationsverhältnisse zu erkennen.

Die Wichtigkeit einer möglichst umfassenden Beantwortung dieser Frage für die Paläontologie liegt auf der Hand. Sie konnte aber nur erlangt werden durch eine große Zahl von Versuchen; und vier verschiedene Richtungen schienen es mir zu sein, nach denen sich diese zu erstrecken hätten.

Einmal waren die verschiedenen in Frage kommenden sedimentären Gesteinsarten, kalkige, quarzige, thonige, kohlige, bituminöse, harzige Gesteine, sowie vulkanische Tuffe und gewisse Eisenerze auf ihre Durchlässigkeit den Röntgenstrahlen gegenüber zu prüfen, wobei natürlich nicht die absolute, sondern die relative Durchlässigkeit in Frage kam.

Diese Versuche waren dann bei wechselnder Dicke der Gesteinsstücke und bei verschiedener Zeitdauer der Exponirung weiter zu führen.

Es waren ferner die verschiedenen Versteinerungsmittel, wie sie uns in den verkalkten, verquarzten, verkiesten Fossilien entgegentreten, auf ihr Verhalten zu untersuchen und festzustellen, in wie weit sich die Gestalt der betreffenden Versteinerungen genau im Gesteine erkennen oder wenigstens doch ihr Vorhandensein in demselben sehen läßt.

Endlich war zu prüfen, ob gewisse Organisationsverhältnisse im Inneren von Versteinerungen zu erkennen seien, wie z. B. Kieselskelete in

verkalkten Schwämmen, Armgerüste in Brachiopoden, verdickte Stellen der Schale, wie Septa, Zahnbildungen u. s. w. in fest geschlossenen Schalenpaaren und Ähnliches.

Das ist in nachstehender Arbeit untersucht worden. Ein wesentlicher Antheil an derselben aber gebührt Hrn. Dr. Stremme, Assistent am Geologisch-Paläontologischen Institut und Museum, der alle diese Durchleuchtungsversuche mit großer Sorgfalt ausgeführt hat.

Die Ausführung selbst aber wurde nur dadurch ermöglicht, daß mir von verschiedenen Seiten die Benutzung der Röntgenapparate gestattet wurde. Für diese sehr große Liebenswürdigkeit bin ich zu aufrichtigem Danke verpflichtet den HH. Prof. Dr. Brauer, Prof. Dr. Tornier, Ingenieur Beetz und Fabrikant L. Müller, welcher letztere auch die Benutzung seines werthvollen Radiumpräparates gestattete, das, wenn auch mit negativem Erfolg, ebenfalls zu den Versuchen benutzt wurde.

Schon vor 10 Jahren hat Brühl¹ einige Durchleuchtungen von Gesteinsstücken aus dem Berliner Museum vorgenommen, um zu prüfen, in wie weit man Fossilien in denselben mit Hülfe der Röntgenstrahlen entdecken könne. Es wurden von ihm durchleuchtet:

Permische Kohle von Linton, Ohio, mit einem Zahne von *Diplodus* und einem *Stegocephalenschädel*,
Bundenbacher Schiefer mit *Aspidosoma*, Crinoiden und Trilobiten,
Gypsbrei mit einem Schlüssel.

Brühl hat wesentlich nur mit vererzten Fossilien operirt und in seiner kurzen Mittheilung keine näheren Abbildungen der Ergebnisse dieser Versuche gegeben; er sprach sich aber ganz allgemein dahin aus, daß ganz oder halb im Gesteine verborgene Fossilien eventuell durch Röntgenstrahlen sichtbar gemacht werden könnten.

Dies ist, soviel mir bekannt ist, die einzige direct auf die Paläontologie abzielende Vorarbeit auf diesem Gebiete.

Bei einem methodischen Vorgehen nach den oben angegebenen Richtungen wäre es nöthig gewesen, zunächst die Mineralien, aus welchen jene Fossilien und Gesteine bestehen, auf ihr Verhalten gegenüber den Röntgenstrahlen zu prüfen.

¹ Über Verwendung von Röntgenschen X-Strahlen zu paläontologisch-diagnostischen Zwecken. Verhandl. der Berliner Physiol. Gesellsch. im Archiv für Anat. und Physiol. 1896. Physiol. Theil S. 547.

Diese Vorarbeit ist indessen bereits gemacht worden. Allerdings von ganz anderen Beweggründen ausgehend, lediglich im Hinblick auf die Mineralogie, hat C. Dölter eine größere Anzahl von Mineralien auf ihre Durchlässigkeit den Röntgenstrahlen gegenüber untersucht. Die für Sedimentgesteine in Frage kommenden Mineralien und ihr Verhalten in dieser Beziehung werden weiter unten angegeben werden. An dieser Stelle seien zunächst nur die wichtigen allgemeinen Ergebnisse, zu denen Dölter gelangte, angeführt, da sie gleichfalls für die Beurtheilung der für die Paläontologie in Frage kommenden Verhältnisse von Wichtigkeit sind:¹

»Eine Beziehung zwischen Durchlässigkeit und Dichte liefs sich im Allgemeinen nicht finden; nur ganz besonders dichte Mineralien, deren Dichte über 5 ist, scheinen stets undurchlässig zu sein. Eben so wenig ergab sich eine allgemeine Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung und Durchleuchtbarkeit; doch zeigten sich Schwefel- und Arsenverbindungen meist undurchlässig, Bor- und Aluminiumverbindungen meist durchlässiger, ein Eisengehalt erhöhte in den Silicaten die Undurchlässigkeit. Dimorphe Mineralien zeigten nur unbedeutende Unterschiede ihres Verhaltens und innerhalb eines und desselben Krystalles wiesen verschiedene Richtungen ebenfalls nur minimale Unterschiede auf. Nähere Beziehungen der Durchlässigkeit zum Molekulargewichte liefsen sich nicht feststellen.«

Gleichfalls von ganz anderen Gesichtspunkten ausgehend, lediglich um den Brennwerth der Steinkohlen festzustellen, hat dann Caryl D. Haskins das Verhalten verschiedener Arten von Steinkohlen gegenüber den Röntgenstrahlen geprüft.² Er ging davon aus, daß der Brennwerth der Kohlen durch ihre Verunreinigung mit anorganischen Stoffen herabgedrückt wird und er schlofs, daß Beides in streng umgekehrtem Verhältnisse stehe. Da nun reine Kohle für Röntgenstrahlen völlig durchlässig ist, so müsse diese Durchlässigkeit mit dem Gehalte an anorganischer Substanz abnehmen. Je stärker also der Schatten ist, den ein Stück Kohle von gegebener Dicke auf den fluorescirenden Schirm wirft, desto größer ist die Beimengung an anorganischer Substanz — und desto geringer, schlofs Haskins, sei der Brennwerth.

¹ Neues Jahrbuch für Min., Geol., Pal., Jahrg. 1896, I S. 211, II S. 87—106; 1897, I S. 256—257.

² Vergl. darüber Ferd. Fischer in Zeitschr. für angewandte Chemie von Ferd. Fischer und Wenghöffer, Jahrg. 1899, Berlin 1899, S. 4 und 130.

Letzterer Schluß wurde indessen von Ferd. Fischer als unzulässig zurückgewiesen, weil der Brennwerth der Kohlen wesentlich mit von der chemischen Zusammensetzung der betreffenden Kohle und von ihrem Wassergehalte abhängt. Höchstens könne in einer und derselben Grube der Brennwerth der verschiedenen Kohlen auf solche Weise festgestellt werden.¹

Diejenigen von C. Dölter untersuchten Mineralien, welche bei paläontologischen Untersuchungen mit Röntgenstrahlen besonders in Frage kommen können, verhielten sich folgendermaßen:

	Dichte	
Bernstein	1.1	} vollkommen durchlässig
Gagatkohle . . .	1.2	
Graphit	2.9	
Kaolin	2.2	stark durchlässig
Opal	2.2	durchlässig
Quarz	2.6	} halb durchlässig
Plagioklase	2.6—2.7	
Gyps	2.2	} fast undurchlässig
Kalkspath	2.7	
Aragonit	2.9	
Markasit	5.3	undurchlässig

Diese Bestimmungen konnten natürlich nur für den von Dölter benutzten Apparat, bez. für die Strahlen desselben, Geltung haben; aber für den Vergleich der verschiedenen Mineralien untereinander behalten sie doch ihre Geltung.

Absolut sind auch Metalle nicht für Röntgenstrahlen jeder Art undurchlässig; denn Röntgen selbst hat, nach freundlicher Mittheilung des Hrn. Collegen Warburg, sogar einen Büchsenlauf durchleuchtet.

Immerhin mußten nach diesen Untersuchungen Dölter's die Aussichten für größere Erfolge bei Untersuchung paläontologischer Objecte in Kalksteinen, bez. im verkalkten Zustande, zunächst als recht geringe erscheinen; und gerade die Kalksteine sind es ja, welche vielleicht die Mehrzahl gut erhaltener Versteinerungen bergen.

¹ Nebensächlich ist es hierfür, daß F. Fischer meint, Diamant sei undurchlässig für Röntgenstrahlen; er ist im Gegentheil, nach Dölter, vollständig durchlässig.

Bei rein quarzigen Gesteinen erschien dagegen, da Quarz »halbdurchlässig« war, ein Erkennen kalkiger Versteinerungen aussichtsvoll; nur bergen leider quarzige Gesteine vielfach keine kalkigen Versteinerungen mehr. Quarzsandsteine mit kalkigem Bindemittel freilich mußten weniger durchlassend sein, während solche mit thonigem Bindemittel sich als noch stärker durchlassend erweisen mußten.

Da Kaolin stark durchlassend für Röntgenstrahlen ist, so mußte die Untersuchung rein thoniger Gesteine sehr gute Erfolge versprechen; insofern, als in ihnen steckende verkalkte, besonders aber verkieste Versteinerungen fast bez. ganz undurchlässig sein, also gut erkennbar werden mußten.

Am verheißungsvollsten würden kohlige Gesteine und Bernstein erscheinen müssen, da diese Stoffe vollkommen durchlässig sind. Trotzdem war eine praktische Verwerthung dieser Eigenschaft sehr fraglich, da die im Bernstein sitzenden Insekten ebenfalls durchlässig sind, also nur Wirbelthiere in Frage kommen können, die jedoch bisher nur in einem Unicum bekannt sind.

Das waren die Fingerzeige, die sich auf Grund der Dölter'schen Untersuchungen an Mineralien für meine Arbeit zu ergeben schienen.

Abschnitt I.

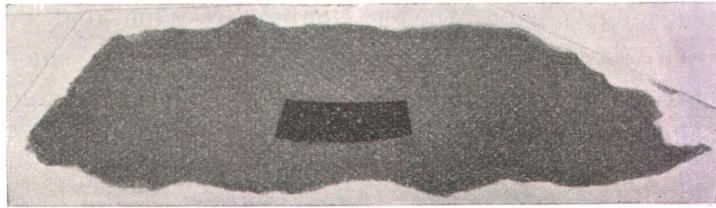
Untersuchung der verschiedenen Arten von Sedimentgesteinen auf ihre Durchlässigkeit und verschiedener Arten von Versteinerungen auf die Möglichkeit, innere Organisationsverhältnisse zu erkennen.

1. Kalksteine. Zunächst wurde eine ganze Anzahl verschiedenartiger Kalksteine auf den Grad ihrer Durchlässigkeit hin geprüft, und zugleich um festzustellen, ob sich nennenswerthe Unterschiede, namentlich zwischen krystallinen und dichten Kalken, ergäben: weißer Marmor; schwarzer Kalkstein; röthlicher dichter Kalk; etwas körniger, sonst dichter röthlicher Kalk; weißer Crinoidenkalk; grauer Kalk mit vielen Trilobiten und Crinoidentäfelchen. Alle diese Stücke besaßen ungefähr gleiche Dicke, etwa

4^{mm}, und erwiesen sich den Röntgenstrahlen gegenüber ziemlich gleichartig. Ein Stück, welches stark dolomitig war, zeichnete sich vor den anderen aus, indem es das Licht noch besser durchliefs als diese.

Um den Grad der Durchlässigkeit zu bezeichnen, den diese Kalkstücke besaßen, wurde ein kleines Stück Zinkblech, das ganz undurchlässig blieb, unter jedes derselben gelegt. Auf der Photographie erschien dann dieses Blech ganz dunkel (Fig. 1a). Im Vergleiche mit diesem Letzteren konnte man aber die Kalkstücke nicht als »fast undurchlässig« (S. 6) bezeichnen, sondern nur als nicht ganz halbdurchlässig.

Fig. 1a.



4^{mm} dicke Kalkplatte: Schwarzer Tribolitenkalk mit untergelegtem
Zinkblechstückchen.

(Belichtungsdauer: 5 Min.; Abstand der Platte von der Antikathode: 65^{cm};
Stromstärke: 4 Amp.)

Zwei Krystalle von Kalkspath von 4 und 6^{mm} Durchmesser verhielten sich ebenso.

Die Strahlen der Röhre waren indessen bei diesen Versuchen bereits hart geworden. Nachdem die Röhre regenerirt worden war, ergaben sich mit ihr noch günstigere Resultate, der Kalk wurde noch besser durchleuchtet. Unter ein dickeres Kalkstück, von 1^{cm}6 Dicke, wurden je ein Stück eines verkieselten Schwammes, eines Knochens und eines verkiesten Ammoniten (das schwarze Stück) gelegt. Alle drei Stücke waren durch die Kalkplatte hindurch gut zu erkennen, am wenigsten das mittelste, der Knochen, wie Fig. 1b zeigt.

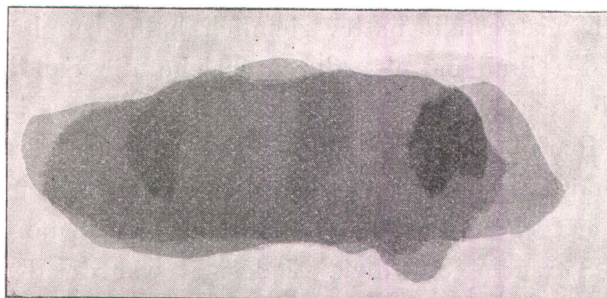
Abermals besser durchlässig erwies sich, einem ganz anderen Apparate gegenüber, die Platte mit Archaeopteryx, trotzdem sie wesentlich dicker ist. Man sah die Knochen des Vogels, welche auf der oberen Seite liegen, durch die ganze Dicke der Platte hindurch.

Diese Untersuchung kalkhaltiger Gesteine ergab also bemerkenswertherweise, daß dieselben den Röntgenstrahlen gegen-

über durchaus nicht so undurchlassend sind, wie dies nach Dölter's Untersuchungen des Kalkspathes vorausgesetzt werden könnte. Man kann thatsächlich den Kalkstein so durchleuchten, daß man in ihm liegende Knochen sieht.

Die Ursache dieser Differenz in den beiderseitigen Ergebnissen liegt, wie schon angedeutet, darin, daß es recht verschiedenartige Röntgenstrahlen giebt, die demselben Körper gegenüber eine verschiedengradige Durchleuchtungskraft besitzen: es können daher immer nur die mit einem und demselben Apparate angestellten Untersuchungen mit einander ver-

Fig. 1b.



4 übereinander liegende Kalkstücke, 1^{cm}6 dick, durch die hindurch 3 untergelegte Stücke von Versteinerungen sichtbar sind.

(Belichtungsdauer: 7 Min.; Abstand der Platte von der Antikathode: 65^{cm};
Stromstärke: 4 Amp.)

glichen werden; und auch hier sind die Ergebnisse nicht mehr streng vergleichbar, weil verschieden ausfallend, wenn in dem einen Falle die Röhre noch neu, im anderen schon stark benutzt war.

Von allen Versuchen erschien am dringlichsten die Durchleuchtung der Kalkplatte, auf welcher Archaeopteryx liegt; denn die Frage nach der Beschaffenheit des Sternum, ob mit oder ohne Crista ist ja für die Beurteilung des Grades der Flugfähigkeit dieses ältesten Vogels eine überaus wichtige. Dames glaubte das Vorhandensein einer Crista ablehnen zu müssen, eine sichere Entscheidung war jedoch nicht möglich.

Es wurden nun nacheinander drei Versuche mit drei verschiedenen Röntgenapparaten gemacht, die alle drei verschiedene Grade der Durchsichtigkeit der Platte ergaben. Der erste schlug bei der Dicke der Platte ganz fehl; der zweite ergab ein etwas besseres Resultat. Bei dem dritten

endlich gelang es, mit dem dem Hrn. Ingenieur Beetz gehörigen Apparate die Platte ziemlich gut zu durchleuchten. Es liefs sich jedoch leider nichts von anderen Knochen, die im Innern der Platte möglicherweise liegen könnten, erkennen. Freilich bietet auch gerade das Sternum ein sehr wenig geeignetes Objekt, da so dünne Knochen von den Röntgenstrahlen leicht so vollkommen durchleuchtet werden, daß sie wenig oder gar nicht erkennbare Bilder geben. Es scheint somit wenig Aussicht zu sein, diese wichtige Frage mit Hilfe der Röntgenstrahlen lösen zu können.

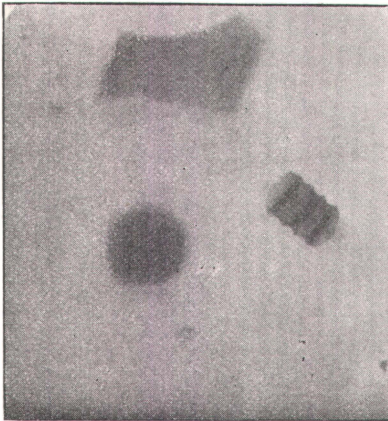
2. Quarzgesteine. Die Prüfung der Quarzgesteine ergab, wie Dölter für Quarzkrystalle festgestellt hatte, ziemlich halbe Durchlässigkeit. Doch wird die Natur des Bindemittels, durch welche die Sandkörner verkittet werden, natürlich stets den Grad der Durchlässigkeit etwas beeinflussen. Um daher die Auffindbarkeit eines Knochens in einem Quarzgesteine zu prüfen, wurde ein bindemittelfreies Gestein, d. h. loser Sand genommen, in dessen Basis ein Knochen gelegt wurde. Die festgedrückte Sandschicht war erst 5, beim zweiten Versuche 8^{mm} dick. Jedermal war der Knochen deutlich zu erkennen. Aber auch bei sehr viel größerer Dicke, 3^{cm}5, waren je ein Stück verkiesten Ammonites, einer Terebratula, eines Knochens in absteigender Reihenfolge der Deutlichkeit zu erkennen. Ein viertes Stück aber, eine verkieselte Spongie, war weder hier, noch in Thon, noch in vulkanischer Asche recht zu sehen; man wird auf den Fig. 2, 3, 5 nichts davon entdecken können.

Bemerkenswertherweise wurde aber diese Sandschicht etwas stärker von den Strahlen durchleuchtet als eine Thonschicht (s. das Nächste), obgleich doch, gerade umgekehrt, nach Dölter's Untersuchungen Quarz nur halb, Kaolin aber stark durchlässig sich erwies, wie eine Vergleichung der Fig. 2 (Sand) und Fig. 3 (Thon), allerdings ungenügend, erkennen läfst.

3. Thongesteine. a) Thon. In gleicher Weise wurde dann, um die Auffindbarkeit eines Knochens in einem Thongesteine prüfen zu können, ein Knochen in der Basis der Thonschicht verborgen. Die Dicke der Schicht betrug 8^{mm}. Auch hier war der Knochen genau erkennbar. Aber die Thonschicht liefs, wie schon bemerkt, das Licht nicht so vollkommen durch

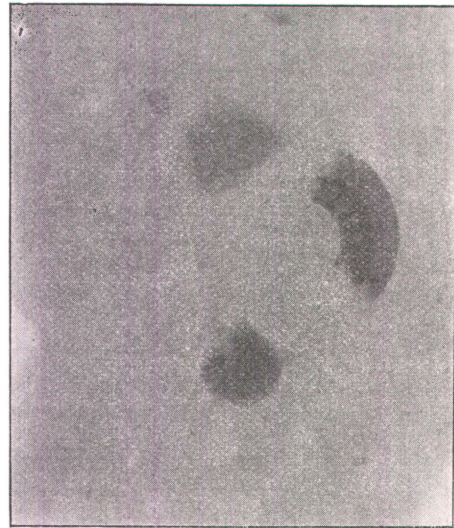
wie die Sandschicht, während nach Dölter's Versuchen gerade umgekehrt Kaolin stark und Quarz nur halbdurchlässig sich erwiesen. Die, übrigens geringe, organische Beimengung im Thon kann natürlich nicht die Ursache dieser Erscheinung gewesen sein. Dölter's Beobachtungen aber sind, seinem Apparate gegenüber, selbstverständlich richtig. Es kann daher diese Differenz wohl abermals nur an dem anderen Apparate gelegen haben, der in Berlin angewendet wurde.

Fig. 2.



3^{cm 5} dicke Schicht von Spathsand, durch die hindurch 3 untergelegte Stücke von Versteinerungen sichtbar sind.

Fig. 3.



4^{cm} dicke Thonschicht, durch die hindurch 3 untergelegte Stücke von Versteinerungen sichtbar sind.

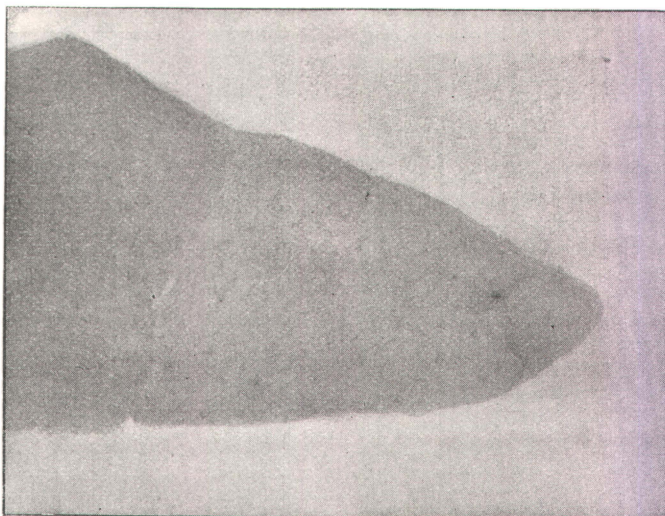
Stücke von Schwefelkiesammoniten, Knochen (verkieselter Spongie) und verkalkter *Terebratula*.
(Belichtungsdauer: 2 Min.; Abstand zur Platte und Antikathode: 50^{cm}; Stromstärke: 4 Amp.)

Eine noch dickere Thonschicht, von 4^{cm} Dicke, erwies, wie oben Fig. 3 erkennen läßt, ganz denselben Unterschied gegenüber Sand zu Ungunsten des Thones.

b) Schieferthon. Es wurde nun mit festem Schieferthon, den Bundenbacher Schieferne angehört, ein Versuch gemacht. Daß in demselben eine Versteinerung verborgen liege, wurde wahrscheinlich gemacht durch einen Wulst, der sich auf der Oberfläche des Schieferthones erhob. Deutlich ließen sich die, wie eine Chagrinhaut erscheinenden Höckerchen einer Haut erkennen, die unter dem Wulste verhüllt liegt (s. Fig. 4).

4. **Bituminöser Schiefer.** Demnächst wurde ein Versuch mit bituminösem Schiefer gemacht, dessen Gehalt an Thon und organischer Substanz von vornherein sehr gute Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen versprach, soweit sie nicht etwa durch Kalkgehalt etwas verringert werden würde. Eine 40^{mm} dicke Platte aus Lias ϵ , auf deren oberer Fläche ein Skelet von *Campylognathus* liegt, wurde in umgekehrter Lage den Röntgenstrahlen

Fig. 4.



Im Dachschiefer verborgene, vererzte Versteinerung, wohl eines Fisches. Die Oberfläche zeigt auf der Röntgen-Photographie zahlreiche deutliche Höckerchen, die in obiger Abbildung nicht sichtbar sind.

Das Fossil ist an der Oberfläche nur durch einen Wulst erkennbar.
(Belichtungsdauer: 7 Min.; Abstand der Platte von der Antikatode: 65cm;
Stromstärke: 4 Amp.)

ausgesetzt, die also durch die 40^{mm} dicke Schieferplatte erst hindurchgehen mußten. Die einzelnen Knochen waren sehr gut zu erkennen, so daß also bituminöser Schiefer offenbar gute Resultate geben wird, wenn man ihn auf Knocheninhalt u. s. w. prüft.

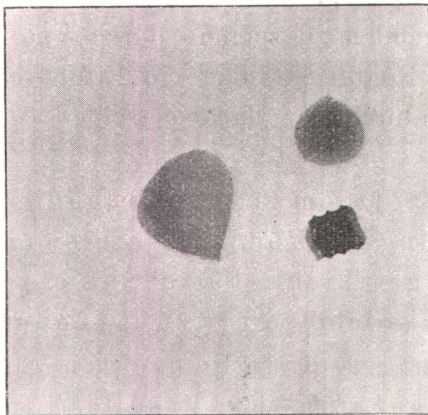
5. **Vulcanischer Tuff.** a) Lose Asche. Weiter gelangte vulcanische Asche des letzten Vesuv-Ausbruches zur Untersuchung. Unter eine 1^{cm}5 dicke Schicht wurden wieder drei Fossilien gelegt: ein verkiestes Stück eines Ammoniten, eine Terebratula und ein Stück verkieselten Schwammes. Deutlich

kann man alle drei Versteinerungen durch die Asche hindurch erkennen, auch den verkieselten Schwamm, der in Thon und Sand kaum sichtbar war.

Frische, lose, wenn auch festgedrückte Vesuvasche von 1906 erwies sich also als stark durchlässig für Röntgenstrahlen. Fig. 5 zeigt das in unverkennbarer Weise.

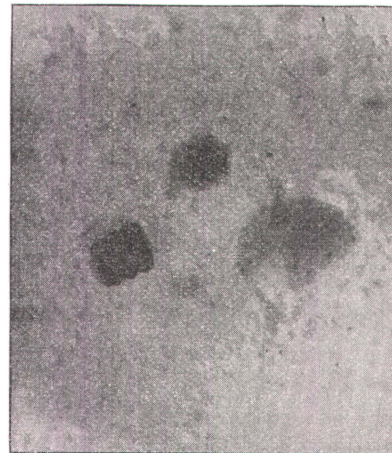
b) Festerer Tuff. Weniger gut waren diese Versteinerungen zu erkennen, als eine dickere Schicht von 2 bis 3^{em} Dicke, eines zudem be-

Fig. 5.



Vesuvasche, 1^{em}5 dick, mit 3 untergelegten
Stücken von Versteinerungen.

Fig. 6.



Vulcanischer Tuff aus dem Brohlthale,
2—3^{em} dick, mit 3 untergelegten
Stücken von Versteinerungen.

(Belichtungsdauer: 2 Min.; Abstand zur Platte und Antikathode: 50^{em}; Stromstärke: 4 Amp.)

reits verfestigten Tuffes aus dem Brohlthale über dieselben gelegt wurde. Auch das Bild des Gesteins ist hier viel weniger licht, was vielleicht zum Theil schon in der begonnenen Zersetzung der Asche desselben seinen Grund hat. Fig. 6 läßt diesen Unterschied gegenüber der frischen vulcanischen Asche, die zugleich freilich dünner war (Fig. 5), gut erkennen.

6. **Bernstein**, wenn er auch kein Gestein, gehört dennoch in den Kreis dieser Untersuchungen; denn da so sehr viele seiner Einschlüsse, theils durch die Trübung des Bernsteines, theils und noch mehr durch die sogenannte Emulsion auf ihrer Unterseite dem Auge mehr oder weniger unkenntlich werden, so würde die Möglichkeit eines Erfolges bei Untersuchung mit Röntgenstrahlen ein weites Feld ersprießlichster Thätigkeit haben.

Das ist leider aussichtslos, wie die Versuche ergaben. Bernstein ist für Röntgenstrahlen zwar völlig durchlässig; die in ihm eingeschlossenen Wirbellosen sind das aber ebenfalls, da es sich hier um weiche, höchstens chitinöse Gebilde handelt, die sich ebenso verhalten wie Bernstein. Auch durch den Verkohlungsproceß, welchem diese Einschlüsse ausgesetzt sind, wird nichts daran geändert, da auch Kohle für Röntgenstrahlen durchlässig ist.

Anders freilich würde sich die Sache stellen, wenn auch Knochen im Bernstein vorkämen. Das ist jedoch nicht der Fall, da Wirbelthiere hier, mit einer einzigen Ausnahme, bisher fehlen.

Trotzdem aber konnte, wie im Folgenden zu zeigen, durch Untersuchung eines Bernstein-Einschlusses mit Röntgenstrahlen ein Erfolg erzielt werden; freilich nur insofern, als dadurch der Nachweis einer sehr geschickten Fälschung ermöglicht wurde.

Dieser negative Erfolg hat aber trotzdem zu dem Ergebnisse (S. 21) geführt, daß in der Untersuchung mit Röntgenstrahlen ein Mittel gegeben ist, um jede noch so geschickte Fälschung einer Wirbelthier-Incluse im Bernstein als solche sofort zu erkennen.

Diese mit verschiedenen Sedimentgesteinen gemachten Versuche ergaben also mehr oder weniger günstige Resultate für Auffinden von Versteinerungen in denselben. Ohne eine ganz genaue Reihenfolge hier angeben zu wollen, zeigten sich für Röntgenstrahlen durchlässig: vulcanische frische Asche, bituminöser Schiefer, Quarz-Feldspath-Sand, fester vulcanischer Tuff, Thon, Schieferthon, zuletzt Kalkstein. Mit Roth- und Brauneisenstein Versuche zu machen, obgleich diese auch Versteinerungen oft bergen, war überflüssig, da sie als Erze jedenfalls nicht so durchlässig sind, daß man Fossilien in ihnen sehen könnte; denn wenn die Strahlen so beschaffen sind, daß sie das Erz durchleuchten (S. 6), dann werden sie ebenso auch die vererzten Fossilien durchleuchten.

7. Die Natur des Versteinerungsmittels ergibt, wie aus dem Vorhergehenden folgt, natürlich sehr starke Unterschiede in dem Sichtbarkeitsgrade der Fossilien, das lassen die Fig. 2, 3, 5 scharf erkennen. Es sind dort künstlich eingebettet worden je eine verkieste, verkalkte, verkieselte Versteinerung. Man sieht, wie die in Erz verwandelte am besten erkennbar

ist, was bei der relativen Undurchlässigkeit der Metalle den Röntgenstrahlen gegenüber natürlich ohne Weiteres zu erwarten war. Weniger deutlich ist die verkalkte, wieder etwas weniger gut der Knochen, gar nicht die verkieselte Versteinerung zu sehen, ganz entsprechend dem geringeren oder größeren Grade ihrer relativen Durchlässigkeit der Röntgenstrahlen.

8. Die Erkennbarkeit gewisser Organisationsverhältnisse im Innern von Versteinerungen bildete einen weiteren Gegenstand der Versuche.

a) Skelet der Spongien. Die Frage, ob es möglich sein werde, im Innern verkalkter Schwämme das kieselige Skelet zu erkennen, war von vornherein wenig aussichtsreich.

Quarz ist durchlässiger als Kalk, so daß man in einer dünnen Schicht vielleicht etwas von dem Skelet sehen könnte. Aber ein relativ dickes Schwammstück enthält so viele Schichten des Skelets und zwischen diesen wieder Kalkmassen. So erklärt sich der vollständige Mißerfolg.

b) Füße der Trilobiten. Überaus wichtig wäre es, wenn man die Füße der Trilobiten, überhaupt die ganze Unterseite der letzteren im Gesteine erkennen könnte. Aber bisher sind die Versuche ziemlich erfolglos geblieben. Das wird wohl auch stets so sein, wenn die Füße und der ganze Panzer verkalkt sind. Wohl aber erschien die Sache aussichtsvoll, da wo verkieste Trilobitenfüße vorhanden sind. Ein Exemplar des bekannten verkiesten Triarthrus, dessen Füße man ja bereits kennt, liefs diese natürlich auch im Schiefer sehen, aber doch nicht sehr deutlich und auch nur so weit, als sie über den Rand des Trilobitenpanzers hervorragen. Soweit sie jedoch unter dem Panzer liegen, bez. von unten gesehen über diesem, können sie sich im Röntgenbilde unmöglich abheben, da der dann ebenfalls verkieste Panzer die Strahlen ebenso wenig durchläßt, wie die Füße das thun.

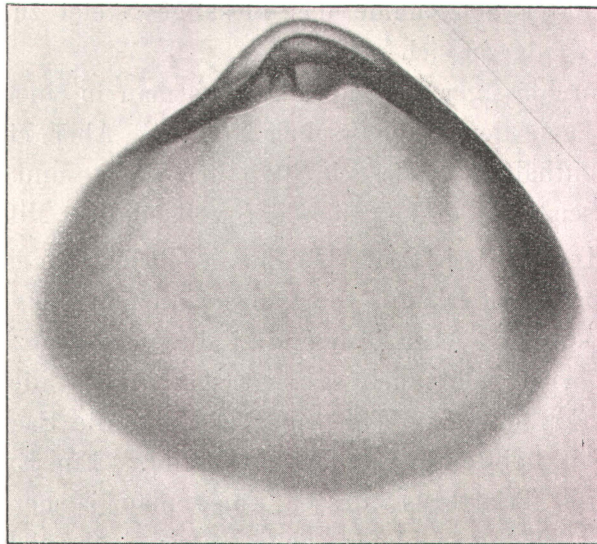
Ganz dieselbe Überlegung gilt, wenn auch Kalk halb durchlässig ist, bei verkalkten Trilobiten. Auch hier werden die Füße vom Panzer gedeckt, verhalten sich ebenso wie dieser den Strahlen gegenüber, sind also wohl kaum erkennbar.

Immerhin würde es sich lohnen, mit Trilobiten weitere Versuche, vielleicht von der Seite her zu machen, namentlich mit verkiesten Formen, die in dem ja gut durchlässigen Schiefer stecken. Hier könnte man die Füße vielleicht doch erkennen.

c) Schlofs, Ligamentlöffel und Muskelstützen in Bivalven bei geschlossenen Schalen erkennen zu können, müßte für die Paläontologie von größter Wichtigkeit sein, da man dann ohne vorherige, das Schlofs oft schädigende Präparation dasselbe zu sehen vermöchte.

Zunächst wurde eine lebende *Macra* gewählt. Fig. 7 zeigt das sich ergebende Röntgenbild bei geschlossenen Schalen, also durch die eine

Fig. 7.



Macra (recent), bei geschlossenen Schalen das Schlofs zeigend.

Schale hindurch, zunächst noch ohne Sandfüllung. Schlofs und Ligamentgrube heben sich sehr deutlich ab.

Dann wurde der Versuch wiederholt mit der Abänderung, daß die Schalen mit Sand ausgefüllt wurden. Hier war das Bild schon weniger deutlich, gab aber dennoch Anhaltspunkte zur eventuellen Bestimmung der Gattung (Fig. 8). Dagegen eine fossile *Lutraria*, mit tertiärem Sande erfüllt, liefs nichts von dem vorspringenden Ligamentlöffel und den Zähnen erkennen, da das Bild dunkel wurde.

Ich möchte aber doch glauben, daß es bei der nöthigen Übung, bei richtiger Dauer der Exposition und der Stromstärke sowie bei gutem Apparate gelingen wird, in vielen Fällen das

Schlofs u. s. w. der Bivalven durch geschlossene, mit Sandstein oder Thon erfüllte Schalen hindurch zu erkennen.

Freilich ist hier bei Thonfüllung stets, bei sandsteiniger wenigstens häufig, eine Präparation so leicht, daß man diese einer Röntgenaufnahme meist vorziehen und mit letzterer nur dann besser zum Ziele kommen würde, wenn sehr harter Sandstein die Schalen füllt. Ob dagegen mit Kalk erfüllte Bivalven das Schlofs u. s. w. deutlich sehen lassen werden,

Fig. 8.



Mactra (recent), bei geschlossenen und mit Sand gefüllten Schalen das Schlofs zeigend; dasselbe ist in der Röntgen-Photographie aber deutlicher als in obiger Abbildung.

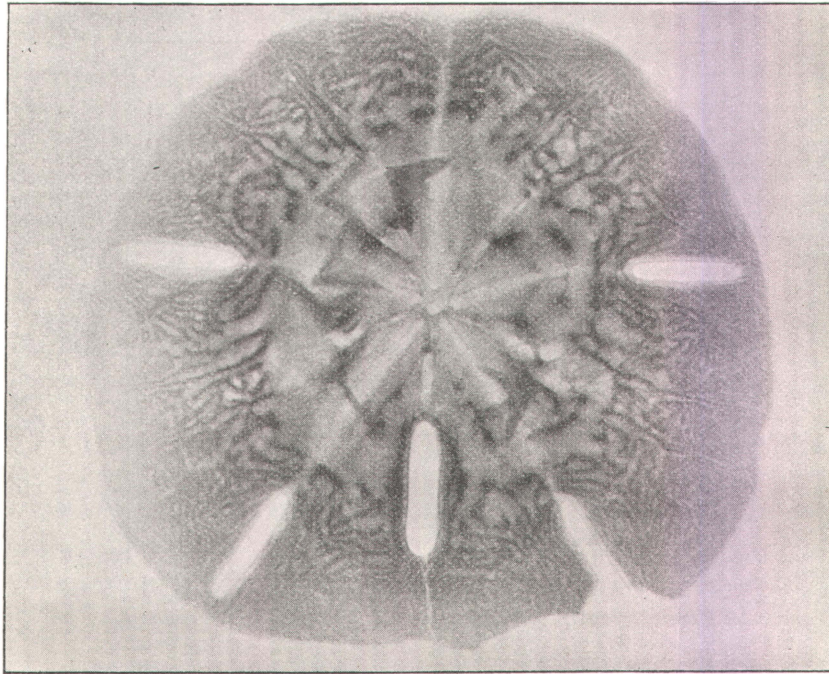
erscheint mir recht fraglich, da Kalkstein weniger durchlässig für Röntgenstrahlen ist als Sand und Thon.

d) Armgerüst und Septa der Brachiopoden durch die Schale hindurch zu erkennen, würde von gleicher Wichtigkeit sein wie die Erkennung des Schlosses bei Bivalven. Wieder wurden zunächst Versuche mit lebenden Formen gemacht; eine *Waldheimia*, nicht ausgefüllt, zeigte bei geschlossenen Klappen ziemlich gut die Schleife und das Septum. An kalkerfüllten fossilen Formen war dagegen, da diese ziemlich dunkle Bilder geben, nichts zu erkennen. Wohl aber sah man in einem Steinkerne von *Spirifer* deutlich das spirale Gerüst.

e) Innere Pfeiler bei Echinoidea waren bei einer subfossilen *Mellita* durch den oberen Theil der Corona hindurch deutlich zu erkennen. Hier erleichterte offenbar das reichlich vorhandene organische Gerüst der Kalktäfelchen das Durchdringen der Röntgenstrahlen.

Bei einem fossilen *Clypeaster* ließen sich die inneren Pfeiler zwar ebenfalls bis zu einem gewissen Grade, aber doch weniger deutlich als

Fig. 9.



Mellita. Die Pfeiler u. s. w. im Innern sind durch den Scheitel der Corona hindurch sichtbar.

bei jener *Mellita* sehen. Eine fossile Amphiope endlich gab ein so dunkles Bild, daß gar nichts zu sehen war.

f) Tabulae der Korallen ließen sich nicht erkennen. In ganz mit Kalk erfüllten Formen wird man auch kaum Tabulae, Septae u. s. w. sehen können. Anders mag das möglicherweise sein, wenn die Erfüllung mit Kalk fehlt oder schwach ist.

Die vorstehenden Untersuchungen lehren, daß der Paläontologie aus der Benutzung der Röntgenstrahlen in der That mancherlei Nutzen er-

wachsen kann. Unter welchen Bedingungen, darüber wird der folgende Abschnitt, in dem Hr. Dr. Stremme seine, während der vorstehend besprochenen Aufnahmen gemachten Erfahrungen niedergelegt hat, berichten.

In den darauffolgenden beiden Abschnitten wird dann gezeigt werden, wie die Anwendung der Röntgenstrahlen der Paläontologie in zwei weiteren, jedoch außergewöhnlichen Fällen nutzbar gemacht werden konnte.

9. Bericht des Hrn. Dr. Stremme über seine bei den Aufnahmen paläontologischer Objecte mit Röntgenstrahlen gemachten Erfahrungen.

Die im Vorhergehenden besprochenen Versuche wurden theils im zoologischen Museum mit einer Hirschmann'schen Monopolröhre, theils in der Berliner Zweigniederlassung des Elektrotechnischen Laboratoriums Aschaffenburg (s. S. 4) mit verschiedenen Röhren (einer großen Bauer'schen und der Müller'schen Nr. 13) unternommen. Die Güte der Bilder war natürlich durchaus von der Beschaffenheit der Röhre abhängig, ob wenig oder viel gebraucht, ob »weich« oder »hart«. Es wurden zu unseren Versuchen stets »weiche« Röhren mit geringerem Vacuum verwendet, die zwar nicht allzu durchdringungskräftig sind, dafür aber gute Contraste geben.

Andere Factoren, die wesentliche Beachtung bei der Aufnahme erfordern, sind: Belichtungsdauer, Abstand zwischen photographischer Platte und Antikathode (von welcher die Strahlen auf die Platte geworfen werden), Stromstärke; ferner Beschaffenheit und Lage der Objecte und nicht zum mindesten die erst durch zahlreiche Versuche zu erwerbende Übung des Experimentirenden.

Wie wichtig einzelne dieser Factoren für die Aufnahmen waren, erhellt aus folgenden Versuchen mit Kalkplatten, kalkigen Fossilien und vulcanischer Asche.

1. Kalkplatten von 4^{mm} Dicke wurden mit der schon stark benutzten Monopolröhre im Abstände von 65^{cm} zwischen Platte und Antikathode 300 Secunden lang bei 4 Ampère Stromstärke belichtet. Sie zeigten sich auf der photographischen Platte im Vergleiche mit den untergelegten undurchlässigen Zinkstreifen als zwischen halb- und dreiviertel-durchlässig stehend. Nicht weniger durchlassend waren aber auch vier dieser Platten übereinander, also eine Kalklage von 16^{mm} Dicke, die mit derselben Röhre im Abstände von 50^{cm} 120 Secunden lang bei derselben Stromstärke belichtet wurden.

2. Eine etwa 3^{cm} dicke Kalkplatte mit sichtbaren Knochen, unter der noch etwa 2^{cm} Gyps lagen, wurde mit einer wenig gebrauchten Müller-röhre Nr. 13 35 Secunden lang bei 4 Ampère und einem Abstände von 25^{cm} durchleuchtet. Sie erschien undurchlässig. Dagegen erwies sie sich als mehr als halbdurchlässig bei 70 Secunden Belichtungsdauer und 7 Ampère.

3. Die dicke Kalkschale eines fossilen Seeigels (Clypeaster) war mit einer großen Bauerröhre bei 5 Ampère, 90 Secunden und 25^{cm} Abstand kaum zu durchleuchten. Sie gab dagegen ein ziemlich gutes Bild seines Inneren bei 12 Ampère, 60 Secunden und demselben Abstände.

4. Fossilien wurden zwischen zwei Schichten von 1^{cm}5 (unten) und 1^{cm}7 (oben) vulcanischer Asche gelegt. Sie waren beim Durchleuchten mit der Monopolröhre bei 50^{cm} Abstand, 4 Ampère und 60 Secunden Belichtungsdauer fast unsichtbar, dagegen gut zu erkennen, als die Belichtungsdauer auf 180 Secunden verlängert wurde.

Dafs bei Fossilien etwaige Incrustationen oder Ausfüllung mit Gesteinsmasse die Durchleuchtung erschweren, u. U. selbst zwecklos machen, ist ohne Weiteres klar.

Als photographische Platten wurden bei den Versuchen verwendet die Schleufsner'schen doppelt dick gegossenen Röntgenplatten, zum Entwickeln Anfangs Rodinal, später ein zweckmäßigeres Glycinpräparat.

Aus diesen Beobachtungen geht also hervor, wie sehr die Verschiedenheiten der Röhre, Belichtungsdauer, Stromstärke und Entfernung von Einfluss auf das Gelingen oder Nichtgelingen gegenüber den paläontologischen Objecten sind. Sicher werden sich bei genügendem Probiren auf solche Weise noch bessere Ergebnisse als die obigen für die Paläontologie erzielen lassen.

• Versuche mit Radium.

Es lag nahe, anstatt mit Röntgenstrahlen, die Durchleuchtung der Gesteine auch mit Radiumstrahlen vorzunehmen. In Folge des Entgegenkommens des Hrn. Fabrikbesitzers Louis Müller konnte eine Reihe allerdings ergebnisloser Versuche mit Radium angestellt werden. Wir benutzten dazu etwa 30^{mg} Radium, die in einer vorn mit Glasplatte verschlossenen Metallkapsel aufbewahrt wurden. Die Strahlen dieses Präparates brachten Baryumplatincyannür (als Salz in einer Glasröhre aufbewahrt) durch fünf

große Silbermünzen (Fünf- und Zweimarkstücke) hindurch zu intensivem Fluoresciren. Deutlich schwächer fluorescirte es, als die Hand zwischen die Strahlenquelle und das Salz gehalten wurde.

Mit diesem Radiumpräparat wurde in 5^{cm} Abstand (zweimal auch in 50^{cm} Abstand) von der photographischen Platte versucht, Stücke von körnigem Kalk mit untergelegtem Zinkstreifen, von Solnhofener Kalk mit Rhamphorhynchusknochen und von Bundenbacher Schiefer mit verkiestem Trilobiten zu durchleuchten. Die Expositionsdauer schwankte zwischen fünf Secunden und 10 Minuten. Es gelang keinmal, eins dieser Objecte zu durchleuchten.

Vielleicht ist es bei längerer Expositionsdauer noch möglich, jedenfalls ist aber die Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen vorzuziehen.

Abschnitt II.

Durch Röntgenstrahlen ermöglichter Nachweis von Fälschungen bei im Bernstein eingeschlossenen Wirbelthieren, speciell bei einem Frosche.

Wenngleich es sich hier nicht um Fossilien, sondern um Fälschungen handelt, so scheint mir trotzdem auch diese Untersuchung der Darlegung werth, weil sie erkennen läßt, wie die Röntgenstrahlen auch zur Aufdeckung einer paläontologischen Fälschung benutzt werden können.

Von Fräulein Hildegard von Bülow wurde dem geologisch-paläontologischen Museum ein im Bernstein eingeschlossener Frosch übersandt mit der Bitte, denselben auf seine Echtheit hin prüfen zu wollen. Das Stück befindet sich im Besitze des Hrn. Capitänlieutenant von Bülow-Carnitz. Die Geschichte des Stückes ist die folgende:

Das bekannte heutige Seebad, damalige Rittergut, Heringsdorf gehörte in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts dem Oberlandforstmeister von Bülow. Da der Strand seit jeher, besonders nach Stürmen, verhältnißmäßig viel Bernstein brachte, so war das Bernsteinsuchen dort im Schwange, und hierbei soll dann das in Rede stehende Stück gefunden und Hrn. von Bülow überbracht worden sein. Es muß das in den 1830—1840er Jahren gewesen sein.

Wegen der Seltenheit und Wichtigkeit des Stückes liefs der Besitzer es in den Deckel einer goldenen Dose fassen. Diese soll er dem damaligen Könige Friedrich Wilhelm IV. geschenkt haben, als dieser ihn dort besuchte; und nach dessen Tode soll sie wieder an die Familie zurückgefallen sein. Sicher verbürgt ist das indessen nicht.

Aus dieser Geschichte des Stückes könnten zwei Dinge hervorgehen: Auf der einen Seite, daß der Besitzer nicht den mindesten Zweifel an der Echtheit hegen zu müssen glaubte; denn anderen Falles würde er das Stück selbstverständlich nicht dem Könige als Geschenk angeboten haben; vorausgesetzt, daß sich die Sache wirklich so verhielt. Auf der anderen Seite aber geht aus der Zeit des Fundes, ungefähr 1830—1840, hervor, daß dieselbe keine Garantie für die Echtheit desselben giebt, weil damals das Verfahren, auf künstliche Weise Einschlüsse von Lebewesen in Bernstein zu machen, längst bekannt war. Namentlich wurden in früherer Zeit mit Vorliebe Froscheinschlüsse in Bernstein künstlich in der Weise hergestellt, daß man, nach einer freundlichen Mittheilung des Hrn. Prof. Dr. Conwentz, ein Bernsteinstück mit einer feinen Säge auseinanderschnitt, aushöhlte und das, wohl mumificirte, Thier hineinsetzte; worauf beide Hälften mit einem Klebemittel wieder aufeinandergeklebt und die Höhlung um den Frosch herum mit einem dem Bernstein ähnlich gefärbten Harze ausgegossen wurde. Bei sorgfältiger Prüfung kann man den Schnitt noch erkennen. Anderenfalls würden die beiden Hälften auseinanderfallen, wenn man das Stück etwas erwärmen würde.

Die Herstellung derartiger Fälschungen von Bernsteineinschlüssen dürfte aber schon eine recht alte Erfindung sein. Bereits im Jahre 1593, also vor mehr als drei Jahrhunderten, scheint man sie gekannt zu haben, nach den Abbildungen in Justus Fidus Klobius' *Ambrae Historia*¹ zu schließen. Und leicht erklärlicherweise sind es dieselben beiden Wirbelthiere, die noch heute hierbei eine Rolle spielen: »*Rana et Lacerta succino prussiaco insitae*«, wie die Erklärung der beiden Abbildungen aus dem Klobius S. 28 lautet.

¹ *Ambrae historiam ad Omnipotentis Dei gloriam et hominum sanitatem exhibet Justus Fidus Klobius in Academ. Witteb. Wittembergiae 1666.* Aber auch Klobius giebt hier nur wieder, was schon 1593 in dem Buche des Crato abgebildet und beschrieben wurde. *Consil. et epistolar. medicinal. Cratonis Francofurt. edit. anno 1593 in octav. pag. 465, lib. 4.*

Oder waren das echte Fossile? Wenn wir doch heute ein Exemplar einer echten Bernsteineidechse kennen, so könnte das damals ja wohl auch möglich gewesen sein. Man könnte vielleicht sogar denken, daß die heute in der Königsberger Sammlung befindliche Eidechse noch dieselbe wäre, die man damals gefunden hatte. Aus der Abbildung selbst läßt sich indessen kein Schluß ziehen, da sie nach der Art damaliger Thierbilder ziemlich frei gezeichnet ist. Der in engen Wellen gebogene Schwanz könnte aber vielleicht einen Anhaltspunkt geben. Entweder war das freie Erfindung des Zeichners, da solche Biegungen in der Natur wohl nicht vorkommen, besonders nicht bei einer im todten bez. sterbenden (s. S. 24) Zustande befindlichen Eidechse. Oder der Schwanz war wirklich so gebogen, und dann wäre das ein sicherer Beweis dafür, daß eine Fälschung vorlag, indem man den Schwanz der für ein solches Vorhaben ohnehin unbequem langen Eidechse hinten zusammengeschoben hätte, um sie zu verkürzen.

Bei unserem Bernsteinfrosche war nun eine Prüfung, ob der Bernstein aus zwei zusammengeklebten Stücken bestehe (s. oben), unmöglich. Zwar war das Ganze aus dem Deckel der Dose, in den es eingesetzt war, herausgenommen. Aber bei der Zerbrechlichkeit des Bernsteins war es natürlich vorher gefaßt worden, bevor es in den Deckel eingefügt wurde. Diese Fassung aus Silber verdeckte, indem sie das ungefähr rechteckige, ziemlich flache Stück rings umgab, eine eventuell vorhandene Schnittlinie. Auch war der Bernstein durch vier an den vier Seiten in ihn eingetriebene kleine Silberstifte in der Fassung festgehalten. Man konnte ihn daher aus letzterer nur mit Gefahr für den Bernstein entfernen, und das war nicht angängig.

Wegen seiner frischen Farbe erschien mir das Stück von Anfang an als eine, wenn auch sehr raffinierte Fälschung. Indessen zwang eine Reihe von Gründen zu einer sorgsamem Untersuchung.

Zunächst einmal wurde das Stück von sehr erfahrener Seite als zweifellos echt erklärt, und dieses Urtheil gründete sich vielleicht hauptsächlich auf die Beschaffenheit des Bernsteins, in welcher man in der That einen schwerwiegenden Grund für die Echtheit finden konnte.

Der Bernstein nämlich war nicht etwa durchsichtig, so daß man den Frosch gut von oben und unten hätte sehen können. Vielmehr war er an der Unterseite so »knochig«-trübe, daß hier nicht das Mindeste von dem

Frosche zu sehen war. An der Oberseite erstreckte sich diese trübe Beschaffenheit ebenfalls über den gröfseren Theil der linken Körperhälfte, so dafs nur Kopf, rechte Hand und Unterarm sowie das distale Ende des rechten Oberschenkels im auffallenden Lichte gut sichtbar waren. Nur im durchfallenden Lichte vergröfserte sich der sichtbare Theil, indem noch der ganze rechte Ober- und Unterschenkel, der rechte Fufs und die linke Hand erkennbar wurden.

Es leuchtete daher ein, dafs, wenn das Stück eine Fälschung war, der Verfertiger derselben äufserst raffinirt vorgegangen sein mußte: Anstatt klaren Bernstein zu nehmen, in dem man den Frosch, was doch der Zweck ist, gut sehen konnte, wie das daher bei solchen Fälschungen wohl immer der Fall sein mag, wäre hier ein so trüber Bernstein genommen worden, dafs fast drei Viertel des Frosches (die Unterseite als die Hälfte gerechnet) dem Blicke verhüllt wurden. Damit aber hätte der Fälscher ein Stück geschaffen, welches für das kaufende Publicum keinen Werth besafs und höchstens den Fachmann hätte reizen können.

Dazu kam ein Drittes. Man kann sich der Thatsache nicht verschließen, dafs man in den Phosphoriten des Quercy nicht nur ein, sondern sogar mehrere Exemplare fossiler Frösche gefunden hat, die, ganz wie dieser Bernsteinfrosch, vortrefflich, mit voller Haut erhalten sind. Auch das Alter der Quercyfrösche ist ein recht hohes. Wenn nun schon in diesen, dazu doch keineswegs besonders geeigneten Phosphoriten fossile Frösche als Mumien sich erhalten konnten, wie viel mehr mußte das im Bernstein der Fall sein können.

Viertens sprach für die Möglichkeit einer Fossilität des Bernsteinfrosches der Umstand, dafs ja die im Königsberger Museum befindliche Bernsteineidechse den thatsächlichen Beweis dafür liefert, dafs keineswegs nur Insekten, sondern auch gröfsere Thiere vom Harze der eocänen Coniferen umhüllt werden konnten. Ja, es könnte eigentlich sogar auffallen, dafs nicht öfter im Bernstein Einschlüsse von höheren Thieren, wie Fröschen, Eidechsen u. s. w. sich finden. Zwar wird man sich natürlich nicht vorstellen dürfen, dafs so grofse Thiere in lebenskräftigem Zustande von dem Baumharze umflossen werden konnten. Aber dem Tode nahe oder noch viel mehr bereits todte, mumificirte konnten immerhin von herabtropfendem Harze eingehüllt werden. Solche vertrockneten Cadaver von Fröschen u. s. w. findet man ja heute gar nicht so selten auf dem Boden liegend.

Wenn sie daher im Bernstein so hochgradig selten sind, daß sie bisher in der Königsberger Eidechse nur ein Unicum bilden, so könnte man daraus vielleicht sogar den Schluß ziehen, daß in jenen Coniferenwäldern eocäner Zeit Frösche, Eidechsen u. s. w. selten gewesen sein müssen.

Endlich aber kam hinzu, einerseits daß das Stück sich in privatem Besitze befand, in dem ja erfahrungsgemäß alles Gesammelte viel mehr dem Verloren- oder Zugrundegehen ausgesetzt ist, so daß eine etwaige spätere, erneute Untersuchung vielleicht unmöglich war; und andererseits, daß auch der eventuelle Nachweis einer wirklichen Fälschung, bei der dann raffinierten Art derselben, ein Interesse haben mußte.

So erschien es mir als wissenschaftliche Pflicht, trotz meines starken Zweifels an der Echtheit des Stückes, eine sorgsame Untersuchung desselben vorzunehmen.

Das Stück hat etwa 26^{mm} Länge, 20^{mm} Breite und 7^{mm} größte Dicke. Der Frosch selbst besitzt ungefähr dieselbe Länge vom Kopfe bis zum Ende des Coccyx. Er ist also zunächst einmal sehr klein. Das beweist zwar noch gar nichts. Immerhin aber ist klar, daß ein Fälscher viel eher einen sehr kleinen als einen großen Frosch nehmen wird, den er in eine künstliche Höhlung eines Bernsteinstückes schieben will.

Wenn so die geringe Körpergröße des Frosches doch nur den sehr schwachen Schatten eines Verdachtes gegen seine Echtheit zu geben vermochte, so mußte die frische Farbe des Frosches einen viel stärkeren Verdacht erregen. Um über die Berechtigung des letzteren aber klarer zu werden, war es wünschenswerth, vorerst das einzige zweifellos echte, fossile Vergleichsobject unter den höheren Thieren, die Bernsteineidechse des Königsberger Museums, auf Aussehen und Farben prüfen zu können. Der leider zu früh verstorbene Hr. College Schellwien hatte die große Liebenswürdigkeit, dieses kostbare Fossil selbst mit nach Berlin zu bringen.

Die Bernsteineidechse zeigte hierin das Folgende:

Einmal besitzt sie keinerlei frische Farben mehr, sondern nur noch Spuren von Färbung.

Zweitens ist sie durch Emulsionsbildung mit jener weißlichen Masse umgeben, wie das bei größeren Thieren im Bernstein fast immer der Fall ist. Der Umstand, daß sie oft nur auf der einen Körperseite erscheint, erklärt sich dadurch, daß die andere, von der Sonne bestrahlte Seite gewöhnlich aus geklärtem Bernstein besteht.

Drittens besitzt die Bernsteineidechse in ihrem Innern kein Skelet mehr. Zufällig ist das hintere Ende des Fossils mit dem Bernstein abgeschnitten, so daß man in den geöffneten Leib des Thieres hineinsehen kann. Es zeigt sich dabei, daß das Skelet aus dem Innern verschwunden ist. Nicht etwa, weil es herausgefallen sein könnte; dazu wäre ein Theil der Knochen zu groß für die Öffnung. Sondern weil die Knochen zu Staub zerfallen waren.

So bietet also das Innere dieser Bernsteineidechse ganz denselben Anblick dar, wie in der Regel das Innere irgend eines Bernsteinkäfers: man blickt in eine dunkle Höhlung hinein, da von dem Thiere nur noch die äußere Schale, diese allerdings sehr vollkommen, erhalten ist.

Vergleichen wir mit diesem Bilde, welches die Bernsteineidechse gewährt, dasjenige unseres fraglichen Bernsteinfrosches, so ergibt sich zunächst, daß, im Gegensatze zu jener, seine Farbe ganz auffallend frisch erhalten ist. Das ist selbstverständlich nur an demjenigen Theile seines Körpers direct zu beobachten, welcher nicht durch Trübung des Bernsteins dem Blicke entzogen wird. Aber indirect wird man ohne Weiteres den Schluß machen dürfen, daß auch alle übrigen Körpertheile des Frosches eine so frische Farbe aufweisen müssen, wenn das bei einzelnen der Fall ist.

Jedenfalls läßt sich deutlich erkennen, daß man einen noch nicht stark verschrumpften und noch farbenfrischen Frosch vor sich hatte, der darin, falls er sich wirklich als fossil erwiesen haben würde, eine sehr auffallende Erhaltungsweise eines Fossils dargestellt hätte.

Hr. Prof. Tornier, der die große Liebenswürdigkeit hatte, diesen Frosch, soweit er eben erkennbar war, mit lebenden Formen zu vergleichen, gab denn auch das Urtheil ab, daß derselbe zu der *Arvalis*-Gruppe der Gattung *Rana*, die über die ganze Erde verbreitet ist, gehöre und, falls er eine Fälschung darstelle, entweder *R. arvalis* oder *R. temporaria* sein müsse.

Die rechte Hand ist eingetrocknet. Der rechte Arm aber ist noch ziemlich erhalten und zeigt die Chromatophoren in auffallender Frische. Bei starker Vergrößerung unter der Binocularlupe und gleichzeitiger Durchleuchtung des Stückes sah man sie so dicht und frisch im Bindegewebe liegen, daß ein eocänes Alter des Frosches recht ungläubwürdig erschien. Ebenso zeigt der Kopf, wenn auch weniger deutlich, weil tiefer einge-

bettet, diese frischen Farben. Hr. Prof. Tornier erkannte deutlich den dunklen kennzeichnenden Fleck, der sich zwischen Auge und Ohr hinzieht. Das Auge ist offenbar eingetrocknet gewesen, die Pupille hat ein Loch, die Iris ist noch genau zu erkennen.

Das mußte ein verdächtiges Zeichen sein; denn ein im Bernstein seit eocäner Zeit unter Luftabschluß gerathener Körper mußte wohl heut schon mehr oder weniger stark verkohlt sein, wodurch die zarten Chromatophoren gewiß ebenfalls zum Opfer gefallen wären.

Bei weiterem Vergleiche zeigte sich als verdächtig der Umstand, daß der Frosch gar nichts von jener, für Bernsteinthiere so kennzeichnenden weißen Emulsion erkennen liefs, welche ähnlich wie ein Belag mit weißen Pilzen erscheint. Allerdings ist, wie schon erwähnt, die Unterseite des Frosches unserem Blicke dadurch entzogen, daß hier der Bernstein knochig ist. Aber das Vorhandensein einer Emulsion auf der Unterseite würde doch wohl an den überhaupt sichtbaren Körpertheilen sich seitlich wenigstens etwas verrathen.

In den beiden ersten der oben (S. 25) angeführten drei Punkte erwies sich also der fragliche Bernsteinfrosch als anders beschaffen als die Bernsteineidechse.

Unter solchen Umständen mußte eine Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen überaus wichtig, fast ausschlaggebend sein, indem sie eine Vergleichung des dritten der oben angeführten Merkmale der Bernsteineidechse ermöglichte.

Zeigte die Durchleuchtung, daß der Frosch in seinem Innern kein Skelet mehr besafs, so mußte man ihn, trotz jener warnenden beiden anderen Merkmale, für zweifellos fossil halten; denn bei einem erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts künstlich in Bernstein eingeschlossenen Frosche konnten heute die Knochen unmöglich bereits zu Staub zerfallen sein.

Zeigte er dagegen ein Skelet, so war sehr wahrscheinlich gemacht, daß eine Fälschung vorlag.

Wie die umstehende Figur des Röntgenbildes lehrt, ist das Skelet des Frosches vollständig vorhanden.

Nun läßt sich aber doch nicht leugnen, daß die Folgerung: »Ein Bernsteinwirbelthier kann kein Skelet mehr besitzen« sich nur auf die eine einzige Eidechse bisher gründet. Denkbar wäre es daher immerhin, daß die

Erhaltung der Knochen in anderen Fällen, wenn auch im verkohlten Zustande, dennoch möglich wäre. Es mußte daher nothwendig die Frage geprüft werden, ob etwa ein Vorhandensein primitiver Merkmale an dem Skelete sich nachweisen lasse; denn ein solches würde trotz des Vorhandenseins des Skeletes bewiesen haben, daß dennoch ein fossiles Wesen vorliege.

Die Punkte, welche hier in Betracht kamen, sind die folgenden:

Bei den lebenden Anuren ist das hintere Ende der Wirbelsäule verkümmert. Zu der Zeit, in welcher bei der Larve die Vordergliedmaßen hervortreten, wandelt sich der Ruderschwanz zu dem langen dolchförmigen Coccyx um, der aus einigen mit einander verwachsenden Wirbelanlagen hervorgeht. Verwachsen sind ferner bei den heutigen Anuren das lange

Fig. 10.



Der Frosch
im Bernstein.
Natürl. Gröfse.

Ileum mit dem scheibenförmigen Ischium und Pubis; verwachsen einerseits Ulna mit Radius, andererseits Tibia mit Fibula. Verwachsen sind am Schädel die Parietalia mit den Frontalia, und zwar entwickelt sich dieses Parieto-Frontale bei der Larve als Knochen zu einer Zeit, in welcher schon die Hinterbeine, noch nicht aber die Vorderbeine hervorgetreten sind.

Es leuchtet ein, daß bei einem fossilen, auf primitiverer Stufe stehenden Frosche diese verschiedentlichen Verwachsungen entweder noch gar nicht perfect geworden oder doch erst in geringerem Grade vor sich gegangen sein würden; und wenn auch nicht bei allen, so würde das doch wenigstens bei einem Theile der genannten Knochen der Fall sein.

Auch noch andere Theile des Skeletes konnten in Frage kommen. Zunächst Hände und Füfse. Bei heutigen Anuren sind fünf Metatarsi vorhanden, dazu das Rudiment einer 6. Zehe; und vier Metacarpi, dazu oft das Rudiment eines Daumens. Bei einer dem Eocän angehörigen Form würde man eine stärkere Entwicklung dieser heute nur noch rudimentären Knochen nicht als unmöglich voraussetzen können; wie denn in der That bei der ausgestorbenen Familie der *Palaeobatrachidae*, welche dem Oligocän und Miocän angehört, die 6. Zehe noch wohl entwickelt ist.

Auch die bei heutigen Anuren so bedeutende Länge des Astragalus und Calcaneus, die ausnahmsweise zudem mit einander verwachsen können, würde vielleicht bei einer eocänen Form noch geringer sein können.

Von Wichtigkeit ist schliesslich die verschiedene Breite der Diapophyse des Sacralwirbels.

Bevor das Skelet auf diese Merkmale hin geprüft wurde, drängte sich mir bei dem Anblick desselben die Vorstellung auf, daß die Lage der Beine nicht eine ungezwungene sei, wie man sie bei einem todten oder sterbenden, von Bernstein umflossenen Frosche erwarten möchte. Ich hatte vielmehr die Vorstellung, als ob der Leichnam künstlich von beiden Seiten etwas zusammengedrückt worden sei, um den ohnehin schon sehr kleinen Körper auf noch kleineren Raum zusammenzudrängen. Wie überaus dicht die Beine an den Rumpf gelegt sind, wird erst dann recht klar, wenn man sich dieselben mit dem Fleische bekleidet denkt. Dahingegen sind mir Froschmumien, die man ja öfter im Freien trifft, nur in der Weise erinnerlich, daß entweder die Beine weit nach hinten ausgestreckt sind, oder daß sie, wenn eingezogen, doch weiter vom Rumpfe abstehen, eine, ich möchte sagen, bequemere Haltung einnehmen. Dieses unscheinbare Merkmal scheint mir kennzeichnend; denn ein sterbendes Thier wird die Glieder lässig strecken bez. halten, nicht aber sie so fest an den Leib pressen. In dieser Beziehung ist der angeblich fossile Frosch der Abbildung aus dem Jahre 1593 (S. 22 Anm. 1) viel naturwahrer.

Fassen wir nun die einzelnen Knochen des Skeletes in's Auge, so zeigt sich hier zunächst der auffallende Umstand, daß am Schädel von dem Parieto-Frontale nichts oder doch höchstens die leise Spur einer äußeren Begrenzungslinie zu sehen ist, obgleich doch dieser Knochen entschieden schon mehr oder weniger verknöchert gewesen sein dürfte; wenigstens beginnt bei der Larve der heutigen Anuren die Verknöcherung des Parieto-Frontale schon zu einer Zeit, in der erst die Hinterbeine hervorgetreten sind. Da nun an dem in Rede stehenden Frosche bereits die Diaphysen der Arm- und Beinknochen verknöchert waren — denn sie sind deutlich sichtbar —, so mußte auch das Parieto-Frontale schon verknöchert gewesen sein. Es ist daher klar, daß seine Unsichtbarkeit nur auf die Dünne des Knochens zurückgeführt werden kann, gegenüber welcher die Prüfung durch Röntgenstrahlen versagte. Schwerlich aber dürfte seine Unsichtbarkeit als ein Zeichen mangelnder Verknöcherung, also primitiverer Bildung, folglich als ein Beweis für die Fossilität angesehen werden.

Von den Diapophysen der Wirbel kann man nur einige, unter diesen aber glücklicherweise die kennzeichnende des Sacralwirbels deutlich er-

kennen. Sie ist schmal, auch nicht einmal distal verbreitert. Daraus ergibt sich einmal, daß dieser Bernsteinfrosch nichts mit der ausgestorbenen Familie der *Palaeobatrachidae* zu thun hat, bei welcher die Diapophysen des 9. und 8., oft auch noch die des 7. Wirbels, zu einem breiten Sacralfortsatze vereinigt sind.

Ebenso fallen aber auch fast alle anderen Familien der *Arcifera* Cope fort, da diese gleichfalls eine, wenngleich keineswegs so hochgradig verbreiterte Diapophyse des Sacralwirbels besitzen; nämlich *Bufo*nidae, *Pelobatidae* und *Discoglossidae*, so daß unter den *Arcifera* nur die *Cystignathidae* in Frage kommen könnten, die jedoch nur in Brasilien bisher fossil gefunden worden sind. So bleibt in Folge dieses Verhaltens der sacralen Diapophyse, nur die Cope'sche Gruppe der *Firmisternia* übrig, die Familie der *Ranidae*.

Ob übrigens dieses Unterscheidungsmerkmal durchgehende Bedeutung behalten würde, wenn wir alle in vergangenen Zeiten vorhanden gewesenen Anuren kennen würden, das mag doch sehr dahingestellt bleiben. Unter den lebenden Formen der *Discodactylia* hat z. B. ein Theil der Laubfrösche, die Unterfamilie der *Hylinae*, verbreiterte Sacralfortsätze; ein anderer, Unterfamilien der *Polypedatinae* und der *Hylodinae*, nur cylindrische. Dasselbe gilt von der Familie der *Dendrobatidae*, bei deren verschiedenen Gattungen ebenfalls verbreiterte und cylindrische Diapophysen des Sacralwirbels auftreten.

Der Coccyx der lebenden *Rana* verbreitert sich am proximalen Ende beträchtlich. Betrachtet man daraufhin den Coccyx unseres fraglichen Frosches, so sieht man, daß er zwar ebenfalls proximal viel breiter ist; aber dieses breitere kleine Stück scheint von dem übrigen, schmaleren Hauptstücke des Coccyx abgetrennt zu sein. Zu dem Sacralwirbel kann es nicht gehören, wie aus der Lage der deutlich erkennbaren Diapophyse des Letzteren hervorgeht. Es kann mithin wohl nur dem Coccyx zugeordnet werden, dessen proximales Ende es bildet, mit dem es also noch nicht verschmolzen war. Da nun der Coccyx aus der Verwachsung mehrerer Wirbel hervorgeht, so könnte man darin vielleicht ein primitives Merkmal erblicken wollen. Indessen einmal ist es sehr wohl möglich, daß das Röntgenbild hier etwas vorspiegeln könnte, das nicht vorhanden ist. Zweitens aber bildet die der heutigen völlig entsprechende Verwachsung aller anderen betreffenden Knochen einen viel schwerer wiegenden Beweis für das Gegentheil, daß also keine primitive Form vorliegt.

Wenn wir nämlich diese anderen Knochen in's Auge fassen, so sehen wir Radius und Ulna, wenn auch am distalen Ende etwas verschwommen, doch in demselben Grade mit einander verwachsen, wie das bei der lebenden *Rana* der Fall ist. Dasselbe gilt von Tibia und Fibula.

Dafs auch *Astragalus* und *Calcaneus* die heutige langgestreckte Form besitzen, ist, wenn auch nicht ganz klar, so doch ungefähr erkennbar. Ebenso sind die Zehen rechts hinten deutlich nur in der Fünzfahl zu erkennen; eine sechste von irgendwie gröfserer, erkennbarer Länge ist nicht vorhanden. Vorn sind, besonders links, deutlich nur vier Finger im Bilde zu erkennen.¹

Das Gliedmafsenskelet des fraglichen Frosches zeigt sich mithin auf derselben Stufe der Entwicklung bez. Verwachsung wie bei dem lebenden Frosche. Auch die gegenseitigen Gröfsenverhältnisse stimmen mit denen von *Rana* ganz überein, trotz der recht geringen absoluten Gröfse des fraglichen Frosches; denn ein Exemplar von *Rana arvalis* ergibt neben letzterem die folgenden Längenmafsse:

	Bernsteinfrosch	<i>Rana arvalis</i>	Es verhalten sich aber
	cm	cm	
Humerus	7.3	19	} 19 : 12 = 7.3 : 4.6
Radius-Ulna	4.5	12	
Femur	12	32	} 32 : 35.3 = 12 : 13.2
Tibia-Fibula	13 ²	35.3	
Coccyx	8	23	} 23 : 25 = 8 : 8.7
Wirbelsäule	8.5 ³	25	

Man sieht, dafs sich bei dem fraglichen Frosche der Unterarm zum Oberarm, Unterschenkel zum Oberschenkel, Coccyx zur übrigen Wirbelsäule, trotz sehr viel geringerer absoluter Länge, fast genau ebenso verhalten, wie bei dem zum Vergleiche herangezogenen Vertreter der lebenden *Rana arvalis*.

Es zeitigte also die Untersuchung mit Röntgenstrahlen die folgenden für diese Fragen entscheidenden Ergebnisse:

¹ Da die Photographie die Ansicht von unten her giebt, so sind rechts und links vertauscht. Im Original ist es die rechte Hand, welche im Bilde als linke erscheint.

² Geschätzt, da das distale Ende von der Fassung verdeckt wird.

³ Nicht ganz genau.

1. Der Bernsteinfrosch besitzt noch ein vollkommen erhaltenes Skelet, während es bei der Bernsteineidechse schon ganz zerfallen ist.

2. Dieses Skelet stimmt in den gegenseitigen Größenverhältnissen der einzelnen Knochen völlig mit denen der lebenden *Rana arvalis* überein.

3. In keiner Beziehung besitzt es einen primitiveren Bau als die genannte lebende Form.

4. Durch diese Ergebnisse der Durchleuchtung wurde die bereits aus anderen Gründen: der frischen Farbe und der fehlenden Emulsion, geschöpfte starke Vermuthung, daß eine, wenn auch sehr raffinierte Fälschung vorliege, fast bis zur Gewifsheit als richtig erwiesen.

5. Darüber hinaus aber, bis zur völligen Gewifsheit, konnte auch die Untersuchung mit Röntgenstrahlen nichts gewähren. Einmal nämlich hat die Gattung *Rana* bereits in eocäner Zeit gelebt. Zweitens aber konnte die eine einzige Bernsteineidechse noch nicht den zweifellosen Beweis dafür liefern, daß ganz allgemein ein Wirbelthier aus dem eocänen Bernstein kein Skelet mehr aufweisen darf.

Theoretisch allerdings ist es sehr einleuchtend, daß wirklich diese Verallgemeinerung gestattet ist: Die Knochen im Bernstein sind ja nicht, wie die in den Erdschichten begrabenen, von Wasser durchtränkt, dessen gelöste Stoffe allmählich eine Versteinerung des Knochens und damit seine Erhaltung bewirken können, indem sie sich in den zahllosen Hohlräumen ablagern, welche durch die Vergasung der organischen Substanz sich bilden. Im Bernstein kann daher eine Versteinerung und Erhaltung in solcher Weise gar nicht entstehen. Es kann vielmehr nur zu einer Verkohlung der organischen Substanz des Knochens in Folge der durch Luftabschluß bedingten Selbstentmischung kommen, ohne daß anorganische Substanz sich hier ablagert. Damit aber ist die Möglichkeit eines allmählichen Zerfallens der Knochen zu kohligem und anorganischem Staube gegeben.

Bei der Bernsteineidechse ist das vollständig der Fall gewesen. Aber selbst wenn dieser Zerfall der Knochen bei Einschlüssen im Bernstein auch nicht das ganze Skelet betreffen sollte, es würden ihm doch mindestens die leichter zerstörbaren Knochen unterliegen, das Skelet würde mithin mindestens unvollständig, lückenhaft werden.

Das mittels Röntgenstrahlen nachgewiesene Vorhandensein eines vollständig erhaltenen Skeletes wird folglich als ein sicherer Beweis für das Vorliegen einer Fälschung bei einer Wirbelthier-Incluse im Bernstein gelten können.¹

Abschnitt III.

Feststellung der Beschaffenheit des inneren Hautpanzers bei *Grypotherium* mittels Röntgenstrahlen.

(Taf. I—IV.)

Das Berliner Geologisch-Paläontologische Museum verdankt ein sehr werthvolles großes Stück eines Felles von *Grypotherium* der breiten Freigebigkeit des Hrn. Felix Simon in Berlin, welcher dasselbe von Hrn. Prof. Oskar Neumann gekauft und dem Museum geschenkt hat.

Dafs das Fell des *Grypotherium* in der unteren Lage der Cutis zahlreiche unregelmäßig gestaltete Knochenkörper enthält, auf der oberen Seite der Cutis dagegen einen dichten, langen Haarbesatz trägt, ist durch wiederholte Beschreibungen bekannt geworden.

¹ Die Richtigkeit dieses Schlusses erfuhr in letzter Stunde noch eine endgültige Bestätigung. Nachdem der Frosch nun seinen vermeintlichen Werth als Fossil verloren hatte, wurde, dank dem Entgegenkommen des Herrn Besitzers, doch noch die Genehmigung ertheilt, die Fassung zu entfernen (S. 23) und an dem Stücke die nöthige Präparation vorzunehmen. Dabei ergab sich das Folgende:

Es liefs sich nicht erkennen, dafs der Bernstein aus zwei ausgehöhlten Stücken, einem oberen und einem unteren, zusammengeklebt sei. Eine starke Erwärmung (S. 22) freilich wurde als gefährlich für das Stück nicht angewendet.

Dahingegen sah man deutlich, dafs der Bernstein von einer Seite her ausgehöhlt, der Frosch mit dem Kopfe voran hineingeschoben und gleichzeitig ein flüssig gemachtes Harz in die Höhlung mit hineingegossen worden war. Mit diesem Harze, vielleicht selbst gelöst gewesener Bernstein, war dann auch die Mündung der Höhlung zugedeckt worden. Unter der Präparirnadel zersplitterte dieses Harz in ganz kleine Stückchen und unterschied sich dadurch, ebenso wie durch Farbe und wohl auch Geruch, deutlich von dem natürlichen, unveränderten Bernsteinstücke. Vor Allem aber zeigte der Frosch selbst nach seiner Freilegung am Hinterende so deutlich sein Gewebe, dafs ein Zweifel daran, dafs hier wirklich eine Fälschung vorliegt, nun nicht mehr bestehen kann.

Meines Wissens ist aber bisher noch keine Durchleuchtung des Felles mittels Röntgenstrahlen erfolgt, so dafs man, da die Knochenpanzerstücke von der Aufsenseite gar nicht, von der Innenseite nur wenig sichtbar sind, bisher noch kein Bild von ihrer Vertheilung an den verschiedenen Körperstellen und von ihrer an bestimmten Körperstellen verschiedenen Gestalt gewinnen konnte. Eine solche genauere Kenntnifs der Beschaffenheit des Knochenpanzers war nur bei Untersuchung mit Röntgenstrahlen möglich. Aber auch eine solche Untersuchung wieder war nur dann möglich, wenn man es wagte, das vollständig zusammengerollte, steinhart gewordene Fell durch lange Zeit hindurch einem Erweichungsprocesse zu unterziehen, um es auseinanderrollen und in eine Ebene bringen zu können.

Ich weiß nicht, wie weit die in anderen Museen liegenden Hautstücke ebenfalls so zusammengerollt sind. Bei dem Berliner Stücke war es der Fall. Aber trotz seiner steinartigen Härte und der bis über 1^{cm} steigenden Dicke gelang es doch, dasselbe ohne Schaden allmählich zu strecken. Nur der Haarbesatz scheint etwas loser geworden zu sein.

Allerdings ist auch dieses Berliner Fell, ebenso wie die anderen bisher in die Museen gebrachten, kein vollständiges, sondern nur ein Theil eines solchen. Aber seine Durchleuchtung giebt uns doch zum ersten Male für einen großen Theil des Felles ein vollständiges Bild des Knochenpanzers von *Grypotherium*.

Um die eigenartige Beschaffenheit und die zugleich auffallende Lage dieses Panzers besser hervortreten zu lassen, sei das Folgende vorausgeschickt.

Unter den Säugethieren findet sich bekanntlich ein aus knöchernen Tafeln bez. Körpern bestehender Hautpanzer nur ausnahmsweise: Einige lebende Odontoceten besitzen solche Ossicula.¹ Vor Allem aber kommt Derartiges in starker Ausbildung innerhalb der Edentata vor.

Bei der ausgestorbenen Unterordnung der *Glyptodontia* bildete sich, zweifellos in der äußeren Schicht der Cutis, ein aus polygonalen Knochenplatten bestehender Rückenpanzer, während der Bauch ungepanzert blieb. Diese Platten lagen bei jugendlichen Thieren frei neben einander, im

¹ *Neomeris phocaenoides*, *Phocaena spinipinnis* und *communis*, und *Globiocephalus macrorhynchus* (Kükenthal, Anatom. Anzeiger, Jahrg. 5, S. 237).

weiteren Wachstum verschmolzen sie aber zu einem festen, unbeweglichen Panzer. Der Schwanz war ringsum gepanzert.

Bei der verwandten, auch heute noch lebenden Unterordnung der *Dasypoda* besteht ebenfalls noch ein aus polygonalen Platten verschmolzener Rückenpanzer. Aber dieser zerfällt hier in ein Schulter- und ein Beckenschild, welche beide durch ein aus mehreren beweglichen Querringen bestehendes Mittelschild getrennt werden. Die Zahl dieser kann bei einzelnen Gattungen so anwachsen, daß der ganze Rumpfpanzer nur durch solche Querringe gebildet wird.

Diesem Typus der *Dasypodidae* steht eine einzige lebende Gattung ganz abweichend gegenüber, indem sie einen nur rudimentären, in seine Elemente aufgelösten Panzer besitzt. Es ist das die Gattung *Scleropleura*¹ von S. Antonio, Provinz Ceara in Brasilien, die leider auch nur in einem einzigen Exemplare bisher zu unserer Kenntniß gelangt ist; und auch von diesem kennen wir nur das, seiner Extremitäten zudem beraubte Fell, nichts weiter. Hier sind sowohl die Bauch- als auch die Rückenlinie ungepanzert; auf dem übrigen Körper aber ist der Panzer in der Weise rudimentär, wie das Fig. 11 zeigt.

Bei der ausgestorbenen Unterordnung der *Gravigrada*, die sonst panzerlos gewesen zu sein scheint, finden sich nun gewisse Gattungen, die ebenfalls einen an den der lebenden Gattung *Scleropleura* erinnernden Panzer besessen haben: *Myiodon*, *Coelodon*, *Pseudolestodon* und das hier in Rede stehende *Grypotherium*. Hier bestand die Panzerung ebenfalls nur aus zahlreichen, nicht verschmolzenen, zudem unregelmäßig geformten Knochenkörpern.

Nur von *Grypotherium* kennen wir, obgleich es ausgestorben ist und sogar diluvialen Alters sein soll, das Fell; nur von *Grypotherium* können wir daher mit Sicherheit sagen, in welcher Schicht der Cutis sich der Knochenpanzer bildete. Da zeigt sich ein sehr auffallender Unterschied:

Während nämlich bei den ausgestorbenen *Glyptodontia* und den fossilen wie den lebenden Vertretern der *Dasypodida*, einschließlic der bereits erwähnten lebenden Gattung *Scleropleura*, der Knochenpanzer in der äußeren Schicht der Cutis sich bildete und in Folge dessen, wohl bei allen oder

¹ *Scleropleura bruneti* (Milne Edwards, Sur une nouvelle espèce de Tatou à cuirasse incomplète Nouv. Arch. Mus. Paris. Vol. 7, 1871, S. 177, Taf. 12).

doch den meisten, von einer hornigen Epidermisbildung bedeckt ist und war, wurde bei der ausgestorbenen, hier in Rede stehenden Gravigradengattung *Grypothorium* der Knochenpanzer auffallenderweise in der mehr oder weniger unteren Schicht der Lederhaut gebildet.

Der Unterschied liegt auf der Hand: Jene, auch *Scleropleura*, waren bez. sind **äusserlich gepanzerte** Thiere; *Grypothorium* dagegen erschien als ein äusserlich ungepanzertes Wesen, das aber **innerlich gepanzert** war.

Damit ging nothwendig ein Zweites Hand in Hand:

Bei jenen Gattungen tragen und trugen die Knochenplatten einen hornigen, von der Epidermis gebildeten Überzug; bei *Grypothorium* aber fehlte dieser, da die Ossicula zu weit von der Oberfläche der Cutis entfernt in deren Tiefe ruhten.

Sant. Roth¹ sagt von dem ihm vorliegenden Stücke, daß die Ossicula in der Mitte der Dicke der Cutis lägen und nur da, wo diese abgerieben sei, an der inneren oder gar äusseren Oberfläche erschienen. Andere dagegen sprechen bei den von ihnen untersuchten Fellstücken nur von einer Lage in der unteren Schicht der Haut. Auch an dem Berliner Stücke liegen die Ossicula zum Theil völlig an der Basis der Cutis, jedoch ohne daß dies durch eine vorhergehende Abreibung der Letzteren hervorgerufen zu sein scheint; zum Theil liegen sie etwas höher als die Basis, aber doch keineswegs in der Mitte, sondern immer noch nahe der Basis. Ausnahmsweise kommt übrigens die Übereinanderlagerung zweier Ossicula vor, wie Smith Woodward² das abbildet. Jedenfalls bleibt der Panzer unter allen Umständen von der Oberfläche der Cutis entfernt, d. h. er ist durchaus ein innerlicher Panzer.

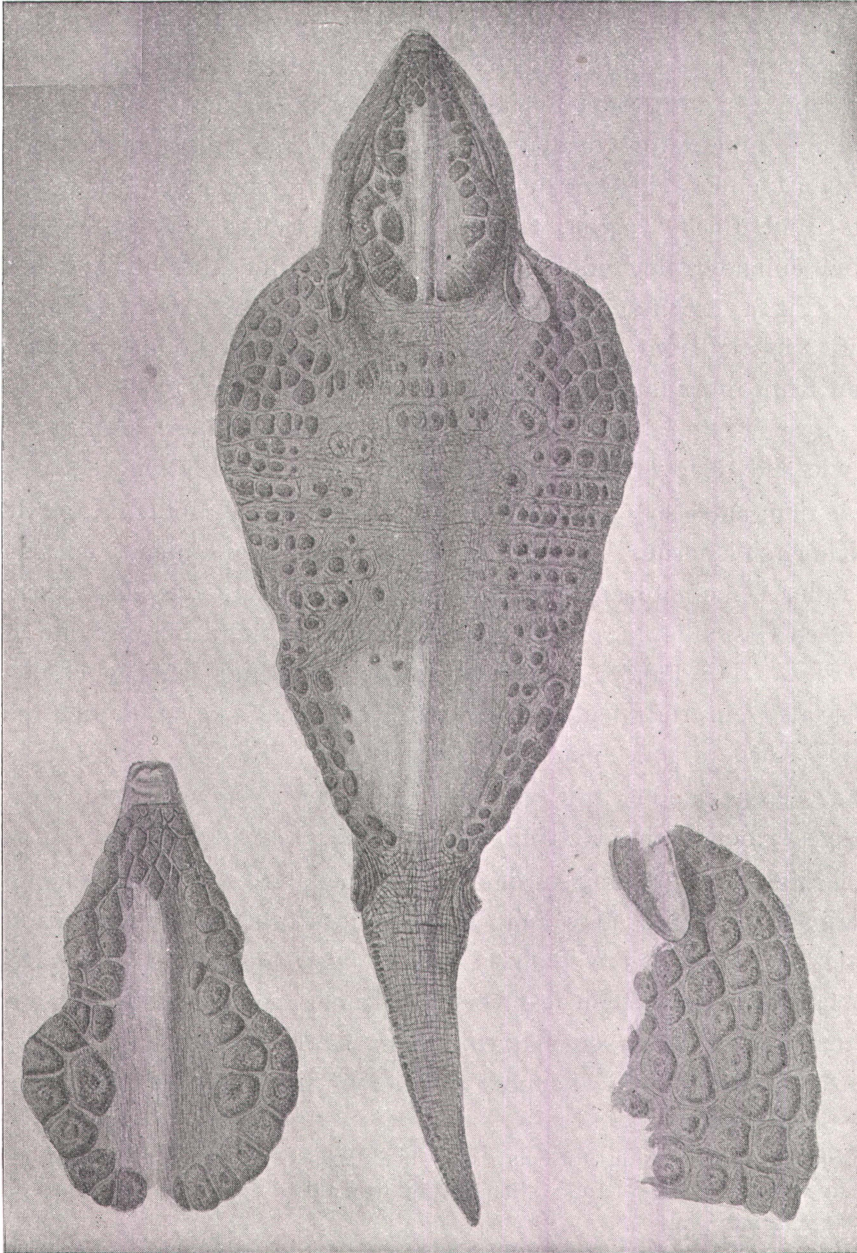
So sehr daher auch die beiden Photographien der Haut von *Scleropleura* (Fig. 11) und *Grypothorium* (Taf. I) zwei im Typus der Panzerung ganz ähnlich aussehende Thiere ergeben, so ist diese Ähnlichkeit doch eine nur künstliche, dadurch bedingt, daß die eine Photographie im gewöhnlichen, die andere im Röntgenlichte aufgenommen wurde.

Immerhin ist bei beiden Gattungen der Panzer doch ein mehr oder weniger rudimentärer; und in dieser Beziehung bildet die lebende Form, *Scleropleura*, ein Vergleichsobject für die fossile. Es ist daher wohl von

¹ Siehe Anm. 2 S. 52.

² Siehe Anm. 1 S. 46.

Fig. 11.



Sonnenlichtaufnahme: Fell von *Scleropleura*. (Copie.)

(Erklärung in der Anm. 1 S. 38.)

Interesse, den Panzer von *Scleropleura* hier wiederzugeben¹ und seine Beschaffenheit zu erörtern.

Wie Fig. 11 zeigt, fehlen bei *Scleropleura* die Ossicula, mit Ausnahme des Nackens, auf der ganzen breiten Mittellinie des Kopfes, Rückens und Beckens, sowie fast völlig auf der ganzen Schwanzhaut. Es ist also der Kopf nur umkränzt von einer, nach hinten sogar einfach, aber dafür größer werdenden Doppelreihe von Knochen. Der Nacken trägt in der Mittellinie drei Reihen kleiner, entfernt liegender, gerundeter Knochen. Die Schulter-, Flanken- und Beckenregion, also die beiden Seiten des Thieres, tragen näher bei einander liegende. Man könnte aus der Abbildung der rechten Schulter (Fig. 11 rechts) entnehmen, daß die Knochen sich an dieser Stelle berühren, vielleicht gar verschmolzen sind. Ähnliches könnte man auch von dem den Kopf umrandenden Plattenkranze denken (Fig. 11 links). Es wird jedoch diese Frage von Milne Edwards nicht näher berührt; ebenso wenig wie die der verschiedenen Gestaltung dieser Platten.

Wie dem auch sei, mindestens die überwiegende Mehrzahl der Platten, besser Knochen, berührt sich bei *Scleropleura* jedenfalls nicht, ist also nicht mit einander verschmolzen; wahrscheinlich jedoch gilt das ausnahmslos von allen diesen Ossiculis. Darin aber liegt ein Punkt der Übereinstimmung mit *Grypotherium*. Der Panzer dieser ausgestorbenen und jener noch lebenden Form ist also ein rudimentärer, dessen Knochenstücke an keiner einzigen Stelle des Körpers mit einander verwachsen.

Ganz dasselbe aber gilt von den mit *Grypotherium* verwandten, ebenfalls ausgestorbenen drei Gattungen *Mylodon*, *Coelodon*, *Pseudolestodon*.

Wie diese Erscheinung zu deuten ist, das wird natürlich verschiedener Auffassung fähig sein. Man kann sagen, diese fünf Gattungen hätten einen reducirten, rückgebildeten Panzer; womit also ausgesprochen wäre, daß ihre Vorfahren bereits einen fest verschmolzenen, mithin vollkommener ausgebildeten Panzer besessen hätten. Man kann aber ebenso auch sagen, der Panzer dieser fünf Gattungen sei noch auf einer primitiveren Stufe

¹ Nouvelles archives du Muséum d'hist. nat. Paris 1871, S. 177–179, Taf. 12; Fig. 1 ganze Haut von oben; Fig. 2, links, Schädelhaut von oben; Fig. 3, rechts, Haut über der rechten Scapula mit Ohr.

Die Rückenlinie trägt langes, dichtes Haar. Die Gesamtlänge des Felles mißt 43^{cm}5; davon nehmen der Kopf 8^{cm}8, der Schwanz 14^{cm}5 ein. Das Thier ist also sehr viel kleiner, als *Grypotherium* war.

der Ausbildung stehen geblieben; womit angenommen wäre, daß sie noch völlig ungepanzerte Vorfahren besessen hätten, also erst den Beginn der Panzerbildung verkörperten, aber ausstarben, ohne daß dieser Seitenzweig einen vollkommenen, festen Panzer erlangt hätte.

Mir will letzteres wahrscheinlicher dünken; denn von fest gepanzerten Vorfahren dieser Gattungen ist nichts bekannt.

Diese Frage steht in enger Beziehung zu der anderen Frage, wann zuerst ein Hautpanzer überhaupt bei Edentaten sich bildete und wie er beschaffen war, ob ähnlich wie bei *Grypotherium* und *Scleropleura*, aus isolirtem Ossiculis, was wohl wahrscheinlicher sein dürfte, oder ob gleich verschmolzen zu größeren Platten.

Das fossile Material zur Beantwortung dieser Frage birgt Americas Boden. Man möchte es speciell in der südlichen Hälfte des Continents suchen, denn die *Edentata* treten dort schon in Schichten auf, die, älter als die Santa Cruz-Ablagerungen, dem ältesten Tertiär oder gar der Kreide angehören.

Bemerkenswerth ist aber, daß auch in Nord-America durch Osborn¹ ein echter *Dasypodide* aus den mitteleocänen Bridgerbeds beschrieben worden ist. Auch hat Wortmann² gewisse, von Anderen den *Creodonta*, *Tillo-donta*, *Taenodonta* angereihte, fossile Gattungen alteocäner Schichten Nord-Americas als *Ganodonta* zusammengefaßt und als die Stammformen der *Edentata* hinzustellen gesucht. Die Frage, ob Süd- oder Nord-America die Vorfahren der *Edentata* birgt, ist somit strittig.³

Wie Scott in seiner oben citirten Arbeit besonders betont, standen in Süd-America zur Santa Cruz-Zeit die schwer gepanzerten Dasypodiden und Glyptodonten einander noch viel näher, als später in der Pampas-Zeit der Fall war.

¹ Osborn, Bulletin American Museum of Natural History, New York, Vol. XX, 1904, S. 163.

Vergl. auch Albert Gaudry, Étude sur une portion du Monde Antarctique. Annales de Paléontologie, Marc. Boule, Paris, Masson et Cie., T. I, 1906, S. 101–143.

Ferner: William B. Scott, Mammalia of the Santa Cruz Beds, Part I, *Edentata* (Patagonian Expeditions, Vol. V, Palaeontology), 1905, S. 361.

² The *Ganodonta*, Bull. American Museum of Natural History, 1897, Bd. IX.

³ Vergl. auch die Ausführungen, mit denen Weber, Die Säugethiere, Gustav Fischer, Jena 1904, dieser Gruppe (wie den anderen Gruppen) fossiler Säuger in erfreulichster Weise gerecht wird.

Unter den, auch später noch meist ungepanzerten Gravigraden der Santa Cruz-Zeit aber hat sich bisher keine Spur eines Panzers gefunden. Von den *Mylodontidae* dieser Zeit freilich könnte das unsicher sein, da ihre Reste überhaupt gering sind. Von den *Megalonychidae* und *Planopsidae* aber sind so gut erhaltene Skelete gefunden, dafs gar kein Zweifel darüber sein kann, dafs sie panzerlos waren. Die Bildung eines aus isolirten Ossiculis bestehenden Panzers bei einzelnen Gravigraden, *Mylodon*, *Pseudolestodon*, *Coelodon* und *Grypotherium* hat mithin, mit ziemlicher Sicherheit, erst später begonnen; und wenn wir nun weiter sehen, dafs keine dieser ausgestorbenen Formen später je in den Besitz eines festen Panzers gelangt ist, so folgt daraus wohl mit ziemlicher Sicherheit,

dafs der lose Panzer von *Grypotherium*, *Mylodon*, *Pseudolestodon*, *Coelodon* keine Reductionsbildung sein kann, sondern eine auf primitiver Stufe stehengebliebene primäre Bildung sein mufs.

Vielleicht ist die Erscheinung, dafs kein Gravigrade je einen zusammenhängenden Panzer erworben hat, dadurch bedingt gewesen, dafs hier die Ossicula in der unteren Schicht der Cutis sich bildeten, nicht, wie bei *Glyptodontia* und *Dasypodida*, in der oberen.

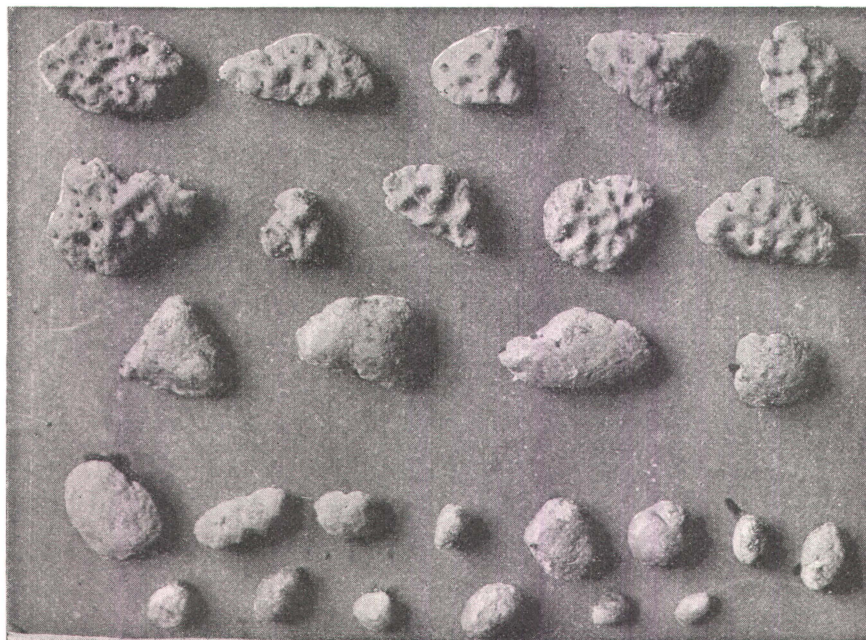
Nun giebt es aber unter den *Gravigrada*, wie schon gesagt, noch drei weitere fossile Gattungen, welche ebenfalls einen nur aus losen Knochenstücken bestehenden Cuticular-Panzer besäfsen: *Mylodon*, *Coelodon*¹, *Pseudolestodon* (nicht *Lestodon*, wie angeführt wird). Da von diesen drei Gattungen die Haut nicht erhalten ist, die losen Panzerstücke mithin zerstreut, auseinandergefallen unter den anderen Skelettheilen liegen, so ist es eine nicht mit Sicherheit zu entscheidende Frage, ob bei ihnen ein äufserer Knochenpanzer, wie bei *Scleropleura*, oder ein innerer, wie bei *Grypotherium*, vorhanden war.

Fl. Ameghino nimmt letzteres an, denn er sagt: *Coelodon* bietet die Eigenart dar, dafs in der Tiefe seiner Haut (una piel en cuyo espesor) eine beträchtliche Anzahl unregelmäfsig geformter Knöchelchen dicht an einander gedrängt liegt, wie das bei *Mylodon* und *Pseudolestodon* der Fall

¹ *Coelodon*, Dansk. Vidensk. Selsk. Afhandl., Bd. 8, 1841, S. 85 Anmerkung; *Mylodon*, Annales Mus. Publ., Buenos Aires, Bd. 1, 1864-69, S. 173, Taf. 5, Fig. 8.

ist.¹ Ebenso sagt er bei Gelegenheit der Besprechung von *Lestodon*²: Ein Unterschied von großer Bedeutung zwischen *Lestodon* und *Myiodon* besteht darin: Wenn man Reste von *Myiodon* findet, so unvollständig sie auch sein mögen, stets sind sie begleitet von zahlreichen, unregelmäßig

Fig. 12.



Die oberen 3 Reihen geben grubige Ossicula von *Grypotherium* wieder. Reihe 1 und 2 von oben, Reihe 3 von unten gesehen.

Die unteren 2 Reihen geben nichtgrubige Ossicula wieder.

(Alles natürliche GröÙe.)

gestalteten Knöchelchen, die eine Art rudimentären Panzers darstellen und in der Tiefe (en el espesor de la piel) der Haut ihre Entstehung nahmen. Die Reste von *Lestodon* dagegen sind nie von solchen Knöchelchen begleitet.

Dagegen heißt es wieder³ von *Pseudolestodon*, daß diese Gattung ganz dieselben Knochenpanzerstücke in der Cutis gehabt habe wie *Myiodon*.

¹ Actas Academia nacional de ciencias de la republica Argentina en Córdoba. Buenos Aires 1889. T. VI, S. 699.

² Ebenda S. 709.

³ Ebenda S. 745.

Demgegenüber schließt sich Smith Woodward der von Burmeister geäußerten Ansicht an, daß die Ossicula bei diesen drei fossilen Gattungen in der oberen Lage der Haut ausgeschieden waren, wodurch sich ein bemerkenswerther Unterschied gegenüber *Grypothorium* ergebe, bei dem sie in der Tiefe der Cutis lägen.

Das wäre nicht nur möglich, da wir ja in *Scleropleura* ein Beispiel dafür haben, sondern an und für sich sogar wahrscheinlicher, weil die Ausscheidung eines Knochenpanzers in den äußeren Lagen der Cutis als das Normale, Häufigere, in der tiefsten Schicht der Cutis dagegen als Seltenheit angesehen werden muß.

Trotzdem aber will mir als der Wahrheit am nächsten kommend die Annahme erscheinen, daß auch bei *Myiodon*, *Coelodon*, *Pseudolestodon* der aus losen Stücken gebildete Hautpanzer ganz ebenso in der unteren Schicht der Cutis gebildet worden ist wie bei *Grypothorium*. Diese losen Stücke bei *Myiodon* sind nämlich so ähnlich denen von *Grypothorium*, daß man sie mit einander verwechseln könnte, und ein Theil derselben ist auch bei *Myiodon* ganz ebenso grubig an seiner Oberfläche, wie das bei *Grypothorium* der Fall ist. Lönnberg, dann Smith Woodward haben zudem gezeigt, daß auch die histologischen Verhältnisse bei beiden fast die gleichen sind.¹

Der mikroskopische Befund dieser Knochenpanzerstücke von *Grypothorium* zeigt nämlich eigenartige Structur. Sie besitzen zwar die typischen Knochenkörperchen. Diese aber liegen, regellos angeordnet, in einer Knochenmasse, die nach allen Richtungen hin und aller Orten durchzogen ist von Bindegewebsfasern, die, zu Bündeln vereinigt, sich unter den verschiedensten Winkeln durchkreuzen und mit einander verwoben sind. Auch die Kanäle für die Blutgefäße sind abweichend, indem sie nicht, wie sonst die Havers'schen Kanäle, von concentrischen Lamellen umgeben sind; nur ganz ausnahmsweise findet das statt.

Ganz ebenso verhalten sich, wie Lönnberg zeigte, die Knochenpanzerstücke von *Myiodon*, wenn auch hier durch den Versteinerungsproceß,

¹ Die von Lönnberg (in O. Nordenskjöld, Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Expedition nach den Magellansländern. 1895—1897. Stockholm. Bd. II. Zoologie S. 149—170. Taf. 12—14) untersuchten Fellstücke des *Grypothorium* entstammten der Eberhardthöhle, gehörten also anderen Individuen an als die in der Ultima Sperenza-Höhle gefundenen.

den sie erlitten, das Bild dunkler erscheint und die Structur nicht mehr so scharf erkennbar ist. Nur darin zeigt sich ein Unterschied, daß die Knochenpanzerstücke bei *Myiodon* dunkelbraune Pigmentzellen enthalten. Wahrscheinlich haben letztere ursprünglich, wie jene Bindegewebsfasern, zu dem Bindegewebe der Cutis gehört und wurden dann, wie jene Fasern, bei fortschreitender Verknöcherung in den Knochen eingebettet.¹

Die Structur der Panzerschilder von *Dasypus* erwies sich demgegenüber recht abweichend. Pigmentzellen fehlen ganz. Bindegewebsfasern fehlen zwar nicht völlig, sind jedoch auf die Ecken und die Nähe der Oberfläche beschränkt, auch nicht so zu Bündeln vereinigt. Die Kanäle für die Blutgefäße sind zahlreicher, weiter und verzweigter, so daß die Structur der Panzerplatten schwammiger wird. Rings um die Haversschen Kanäle lassen sich deutlich concentrische Lamellen erkennen.

Die Panzerplatten von *Dasypus* zeigen also viel mehr die typische Structur des Knochengewebes; und dieser Unterschied kommt wohl daher, daß sie bei *Dasypus* näher mit dem Epithel verbunden sind, bei *Grypothorium* mehr mit dem subcutanen Bindegewebe.²

Das gleiche Verhalten aber bei *Myiodon* spricht doch entschieden für gleiche Herkunft aus den tieferen Schichten der Cutis.

Lönnberg bezeichnet das Auftreten dieser Bindegewebsfasern in den Ossiculis mit Recht als eine Abnormität. Als ein Unicum steht es indessen doch nicht da, denn es kommen bei Hausthieren³, als Sharpey'sche Fasern, auch an manchen Stellen in den Beinhautlamellen der Knochen solche Bindegewebszüge vor, die dort senkrecht zu diesen äußeren Grundlamellen des Knöchens stehen.

Auch die Haare von *Grypothorium* sind, wie Lönnberg darthat, eigenartig. Sie bilden solide Cylinder, in denen sehr kleine, luftgefüllte Poren liegen. Eine bestimmte Regel in der Anordnung der Haare konnte Lönnberg nicht erkennen; ich komme später darauf zurück.

¹ Noch einen weiteren Unterschied glaubte Lönnberg feststellen zu können, indem er bei *Grypothorium* nur rundliche, glatte Knochenpanzerstücke beobachtete, während *Myiodon* auch solche besitzt, die stark grubig sind. Dieser Unterschied ist indessen nicht stichhaltig, denn auch *Grypothorium* besitzt mindestens an einer Stelle seines Panzers ebensolche grubigen Panzerstücke.

² Freilich hielt Lönnberg es für möglich, daß sie bei *Myiodon* etwas weniger tief in der Cutis gelegen hätten, weil er die Grübchen der Ossicula irrthümlich für den Sitz von Haarpapillen ansah. Das ist indessen nicht der Fall, wie schon M. Edwards zeigte.

³ Franck, Anatomie der Hausthiere, Stuttgart 1871, S. 36.

Die Orientirung des Berliner Fellstückes.

Bei flüchtiger Betrachtung des Fellstückes, wie es eine im gewöhnlichen Lichte gemachte Photographie wiedergäbe, möchte man glauben, über die Orientirung desselben leicht in's Klare kommen zu können. Man glaubt das Fell des Kopfes mit den Ohren, der linken und rechten Vorderextremität und des Rückens vor sich zu sehen (Fig. 13).

Dafs aber eine solche Orientirung ganz unrichtig wäre, ergibt sich ohne Weiteres, sobald wir das Röntgenbild (Taf. I) in's Auge fassen.

Dieses Bild des Panzers ist kein einheitliches, zeigt vielmehr an den verschiedenen Stellen des Felles recht starke Unterschiede. So lassen sich vier verschiedene Regionen auseinanderhalten, welche die Orientirung des Felles ermöglichen:

1. Der mit a , a' , a'' bezeichneten ausgedehnten Region fehlt ein Panzer ganz oder fast ganz. Mit der Annäherung an diese Region wird der Panzer der angrenzenden Stellen lichter, so dafs kein unvermittelter Wechsel, sondern mehr ein allmählicher Übergang stattfindet. Im mittleren Theile, bei a , erstreckt sich die panzerfreie Region weiter nach links als bei a' und a'' .

Fragt man sich nun, wo am Körper eines gepanzerten Thieres eine solche panzerfreie oder panzerarme Region hingehört, so giebt es wohl nur eine, auch schon von Anderen betonte Möglichkeit: Nur der Bauch, die Achselhöhlen, die Innenseiten der Extremitäten und die Unterseite des Halses bez. Kopfes können in Frage kommen.

2. Die Knochenstücke des inneren Panzers zeigen sich am dichtesten geschaart an dem in der Photographie unteren Ende des Stückes, bei b . Hier berühren die einzelnen Knochenstücke beinahe einander; es fehlt wenig, dafs sie hier einen zusammenhängenden Panzer bilden, ähnlich wie ihn z. B. *Glyptodon* überall besitzt. Die Knochenstücke besitzen jedoch selbst hier zum Theil keine regelmässige Gestalt, wie das bei *Glyptodon* doch der Fall ist. Zum anderen Theil lassen sie jedoch hier bereits eine regelmässigeren, polygonalen Gestalt erkennen, ordnen sich auch an verschiedenen Stellen schon zu Rosetten an (vergl. Taf. II).

An dieser Stelle (b) sind ferner die Knochenstücke einmal gröfser als anderwärts und zweitens sind sie an ihrer Oberfläche grubig, ähnlich wie bei Krokodilen; auch *Myiodon* besitzt genau ebensolche grubigen, unregel-

mäßig gestalteten Panzerknochen; und bei *Glyptodon* zeigt sich ebenfalls eine grubige, jedoch mehr grubig-poröse Beschaffenheit des ganzen Panzers.

Diese grubige Beschaffenheit der Ossicula zeigt sich auch noch weiter aufwärts von *b*, bei *c* (Taf. III). Dagegen an anderen Stellen des Fellstückes läßt das Röntgenbild diese grubige Beschaffenheit der Knochenstücke nicht erkennen.

Wir finden mithin in diesem Fellstücke von *Grypotherium* eine Stelle, an welcher die Panzerstücke durch grubige Oberfläche, sehr enge Anordnung, zum Theil auch durch etwas bedeutendere Größe und polygonale Gestalt vor allen anderen Stellen ausgezeichnet sind. Eine solche Stelle aber muß, falls sie unpaarig gewesen sein sollte, in der Mittellinie des Körpers irgendwo sich finden, also entweder auf dem Kopfe oder auf der Schulter- oder der Sacralregion. Wenn sie aber paarig gewesen sein sollte, so dürfte sie am ehesten auf den beiden Schultern oder den beiden Hüften gelegen haben. Es läßt sich, da nur ein Theil des Felles vorliegt, an dem Berliner Stücke allein nicht entscheiden, ob diese Stelle paarig oder unpaarig war; und dasselbe gilt von der Region *c*.

Wenn man nun vielleicht meinen möchte, in Folge der engen Zusammenschaarung der Panzerstücke fehle hier nur wenig an der Bildung eines zusammenhängenden Panzerstückes, wie ihn *Glyptodon* in sehr viel größerer Ausdehnung trägt, so wäre das wohl ein Irrthum. Man muß bedenken, daß dieses Fell, ohne aufgespannt gewesen zu sein, eingetrocknet ist, daß es also sehr stark zusammenschrumpfte. Ob die Schrumpfung ein volles Drittel beträgt, wie Lönnberg bei dem ihm vorliegenden Stücke schätzt, muß dahingestellt bleiben.

Jedenfalls aber wird der Betrag der Schrumpfung des Felles ganz ansehnlich sein. Die sich fast berührenden Panzerstücke der Region *b* werden mithin bei Lebzeiten des Thieres nicht ganz so eng an einander im Felle gelegen haben; und die Panzerstücke der anderen Regionen werden noch weiter von einander entfernt gewesen sein, als sie heute erscheinen.

3. Geht man von der soeben besprochenen Stelle *b* in der Photographie nach aufwärts, so findet man ungefähr in der Mitte des linken Randes des Fellstückes eine Stelle, bei *c*, an welcher die Knochenstücke, umgekehrt wie bei *b*, am weitesten stehen und zugleich am kleinsten sind (Taf. IV).

Wenn jene Stelle bei *b* auf dem Becken oder der Schulter gelegen haben sollte, so würde diese Stelle bei *c* jedenfalls mehr nach der Mitte des Rumpfes hin liegen; aber nicht etwa auch in der Mittellinie desselben, denn diese Region *c* befindet sich der ganzen freien Ventralregion zu nahe. Man wird sie daher nur auf der Flanke des Thieres suchen dürfen.

An der mit *d* bezeichneten Stelle endlich läßt sich eine leise Anordnung der Ossicula in Reihen erkennen; und solche Reihen dürften wohl körperabwärts ziehen. Auch sind die Ossicula hier, und ebenso schon bei *c*, nicht mehr polygonal.

Sant. Roth und dann Smith Woodward beschreiben ein Fellstück des *Grypotherium*, welches geglättet etwa 1^m Länge und 93^{cm} Breite besitzt. Es soll nach Roth¹ der rechten Flanke und dem hinter-oberen Theile einer der Extremitäten, wahrscheinlich der vorderen, angehören. An gewissen Stellen dieses Fellstückes ist deutlich zu erkennen, daß die Ossicula mit ihrer längeren Achse übereinstimmend angeordnet sind, so daß sie ziemlich gerade, lange Reihen bilden, die parallel den Rippen verlaufen sollen. Besonders ist das der Fall auf der Mitte der Flanke. Das erinnert an diese mit *d* bezeichnete Stelle.

Aus obigen Darlegungen ergibt sich nun das Folgende:

An einem mit Panzer versehenen Thiere muß eine ausgedehnte panzerfreie Stelle zunächst wohl der Ventralseite zugeschrieben werden. Freilich kann auch die Dorsalseite ungepanzert sein, das wird durch *Scleropleura* bewiesen; in diesem Falle aber müssen dann zwei ungepanzerte Regionen vorhanden sein, und davon bemerkt man hier nichts.

Wäre bei *Grypotherium* die panzerlose Region *a*, *a'*, *a''* als dorsale zu deuten, dann müßte ganz sicher um so mehr noch eine panzerlose ventrale Region vorhanden sein, und an der linken Seite der Abbildung gedacht werden. Alles Gepanzerte würde dann nur der Flanke des Thieres angehören, und dieser Panzer müßte wohl auch gegen die ventrale panzerlose Region, also nach links hin, ebenso loser werden, wie er es nach rechts hin gegen die panzerlose, dann vermeintlich dorsale Seite der Photographie wird. Davon aber ist keinerlei Andeutung zu merken; die Pan-

¹ Moreno and Smith Woodward in Proceedings of the general meetings, zoological soc. of London for the year 1899, S. 144. Smith Woodward, ebenda for the year 1900, S. 64. ROTH, s. S. 52 Anm. 2.

zerung endet links jäh in ganz derselben Dichte, welche sie weiter nach rechts besitzt.

Es ist daher wohl sicher, dafs die mit a , a' , a'' bezeichnete Region bei *Grypothorium* die ventrale ist und dafs die dorsale nicht panzerfrei, wie bei *Scleropleura*, sondern gepanzert war.

Aber welchem Theile der ventralen Region gehört nun die Stelle a an? Drei Möglichkeiten sind denkbar:

1. Entweder a stellt den Übergang der Seite des Thieres zur Bauchseite dar; a' und a'' aber den Beginn der vorderen und hinteren Extremität. Das ist unwahrscheinlich, weil die Entfernung zwischen a' und a'' , also die Länge von a , zu gering erscheint für ein Thier von der Gröfse (s. S. 49) des *Grypothorium*.

Oder die Längslinie des Thieres läuft schräg von links nach rechts quer über die Photographie, d. h. in der Gegend von a lag entweder das Kopf- oder das Schwanzende:

2. Lag bei a das Kopfende des Thieres, dann würde a die ventrale Seite dieses Endes, also den Hals darstellen.

3. Lag bei a das Schwanzende, dann würde a etwa das Hintertheil des Thieres bilden; a' und a'' aber den Beginn der beiden Hinterbeine.

Träfe diese dritte Annahme das Richtige, dann würde man erwarten, dafs einmal der After, zweitens der Schwanz hier sichtbar wären. Das ist aber nicht der Fall. Es müfste daher eine sehr tiefe Lage von After und Schwanzansatz angenommen werden müssen; und das ist nicht gerade sehr wahrscheinlich.

Träfe die zweite Annahme das Richtige, so würde eine ähnliche Schwierigkeit nicht vorhanden sein; a' und a'' würden den Ansatz der Vorderbeine bilden. Aber auch dies ist, wie gleich gezeigt werden wird, nicht die richtige Lösung.

Man sieht, es ist schwer, eine richtige Entscheidung allein auf Grund der Vertheilung der Ossicula zu treffen, so lange nur ein solches Theilstück der Haut zur Verfügung steht.

Die Richtung der Haare hilft indessen, wenn auch nicht zu völlig sicherer, Entscheidung. Diese Richtung geht im Grofsen und Ganzen bei den Thieren — einzelne Stellen weichen ja davon ab — an den Extremitäten abwärts und am Rumpfe von vorn nach hinten, bez. etwas vom

Rücken dem Bauche zu gerichtet. Dies müssen wir als das Normale betrachten.¹

Vergleichen wir damit die Richtung der Haare an dem *Grypotherium*-Fell (Fig. 13), so zeigt sich bei *a''* eine wirbelartige Anordnung der Haare,

Fig. 13.



Oberseite des *Grypotherium*-Felles. $\frac{1}{12}$ natürlicher Gröfse.

Die Pfeile geben die Richtung des Haarwuchses an.

Die gerade Linie giebt den ungefähren Verlauf der Rückenlinie an.

die von der Richtung derselben an anderen Stellen abweicht. Man möchte daher bei *a''* die Weiche des Thieres, vor dem Ansätze der Hinterextremität suchen. Dann wäre die panzerfreie Stelle davor, *a*,

¹ Hr. Prof. Matschie war so freundlich, mir den Vergleich mit der Haarrichtung auf dem Fell von *Orycteropus* zu ermöglichen und darauf aufmerksam zu machen, daß diejenigen Faulthiere, die mit dem Rücken nach unten hängend klettern, eine Haarrichtung haben, die umgekehrt wie bei andern Thieren ist: An den Extremitäten nach aufwärts (der Schulter zu) und ebenso vom Bauche aus nach aufwärts (dem Rücken zu), was sich wohl als Wirkung der Schwere erklärt.

der Übergang zwischen Flanke und Bauch in der Weiche; die eigentliche Bauchseite aber würde abgeschnitten, an diesem Fellstücke nicht mehr vorhanden sein. Die Vorderextremität läge dann noch vor *a'*.

Die Region *b* würde die sacrale Gegend darstellen, wobei unentschieden bleiben muß, ob *b* paarig oder unpaarig, ob es also auf einer Hüfte oder auf dem Sacrum gelegen wäre.

Die Mittellinie des Thieres auf dem Rücken würde mithin auf Tafel I von *b* beginnend schräg nach links oben verlaufen, oder auf der Textfigur 13, welche das Fell von der Außenseite her wiedergibt, in umgekehrter Richtung, wie sie der lange Strich andeutet, während die kleinen Striche die Richtung der Haare angeben.

Ob das richtig ist, kann nur aus der Röntgenaufnahme der Fellstücke anderer Museen hervorgehen, die hoffentlich bald erfolgen wird. Namentlich das British Museum dürfte die Entscheidung bringen können, da dieses ein ebenso großes Stück, wenn ich recht berichtet bin, desselben Felles besitzt.

Anders würde jene Deutung lauten, wenn *Grypotherium* eines jener Faulthiere gewesen wäre, die mit dem Rücken nach unten hängend klettern. Eine solche Annahme aber ist so kühn, daß man sie kaum machen darf (s. Anmerkung S. 48).

Die Größe des *Grypotherium*. Aus der Größe des Fellstückes läßt sich ein ungefährer Schluß auf die Größe dieses eigenthümlichen Hausthieres des ehemaligen Menschen machen. Man kennt mehrere Stücke von ziemlich ansehnlicher Länge. Es hatte

	Länge	Breite	Dicke
das von S. Roth beschriebene	1 ^m .00	0 ^m .93	5—14 ^{mm}
das Berliner Exemplar	1 ^m .40	1 ^m .20	10—12 ^{mm}
das größte, welches O. Nordenskjöld sah	1 ^m .50.		

Hierzu ist jedoch Mehreres zu bemerken.

Einmal, daß das alles nur Theilstücke des ganzen Felles sind, da der ehemalige Mensch diese Felle stets in mehr oder weniger große Stücke geschnitten zu haben scheint. Nun kennt man aber nur von dem Berliner Exemplare die Orientirung desselben genau und weiß, daß die Länge von 1^m.40, freilich nur sehr ungefähr, parallel der Längsachse des Thieres gemessen ist; denn bisher ist wohl nur das Berliner Exemplar durch

Erweichung aus seiner zusammengerollten Beschaffenheit befreit, geebnet und damit der Untersuchung durch Röntgenstrahlen zugänglich gemacht worden, durch welche letztere ja erst die Orientirung möglich wurde. Es läßt sich daher nicht sicher sagen, ob die Länge von 1^m.50 des dritten Stückes ebenfalls ungefähr parallel der Längsachse oder mehr querüber verläuft. Auch sind die Mafsangaben bei jenen anderen (zusammengerollten?) Fellstücken natürlich nicht so genaue.

Es ergibt sich daher, dafs jener Länge von 1^m.40 mindestens noch die Länge der Kopf- und Schwanzregion, vielleicht auch noch mehr hinzuzusetzen ist.

Dazu kommt ein Zweites: Alle diese Felle des *Grypothorium* sind offenbar sehr stark zusammengeschrumpft. Allein schon deswegen, weil sie lange Zeit — falls sie wirklich diluvial sind, sogar Jahrtausende lang — in der Höhle lagen, wobei wohl selbst ein ursprünglich gestreckt gewesenes Fell wieder zusammenschrumpfen mußte. Es ist aber auch ganz unwahrscheinlich, dafs der damalige Mensch diese Felle nach dem Abhäuten aufgespannt und so vor dem Schrumpfen bewahrt haben sollte. Als Kleidung nämlich kann er das Fell des *Grypothorium* unmöglich benutzt haben, da es wegen des ihm eingelagerten Panzers viel zu starr ist. Er konnte es daher nur zu anderen Zwecken benutzen, bei denen ein Schrumpfen gleichgültig, vielleicht gerade erwünscht sein mußte, weil es dadurch noch mehr Festigkeit erhielt, als ihm ohnedies bereits innewohnte. Also etwa als Schild, wofür jedoch in der Gestalt, wenigstens des Berliner Fellstückes, gar kein Anhalt vorliegt. Oder, wie man gesagt hat, als »Scheuerlappen«, wobei man natürlich nicht einen Drang nach Reinlichkeit bei den Gebrauchern derselben annehmen darf, sondern nur die Absicht, mittels des sehr harten Felles irgend welche anderen Gegenstände abzureiben. Es deutet nämlich die abgeriebene Beschaffenheit des Panzers gewisser kleiner Fellstücke entschieden darauf hin, dafs letztere zu solchem Zwecke in der That benutzt worden sind.

Zieht man also in Betracht, dafs die 1^m.40 bis 1^m.50 langen Fellstücke des *Grypothorium* erstens nicht die ganze Länge des Thieres repräsentiren, zweitens auch noch um einen ansehnlichen Betrag zusammengeschrumpft sind, so wird man vielleicht nicht fehlgehen, wenn man die volle Länge des Thieres auf etwa 2^m schätzt. Immerhin muß man in Betracht ziehen, dafs die

Länge eines Felles vom After bis zur Schnauzenspitze größer ist als die des Thieres.

Lönnberg kommt auch auf eine Länge von 2^m, indem er den Schrumpfungsverlust auf etwa ein Drittel annimmt. Wenn dieser Autor jedoch die Größe eines Rhinoceros für *Grypothierium* in Anspruch nimmt, so ist das vielleicht doch etwas viel gesagt. Für ein als Hausthier, oder auch vielleicht als heiliges Thier in einer Höhle gehaltenes Wesen, wäre eine solche Größe auch vielleicht unbequem.

Das geologische Alter. Lönnberg schöpft aus dieser bedeutenden Größe des Thieres den Beweis dafür, daß *Grypothierium* ausgestorben sein müsse; denn ein so großes Thier könne, selbst bei nächtlicher Lebensweise, den scharfen Blicken der Eingeborenen nicht entgangen sein, wenn es noch lebte. Daß es aber sogar ein hohes geologisches Alter haben müsse, schließt Lönnberg weiter daraus, daß unter den Eingeborenen auch keinerlei Überlieferung seines früheren Daseins bestehe.

Im Allgemeinen hat ein derartiger Schluß etwas Überzeugendes. Aber gerade die Geschichte von *Scleropleura* mahnt doch zur Vorsicht solcher Schlußfolgerung gegenüber. Daß *Scleropleura* (S. 35) ein recentes Thier ist, allerdings von weit geringerer Größe als *Grypothierium*, ist nicht anzuzweifeln. Trotzdem kennt man bisher nur ein einziges Exemplar dieses Thieres, obgleich doch seit seinem Auffinden schon drei Jahrzehnte vergangen sind. Aber auch heute noch würde man überhaupt keine verbürgte Kunde desselben besitzen, wenn nicht der, welcher das Thier eines Tages in Brasilien beobachtete, sich in seiner Ehre gekränkt gefühlt hätte, weil man ihm nicht glauben wollte, als er von diesem, Jedermann unbekanntem Wesen erzählte. Nur dadurch ward er veranlaßt, an derselben Stelle dem Thiere Tage lang aufzulauern, bis er es dann wieder sah, schoß und nun leider nur das Fell zum Beweise der Wahrheit mitbrachte.

Man sieht daraus, daß jene Schlußfolgerung Lönnberg's mit einer gewissen Vorsicht gebraucht werden muß, wengleich sie um so sicherer wird, je größer das betreffende Thier ist.

Eine Rolle spielt hierbei aber nicht nur die Größe des Thieres, sondern doch auch die Frage, ob eine Thierart noch stark verbreitet, oder so nahe dem Aussterben ist, daß nur noch ganz vereinzelte Exemplare leben. Während man im ersteren Falle erwarten kann, daß sie den Ein-

geborenen bekannt sein wird, ist im letzteren Falle weit eher die Möglichkeit gegeben, daß sie sich dieser Bekanntschaft bisher entzogen haben kann. Bei *Scleropleura* scheint letzteres der Fall zu sein.

Die Mehrzahl der mit *Grypothorium* zusammen gefundenen anderen Säuger gehört ausgestorbenen Formen der Pampasformation an: *Onohippidium*, *Megamys*, *Arctotherium*, *Macrauchenia*, *Felis* sp. Mit diesen zusammen wurde *Grypothorium* in den mittleren und unteren Schichten der beiden Höhlen¹ gefunden, während in den oberen Reste noch lebender Arten liegen. Smith Woodward schließt sich in Folge dessen der von Moreno und seinen Collegen, wie auch von O. Nordenskjöld vertretenen Ansicht an, daß *Grypothorium* diluvialen Alters und von prähistorischen Menschen in der Höhle gefangen und gefüttert worden sei, um dann zur Nahrung zu dienen; was aus der Beschaffenheit der ersichtlich abgeschnitten gewesenen Pflanzenreste in der Höhle und der Excremente, der Dicke der Mistschicht, den Schlagspuren auf den Knochen und dem Vorhandensein eines die Höhle abschließenden Steinwalles gefolgert wird. Lehmann-Nitsche, Ameghino u. A. meinen freilich, daß das Alter des *Grypothorium* ein nur geringes sei, da die diluvialen Thiere der Pampasformation sehr wohl erst in der historischen Zeit ausgestorben sein könnten.² In der That seien in der Provinz Buenos Aires im Humus recht jung aussehende Knochen von *Panochthus* und *Mylodon*, zusammen mit neolithischen Steingeräthen, gefunden, und auch die Indianer erzählten noch von diesen Riesenthieren.³

Daß der Mensch Zeitgenosse des Thieres war, ist zweifellos. Neuerdings betont auch Th. Studer⁴, daß aus den ihm vorliegenden Stücken unwiderleglich hervorgehe, daß der Mensch das Thier zerlegt und sein Fleisch im Feuer gebraten habe.⁵

¹ Ultima speranza und Eberhard-Höhle.

² R. Hauthal, S. Roth, Lehmann-Nitsche, Revista, Mus. La Plata, Vol. 9, 1899, S. 409—474, Fig. 1—5.

³ E. Nordenskjöld, Compt. Rend. Vol. 129, 1899, S. 1217. F. Ameghino, Contribution al Conocimiento ... 1889, S. 738, Taf. 44, Fig. 8. Die Litteratur über die Höhle ist von Lehmann-Nitsche zusammengestellt.

⁴ Über neue Funde von *Grypothorium Listai* Amegh., Neue Denkschr. der allgem. schweizer. Ges. f. d. ges. Naturw., Bd. 40, Abh. I. Basel 1905.

⁵ Zwei Schädel sind nach Entfernung des Gesichtstheiles in der Mitte aufgespalten; am Femur ist die Innenkante der Länge nach abgeschlagen, die Bruchlinie scharf und glatt, wie mit dem Beil gehauen; ein Hautstück ist haarlos und angebrannt, an den Rändern verkohlt.

So stehen sich bezüglich des Alters von *Grypothorium* immer noch zwei recht gegensätzliche Ansichten gegenüber, und von hier aus ist eine Entscheidung nicht möglich, ob das Thier echt fossil oder nur subfossil zu nennen ist.

Art. Die Zahl der von *Grypothorium* aufgestellten Arten beläuft sich auf nicht weniger als vier.

Gr. Darwini Owen, wohl die bestcharakterisirte Art, wurde zuerst von Darwin in der Pampasformation bei Punta Alta nahe Bahia Blanca gefunden.

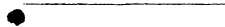
Gr. domesticum Sant. Roth aus der Höhle bei Ultima Speranza bei Puerto Consuelo, Patagonien, von *Gr. Darwini*, nach Roth selbst wesentlich nur durch die Größe unterschieden, ist gleich *Listai* Fl. Amegh. Da es sich wahrscheinlich um ein gezähmtes Thier handelt, so bildet *Gr. domesticum* vielleicht nur eine Rasse des *Gr. Darwini*.

Gr. Bonaerense Fl. Ameghino sp., sicher von *Gr. Darwini* spezifisch unterschieden; doch nur aus einem Unterkiefer bekannt.

Gr. Zeballosi Fl. Amegh. sp., nach Roth von fraglicher Selbständigkeit, da es von *Gr. Darwini* nur durch geringwerthige Merkmale gescheiden ist.

Das hier mit Röntgenstrahlen untersuchte Fell dürfte folglich als *Grypothorium Darwini* Owen, bez. als die als Varietät oder Rasse desselben benannte Form *Gr. domesticum* Sant. Roth zu bezeichnen sein.

In hohem Grade wünschenswerth wäre es, wenn alle in den verschiedenen Museen befindlichen Fellstücke in gleicher Weise wie das Berliner Stück, soweit sie zusammengerollt, langsam erweicht und geglättet und dann mittels Röntgenstrahlen aufgenommen würden, damit Panzer, Größe und Richtung der Haare dieses merkwürdigen Thieres völlig klargelegt werden könnten.



Erklärung der Abbildungen.

Aufnahmen mit Röntgenstrahlen.

- Fig. 1 a. Kalkstein.
 * 1 b. Kalkstein mit eingeschlossenen Fossilien.
 * 2. Sand mit eingeschlossenen Fossilien.
 * 3. Thon mit eingeschlossenen Fossilien.
 * 4. Schieferthon mit eingeschlossenen Fossilien.
 * 5. Vulcanische Asche mit eingeschlossenen Fossilien.
 * 6. Vulcanischer Tuff mit eingeschlossenen Fossilien.
 * 7. Lebende *Maetra* bei geschlossenen Schalen.
 * 8. Lebende *Maetra* bei geschlossenen Schalen, mit Sand gefüllt.
 * 9. Subfossile *Mellita*, von oben durch die Corona hindurch photographirt.
 * 10. Frosch im Bernstein, natürliche Gröfse.

Sonnenlichtaufnahmen.

- Fig. 11. *Scleropleura bruneti*. Copie.
 * 12. Isolirte Ossicula von *Grypothorium*. Natürliche Gröfse.
 * 13. Umrifs des Berliner Fellstückes von aussen; die Pfeile geben die Richtung des Haarwuchses an. $\frac{1}{12}$ natürlicher Gröfse.

Aufnahmen mit Röntgenstrahlen.

- Taf. I. Das Berliner Fellstück von *Grypothorium*, von der Aussenseite her. Stark verkleinert.
 * II. Region *b* der Taf. I. Natürliche Gröfse.
 * III. Region *c* der Taf. I. Natürliche Gröfse.
 * IV. Region *d* der Taf. I. Natürliche Gröfse.
-

Inhalt.

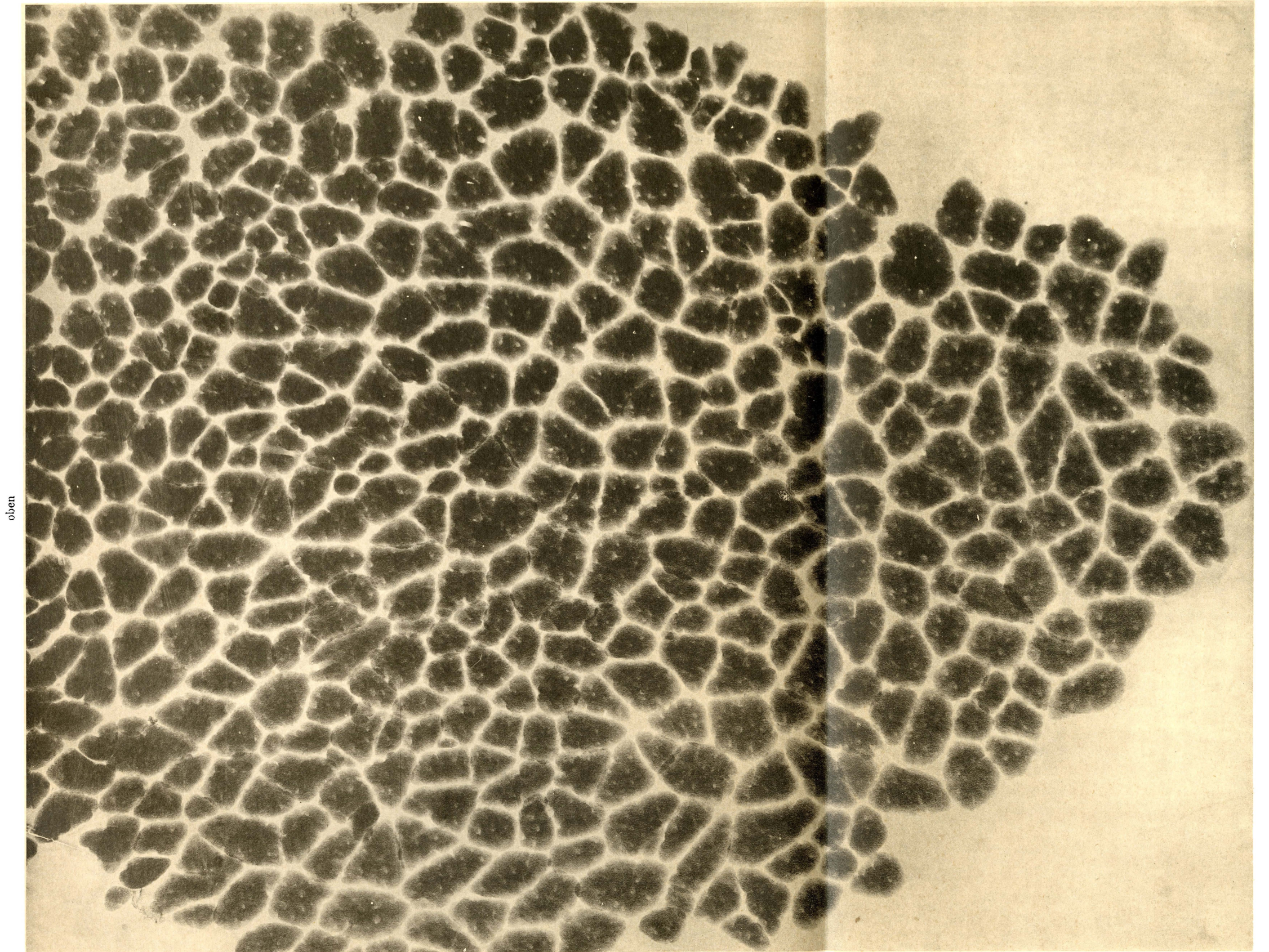
	Seite
Einleitung	3
Abschnitt I. Untersuchung der verschiedenen Arten von Sedimentgesteinen auf ihre Durchlässigkeit gegenüber den Röntgenstrahlen, und verschiedener Arten von Versteinierungen auf die Möglichkeit, innere Organisationsverhältnisse durch diese Strahlen zu erkennen	7—21
1. Kalksteine	8
2. Quarzgesteine	10
3. Thongesteine	10
a) Thon.	
b) Schieferthon.	
4. Bituminöser Schiefer	12
5. Vulcanischer Tuff	12
a) Lose Asche.	
b) Festerer Tuff.	
6. Erkennbarkeit von Bernstein-Inclusen	13
7. Verschiedene Natur des Versteinerungsmittels	14
8. Erkennbarkeit gewisser Organisationsverhältnisse im Innern von Versteinierungen	15—19
a) Skelet der Spongien	15
b) Füße der Trilobiten	15
c) Schlofs, Ligamentlöffel, Muskelstützen bei geschlossenen Schalen der Bivalven	16
d) Armgerüste und Septa der Brachiopoden bei geschlossenen Schalen	17
e) Innere Pfeiler u. s. w. bei <i>Echinoidea</i>	18
f) Tabulae u. s. w. der Korallen	18
9. Bericht des Hrn. Dr. Stremme über seine bei den Aufnahmen paläontologischer Objecte gemachten Erfahrungen	19—21
Abschnitt II. Durch Röntgenstrahlen ermöglichter Nachweis von Fälschungen bei im Bernstein eingeschlossenen Wirbelthieren, zunächst bei einem Frosche	21—33
Abschnitt III. Feststellung der Beschaffenheit des inneren Hautpanzers bei <i>Grypothorium</i> durch Röntgenstrahlen	33—53
Erweichung des harten Felles S. 34. Rudimentärer Panzer bei <i>Scleropleura</i> und <i>Grypothorium</i> , Unterschied beider S. 36. Keine Reductionsbildung S. 38. <i>Myiodon</i> , <i>Coelodon</i> , <i>Pseudolestodon</i> S. 40. Mikroskopische Eigenart der Ossicula S. 42.	
Orientirung des Berliner Fellstückes S. 44. Anordnung, verschiedene Dichte und verschiedene Gestalt der Ossicula S. 44. Richtung der Haare hilft die richtige Orientirung finden S. 47.	
Größe des <i>Grypothorium</i> S. 49.	
Das geologische Alter S. 51.	
Artbestimmung S. 53.	



Röntgenaufnahme des Gryotheriumfelles.

Die Oberseite lag auf der photographischen Platte.

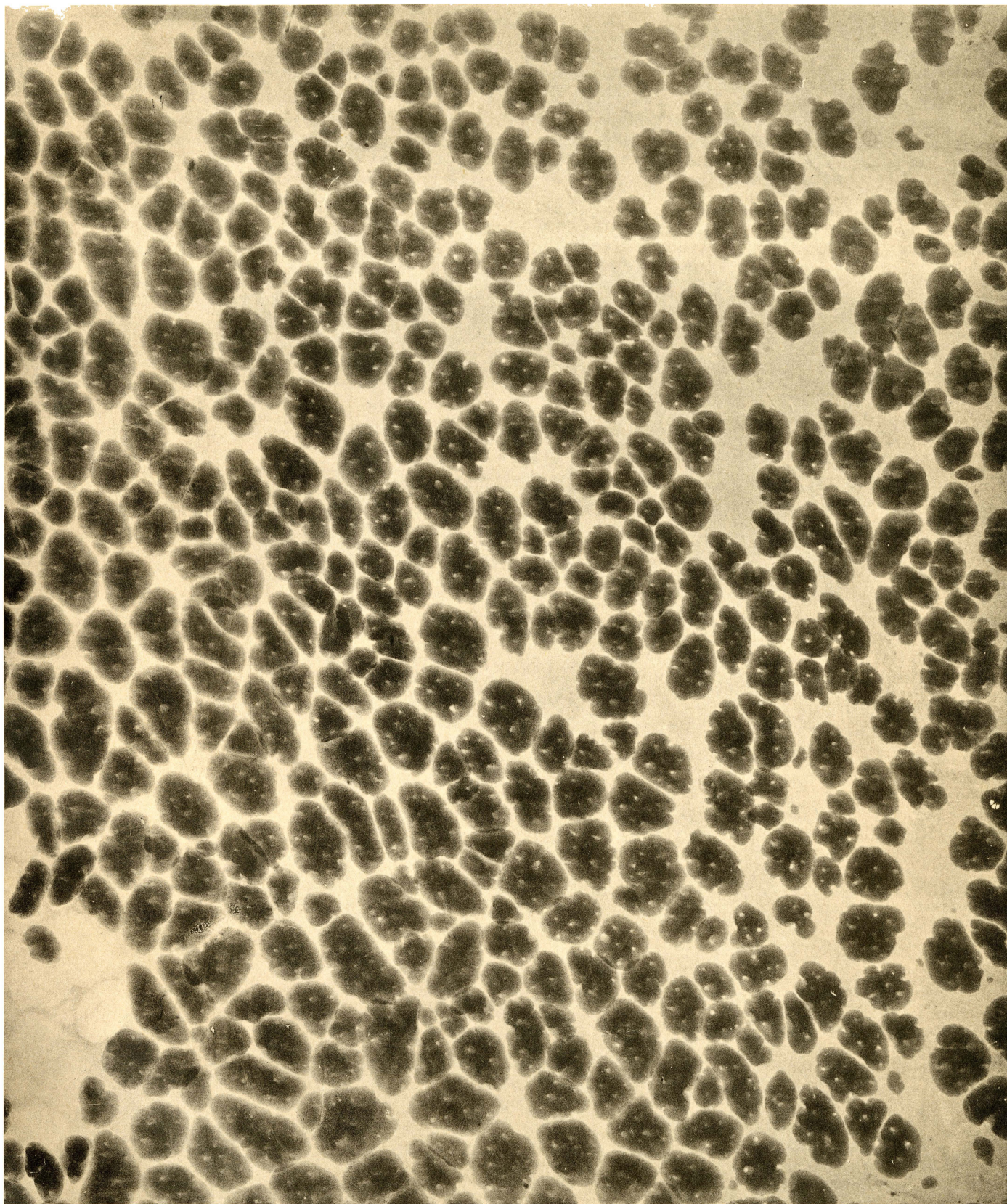
$\frac{1}{6}$ natürlicher Gröfse.



Branco: Die Anwendung der Röntgenstrahlen in der Paläontologie. Taf. II.

Diese Tafel entspricht der Region b der Tafel I.

oben



unten

Branco: Die Anwendung der Röntgenstrahlen in der Paläontologie. Taf. III.

Diese Tafel entspricht der Region b^1 der Tafel I.