

Geognostische Jahreshefte.

Dritter Jahrgang.

1890.

Bücherei des
Handelsministeriums

X 9 11

Herausgegeben

im Auftrage des Königl. Bayerischen Staatsministeriums des Innern
von
der geognostischen Abtheilung des Kgl. Bayer. Oberbergamtes
in München.

Cassel. *Z. M.*

Verlag von Theodor Fischer.

1890.

Bayer. Geolog. Landesamt	
Bücherei	
Inv. No.	<i>2138</i>
.....	<i>8611</i>
<i>15</i>	Jahr.

ADALBERT MARXER
BUCHBINDEREI
MÜNCHEN

Bücherverzeichnis

Nr. FZ-1a-3/2

Bayer. Geolog. Landesamt
Bücherei

Inv.No. 1a

2. Exempl. Jahr

Inhalts-Uebersicht.

	Seite
Reis, Otto M., Dr. Zur Kenntniss des Skelets der <i>Acanthodinen</i> . . .	1—43
Einleitung	1—2
Kiefer- und Gaumenskelet von <i>Acanthodes Bronni</i> Ag.	3—7
Mikroskopisches Verhalten der Kiefergaumenskelettheile	7—11
Primordiale Schädelkapsel	11—12
Dermale Schädelbedeckung	13—16
Mikroskopische Struktur der Schuppen und Orbitalplatten	16—17
Das Kiemenbogenskelet	17—19
Der Zungenbeinbogen	19—23
Bezahnung der <i>Acanthodinen</i>	23—24
Skelet der paarigen und unpaarigen Flossen	24—27
Der Schultergürtel	27—32
Beckengürtel und Schwanzflosse	32—34
Vergleichende Betrachtungen über das Skelet der <i>Acanthodinen</i>	34—41
Uebersicht über das Skelet von <i>Acanthodes Bronni</i> Ag.	41—43
Korscheit, F., Ingenieur. Die Haushamer Mulde östlich der Leitzach bei Miesbach	44—64
Einleitung	44—48
Meeresmolasse	48—49
Uebergangszone	49—50
Leitzachprofil	50—51
Auerbergprofil	51—53
Cyrenenschichten	53—64
Fraas, Eberhard, Dr. Das Wendelstein-Gebiet	65—99
Einleitung	65—66
Begrenzung des Gebietes	66—70
Flyszone oder das nördliche Randgebiet mit dem Schwarzenberg, Eck-, Farrenpoint- und Sulzberg	70—72
Das nördliche Gebiet des Hauptdolomits (Eibelkopf und Ramboldplatte)	72—75
Die centrale Mulde mit den beiden Hauptketten	75—81
Das südliche Gebiet des Hauptdolomits	81—83
Geologisch-paläontologischer Theil	83—99
1. Muschelkalk	83—88
2. Partnach- oder St. Cassianerschichten	88—92
3. u. 4. Wettersteinkalk und Raibler Schichten	92—93
5. Hauptdolomit	93—94
6. Rhätische Schichten	94—95
7. Jura	95—98
8. u. 9. Flysch und Diluvium	98—99
10. Alluvium	99

Zur Kenntniss des Skelets der Acanthodinen.

Von

Dr. Otto M. Reis.

Die in der Sammlung des Kgl. Oberbergamtes in München befindlichen Reste der Gattung *Acanthodes* beschränken sich auf Vorkommen aus den pfälzisch-saarbrückischen Perm-Ablagerungen.

Von Vorkommen aus der bayerischen Rheinpfalz sind zuvörderst mehrere Exemplare eines von Herrn Oberbergdirektor v. G u e m b e l bei Jacobsweiler östlich vom Donnersberg, oberhalb des Grenzmelaphyrs gesammelten *Acanthodes* cf. *gracilis* zu erwähnen, die öfters mit Resten der Muskulatur erhalten sind (vgl. Kner. Litteraturverz. No. 12 Taf. VII und Reis, Palaeontogr. Bd. XXXV. S. 36). Mit ihnen kommen noch andere Fischreste vor, so ein wahrscheinlich mit *Radamac macrocephalus* Münt. (vgl. unsere Bemerkungen gelegentlich der Besprechung des Schultergürtels der Acanthodinen) identischer Rest eines Selachierkopfes mit Schultergürtel und Flossenradien. Ein weiteres rheinpfälzisches Material (verzelte Stachelreste), das sich zur Anfertigung von Dünnschliffen eignet, stammt von Odenbach (Ludwiggrube — Kalkkohlenflötz der oberen Cuseler Schichten — Ueberkohlengebirge), von Herrn Bergamtsassessor Dr. v. Ammon gesammelt.

Das Exemplar (*Acanthodes Bronni*), das mir den Anstoss zu den vorliegenden Untersuchungen gegeben hat, stammt von Lebach und ist aus den zwei Hälften einer Geode in der Skizze Fig. III zusammengesetzt und restaurirt dargestellt. Hier sind die einzelnen Skelettheile zerstreut und es wäre mir nicht möglich gewesen, ihre relative Lage genau zu bestimmen, wenn mir nicht Herr Dr. Felix in Leipzig noch mehrere Lebacher Geoden mit *Ac. Bronni* Ag. aus seiner Sammlung zur Verfügung gestellt hätte, von denen ein Kopf in Fig. I und Theile der Brust- und Schwanzflosse in Fig. VIII (b, c & e) dargestellt sind. Ein weiteres in der Sammlung der Pollichia in Dürkheim befindliches Stück ist in Fig. II in Umrissen skizzirt dargestellt und zeigt Ergänzungen zu Fig. I. Es sind die Figuren restaurirt wiedergegeben und es ist von Brüchen und der Verteilung der Reste auf zwei Hälften der Geoden abgesehen, was für den ersten Anblick die Exemplare unscheinbar macht. Das anfangs Verwirrende verliert sich aber bei genauerem Studium und der Gewöhnung an die erste Schwierigkeit im Combinieren der beiderseitigen Plattenhälften.

Die ausser dem Kopfskelet gegebenen Daten über den Rumpf sind zum Theil von kleineren Exemplaren der Lebacher Geoden aus der Sammlung

des kgl. Oberbergamts entnommen, z. T. aus der Sammlung des Herrn Dr. Felix (Lebach und Klein-Neundorf), dem ich für diese zuvorkommende Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen schulde. Da die Resultate meiner Untersuchungen die Einreihung der Acanthodinen unter den Selachiern nöthig machte, so war auch eine weitere Bezugnahme auf die fossilen Selachier geboten und die kleineren, in dieser Hinsicht wichtigen Detailbeobachtungen an *Chimaeropsis*, *Ischyodus*, *Xenacanthus*, *Radamas* und *Notidanus* und einzelnen Ganoiden verdanke ich der liebenswürdigen Erlaubniss des Herrn Prof. v. Zittel das Material des pal. Museums in München zu gelegentlich dringlichen Untersuchungen und Aufklärungen verwenden zu dürfen. Zur äusseren Orientirung sei noch bemerkt, dass die allgemeiner wichtigen, paläontologisch-systematischen, histologischen und morphologischen Betrachtungen im kleineren Anmerkungsdruck ausgeschieden sind.

Zur weniger eingehenden Kenntnissnahme mache ich noch auf die am Schlusse befindliche Erklärung der Textfiguren aufmerksam.

Verzeichniss der engeren Litteratur über *Acanthodinen*.

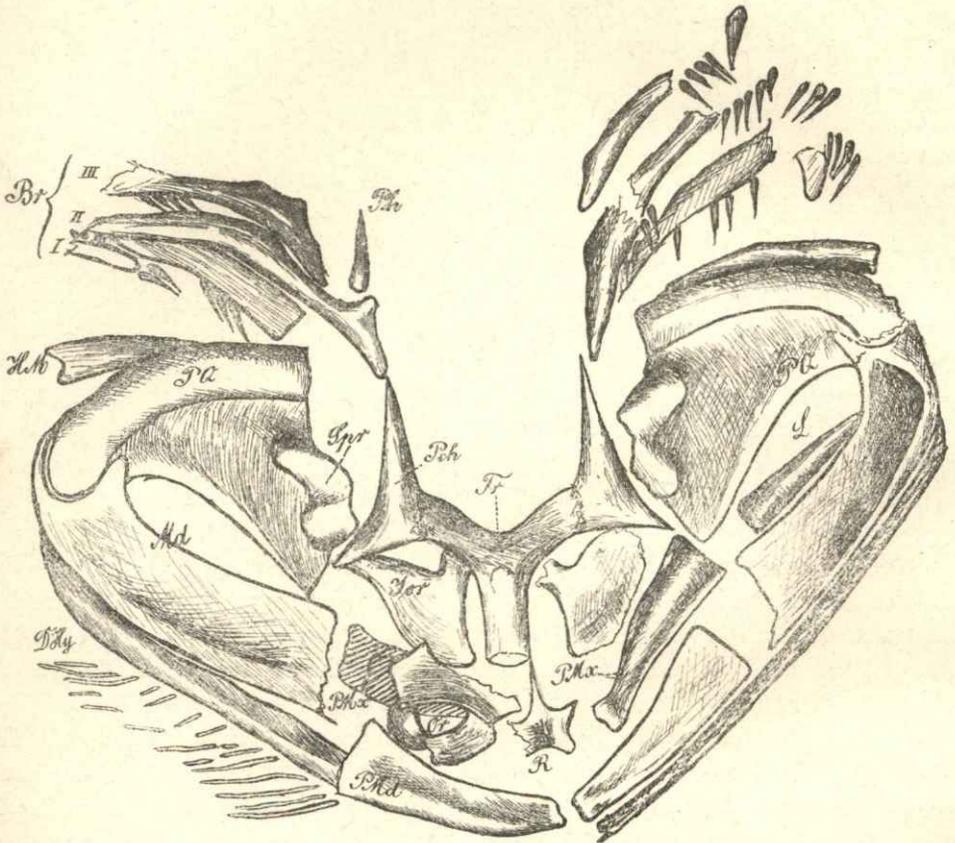
1. Agassiz, Recherches sur les poissons foss. Vol. II Taf. 1 C. S. 20.
2. — Monogr. des poiss. foss. du vieux grès rouge. Taf. 13 etc.
3. Barrande, Syst. Silur. de Bohême Vol. I Suppl. I Taf. 34 (*Machaeracanthus*).
4. Beyrich, Monatsbericht der Berl. Akademie. 1848.
5. Doederlein, Elemente der Palaeontologie. 1890. S. 564.
6. Egerton, Quarterly Journal geol. Society. 1866. XXII.
7. — Mem. of the geol. Survey of the un. Kingdom. Dec. X, S. 57—75. Taf. IV—X.
8. Gaudry, Enchaînements du Monde animal. Paris 1883.
9. Geinitz. Dyas S. 21 (vgl. Litteratur daselbst). 1861.
10. Hancock und Athley (*Acanthodopsis*), Ann. and Magazine of nat. History. 1868. IV. Ser. Vol. I.
11. Huxley, Mem. of the geol. Survey of the un. Kingdom. Dec. X. S. 37.
12. Kner, Sitzber. der K. K. Akad. d. W. Math.-naturw. Cl. Bd. 57. 1868.
13. Lütken, Ueber die Begrenzung und Eintheilung der Ganoiden. Palaeontogr. Bd. XXVII. 1. S. 40.
14. Mac Coy und Sedgwick, British Pal. Rocks and Fossils Taf. 3 K. Taf. 2 B.
15. Miller, Oldred.
16. Newberry, Report of the geolog. Survey of Ohio 1873. Vol. I. P. II. S. 302.
17. Pander, Saurodipteren, Dendrodonten etc. des devon. Systems. Petersburg 1860. S. 73.
18. Page, Report of British Association 1859.
19. Powrie, Transactions of the Edinburgh geol. Society I 1868—70. S. 284, Taf. X—XIV
20. — Quarterly Journal geol. Society 1864. p. 419, mit Tafel.
21. Quenstedt, Petrefaktenkunde S. 302 Taf. 24.
22. Rohon, Memoires de l'Académie impériale des sciences de St. Petersburg VII Sér. Tome XXXVI No. 13. 1889.
23. Römer, Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. 1857. IX, 65 mit Tafeln.
24. Traquair, Geological Magazine 1888 S. 511 u. 1890 S. 17.
25. — Proc. of the Roy. Phys. Society of Edinburgh. Vol. V, Pt. I. 1879.
26. Troschel, Verhandlungen des naturh. Vereins für Rheinpreussen 13. 14. 1856—57.
27. Weiss, Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellschaft 1864. Bd. XVI, S. 29.
28. Whiteaves, Trans. Royal Soc. of Canada Vol. IV, sec. IV, 1886 und Vol. IV, sec. IV. 1888.
29. Woodward, Ann. and Magazine of natural history (6) IV p. 183.
30. v. Zittel, Handbuch der Palaeontologie. Bd. III. 1. S. 165. *Acanthodinen* und S. 116. *Machaeracanthus bohemicus* Barr.

I. Kiefer und Gaumenskelet von *Acanthodes Bronni* Ag.

Die Beschreibung der dem Gaumen- und Kieferskelet angehörigen Bestandtheile beginnt am besten an zwei gelenkig verbundenen Gebilden, die vor den Kiemenbögen liegen; der dorsale Theil (PQ, Fig. I und II) gehört in den Oberkiefer, der ventrale (Md) in den Unterkiefer; ersterer ist dreieckig, trägt den Gelenkkopf und ahmt in der Form sowohl das Pterygosuspensorium gewisser alter Ganoiden (*Coelacanthinen*), als das gleichbedeutende Palatoquadratum der Selachier nach. Indess zeigt es selbst von dem Selachier-ähnlichsten Pterygosuspensorium der *Coelacanthinen* die tiefgreifendsten Unterschiede. Wie äusserlich eine Gliederung in einen Pterygoid- und Quadratabschnitt vollkommen fehlt, so ist es auch innerlich durchaus verschieden; es besteht nicht aus einer einzigen Knochenlamelle (die vom Knorpel überlagert wird), sondern aus zwei vollständig gleichgearteten, äusserlich und innerlich sich gleichwerthig entsprechenden und nur an den Rändern allseitig in einander übergehenden Lamellen; diese liegen auch nicht unmittelbar aufeinander, sondern sind durch einen höhlenbis spaltartigen Zwischenraum getrennt, der dorsal- und oralwärts sich verengt, analwärts und nach dem Gelenktheil zu am stärksten ist. Diese Höhlung ist überall geschlossen und dadurch ihre Innenfläche drusenartig mit kleinen nach innen gewachsenen Kalkspath-Kryställchen besetzt. Aeussere und innere Lamelle sind in gleicher Weise nach dem Gaumen zu eingebogen; erstere trägt an dem fast senkrechten Hinterrand eine stark verdickte Rippe, letztere nahe am Gelenk eine Vorrangung, die durch eine ventral sich öffnende Grube vom Condylus getrennt ist und einen Kronenfortsatz des Unterkiefers aufnimmt (Fig. I). Da makroskopisch auf der äusseren, wie inneren Fläche des Skelettheils keine Unterschiede existiren, so ist die Form desselben nur dadurch zu erklären, dass hier bei einem selachierartig mächtig entwickelten Palatoquadrat-Knorpel eine oberflächliche Verkalkung oder Verknöcherung eingetreten ist, die den Knorpel vollständig und einheitlich umhüllt. Diese Thatsache schliesst von vorne herein die Ganoiden von der näheren Bezugnahme vollständig aus; schon die Grösse und Form des knorpeligen Abschnittes wäre ein hervorragender Ausnahmezustand. Es bleiben zum Vergleich nur die Verhältnisse bei den Selachiern; hier sind meistens die Cranial- (excl. Ethmoidalregion), Kiefer-, Lippen- und Visceralknorpel nebst Radialanhängen superficiell, also röhrenartig verkalkt, und zwar in einer Lage prismatischer Kalkplättchen. Wenn zwar das Erstere hier vorliegt, so ist aber von Kalkprismen nichts zu bemerken; jedoch gibt es bei den Wirbeln der Selachier, den Genital- und dorstragenden Kopffortsätzen der männlichen Chimären und Plagiostomen auch dicke einheitliche Verkalkungslagen ohne Prismen und es ist das Fehlen der letzteren nicht prinzipiell zu betonen. Wir werden später sehen, dass mit diesen auch die mikroskopische Struktur übereinstimmt und das Gebilde auch von diesem Standpunkt aus als das superficiell verkalkte Palatoquadratum eines Selachiers gestempelt ist. In ganz gleicher Weise ist der sich ventral mit einer Gelenkpfanne an den Quadrartcondylus des eben besprochenen Gebildes anschliessende Mandibularabschnitt (Md) gebildet; eine einheitliche Höhle (innerer Knorpelgrundlage) und eine einheitliche, aus keinen Theilstücken bestehende, rings geschlossene Hülle ist zu bemerken. Vor dem Gelenkabschnitt liegt auf der Aussenfläche eine lange, tiefe, nach aussen offene Grube, die am Unterrand hinzieht und fast bis an das senk-

recht abgestutzte Vorderende reicht, wo sie sich allerdings ganz verflacht; am tiefsten ist sie unmittelbar vor dem Gelenk, und ihre hintere Begrenzung läuft oben in eine Spitze aus, die im Palatoquadratum der oben erwähnten inneren

Fig I.



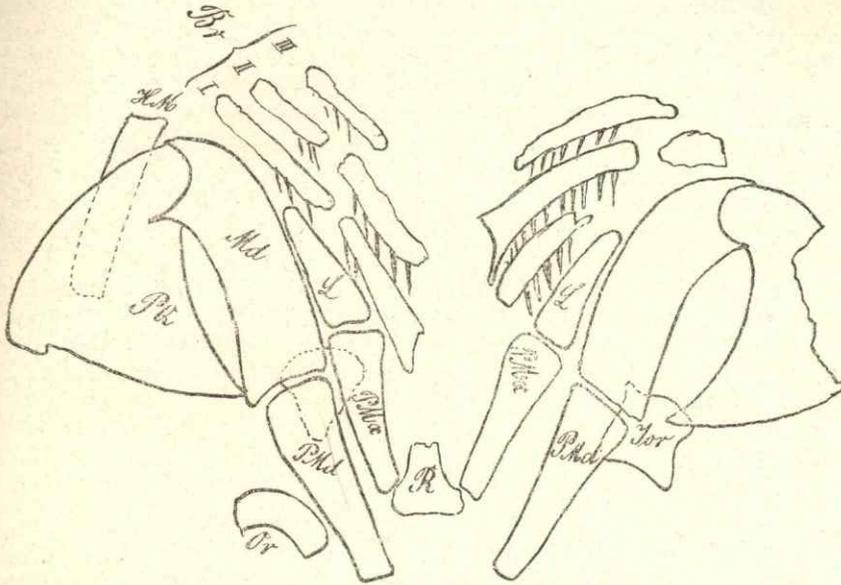
Grube vor dem Condylus entspricht (s. Troschel T. II Fig. VIII). Wir erkennen in ihr die morphologisch durchaus selachierartig-mächtige Muskelgrube des Adductor mandibularis auf der Aussenfläche der Mandibel. Das Vorderende der Mandibel ist sehr hoch, wie erwähnt senkrecht abgestutzt und reicht ebenso weit nach vorn als das Palatoquadratum im Oberkiefer. Zwischen beide, d. h. vom Vorderende des ersteren, demselben von aussen etwas aufgelagert, fügt sich nach dem hinteren Oberrand des Unterkiefers zu ein bedeutend kleineres, vorne breiteres, hinten sich verschmälerndes Skeletstück (L) an; seiner Bildung nach entspricht es mit seiner einheitlichen Hülle und inneren Höhlung dem Palatoquadrat oder der Mandibel und hat die Lage des hinteren Lippenknorpels der Selachier*).

Mit der vorderen Endigung dieser drei Teile ist indessen nicht, wie es sonst der Fall ist, die vordere Grenze der Mundspalte gegeben, sondern es liegen je vor dem Palatoquadratum und der Mandibel noch zwei durchaus gleich-

*) Die Kopfhöcker, die bei Rohon (22.) erwähnt werden, von denen der Verfasser sagt: „sie sind in der That nichts anderes“, habe ich nur bei den jungen Exemplaren in der Sammlung des kgl. Oberbergamts gesehen und sie sind hier nichts anderes, als die Abdrücke der ersten Verkalkungserscheinung am hinteren Palatoquadrat und der Mandibel, unmittelbar beim Gelenk. Als Theile des Kopfes haben die ‚Kopfhöcker‘ keine Realität.

artige Knochen; der obere (PMx) ist mit ersterem weniger eng verbunden, als der untere (PMD) mit der Mandibel, an die er sich fest angliedert; dagegen schliesst sich PMx eng an das vorne breit abgestutzte Ende des oben besprochenen Labialknochens L an und scheint mit ihm gelenkig verbunden (vgl. Fig. II); in der Restauration Fig. VIII d ist dieser Anschluss nicht beobachtet*). Hinten breit, bezw. hoch, verschmälern sich PMd und PMx nach vorne und endigen in symphysealen Verdickungen. In ihrer Verknöcherung zeigen sie dasselbe Verhältniss zu einem hypothetisch eingeschlossenen Knorpel, wie alle bis jetzt besprochenen Skelettheile.

Fig. II.



Diese ganz ungewöhnlichen Bildungen sind indessen nicht ohne Analogieen unter den niederen Vertebraten und zeigen in dieser Entwicklung die hohe Complicirtheit des Schädelplanes. Ich erinnere nur an die Frosch-Embryonen (*Rana*, *Dactylethra*), bei denen nach Parkers Darstellung**) sowohl vor dem Pterygoidknorpel oben, als vor dem Mandibular- (Meckel'schen) Knorpel unten je ein selbständiges Knorpelstückchen liegt; ersteres ist die Grundlage der späteren Praemaxilla und anschliessend der Maxilla, letzteres verknöchert primär und nimmt allmählich als sogen. Mentomeckelianum genau dieselbe Lage ein, wie bei *Acanthodes* das vor der Mandibel liegende Stück, in dem nicht eigentlich diese zur Symphyse kommt, sondern der füglich Praemandibulare (PMD) zu nennende Theil. Dieses Praemandibulare (Mentomeckelianum) kommt nicht nur bei Amphibien vor, sondern auch bei Ganoiden und nach meinen Untersuchungen wird sogar der Praemandibularzahn von *Chimaeropsis* Zittel (vgl. auch *Prognathodus* Egerton) von zwei Knorpeln getragen, die auch bei den lebenden Holocephalen mental (paarig bei *Chimaera*, unpaar bei *Callorhynchus*) beobachtet sind

*) Gleiche Lage haben die zwei oberen Lippenknorpel bei *Chimaera*, von denen der hintere bei *Callorhynchus*, wie bei den *Plagiostomen* dorsoventral gegliedert ist; beide Knorpel haben eine Befestigung am Rostrum und an der Augenungrenzung durch Muskulatur, deren Schema auch auf *Acanthodes* angewendet werden kann.

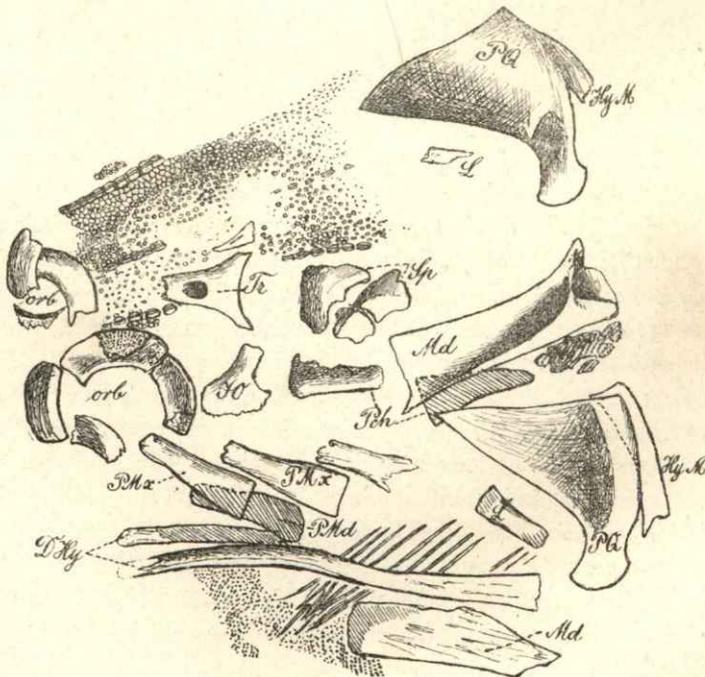
**) Philos. Transactions. Vol. 161, 1871; 1872 und 1878.

und hier einen gleichen, wechselnd entwickelten Vorunterkiefer bilden; diese sind auch wahrscheinlich mit dem sogen. Submentalknorpel von *Scyllium* und *Pristiurus* identisch. Das Vorkommen vergleichbarer praemandibularer (mentaler oder submentaler) Bildungen bei *Acanthodes* hat ein hervorragendes Interesse.

Den im Oberkiefer liegenden, dem Praemandibulare gänzlich entsprechenden Abschnitt nennen wir das Praemaxillare oder Praelabiale, wenn es auch dem Palatoquadratum nicht so eng angegliedert ist, wie das Praemandibulare der Mandibel. Trotzdem entspricht es in Lage und Funktion dem ersteren und kommt auch hier das Palatoquadrat mittelst des „queren Gaumenfortsatzes“ nicht zu einer vorderen subranialen Symphyse. Es ist nun die Frage, welchem Skelettheil bei den heutigen Selachiern das Praelabiale von *Acanthodes* entspricht. Man hat zwar allgemein den hinteren Lippenknorpel der Selachier als die Grundlage der Maxilla und den vorderen als die Grundlage der Praemaxilla angesehen; es ist aber so gut wie sicher, dass der hintere Complex dem Transversum (Postmaxillare der *Coelacanthinen*. s. Reis Pal. XXXV) im Oberkiefer, dem Coronoid (Postspleniale der *Coel.*) mit Supraangulare im Unterkiefer der Ganoiden und Reptilien entspricht. Es bliebe also nur Praemaxilla und Maxilla für den vorderen Lippenknorpel, der bei den Selachiern wie bei *Acanthodes* suborbital und postethmoidal (vgl. unten) gelegen ist und mit dem vordersten Palatoquadratende beginnt. Ein gleicher Knorpel bildet bei *Rana* und *Dactylethra* die Grundlage für die Praemaxilla und zum Theil anschliessend für die Maxilla und dies ist eben der Knorpel, der embryonal dem mentomeckelschen Knorpel, d. h. der Praemandibel gleichentwickelt ist.

Wir sehen also unser Praelabiale als ein dem vorderen Lippenknorpel der lebenden Selachier entsprechendes, in Bezug auf das Palatoquadrat derselben aber ungewöhnlich gelagertes Skeletstück an, das in ähnlicher Weise zum hinteren, hier nicht dorsoventral gegliederten Lippenknorpel und dem Palatoquadrat liegt, wie die Praemandibel zur Mandibel.

Fig. III.



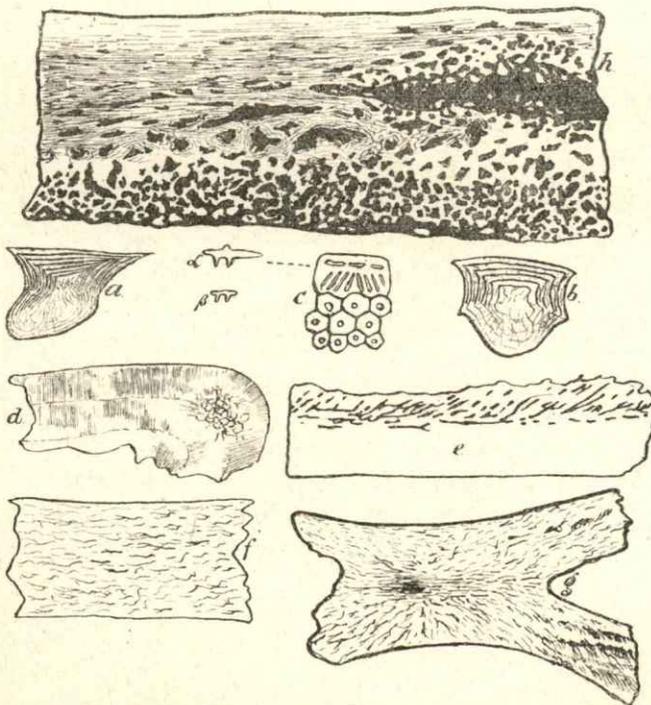
Zum engeren Complex des Kiefergaumenapparates nehmen wir noch das Hyomandibulare (HM); es ist ein starkes, ebenfalls röhrenartig entwickeltes Stück, das in seinem oberen Abschnitt von dem starken Quadratkiel des Palatoquadrats bedeckt, oben breit und unten nach vorne etwas zugespitzt ist; dieses

Ende erreicht indess das Unterkiefergelenk nicht. Wir werden zum zweitenmal auf dasselbe zurückkommen; ebenso auf das Spiraculare (Spr.), dessen Lage ohne Berücksichtigung anderer Theile nicht wohl zu beschreiben ist. In Fig. III sehen wir alle bis jetzt beschriebenen Theile von einander getrennt gelagert und werden die aus den früheren Figuren entnommenen Umrisslinien hierdurch bestätigt.

II. Mikroskopisches Verhalten der Kiefergaumenskeletttheile.

Was nun die histologische Struktur aller dieser bis jetzt betrachteten röhrenartigen Skeletttheile betrifft, so besteht sie (Fig. IV h) aus einer dichten Substanz mit unregelmässig gezackten Hohlräumen. In einer äusseren Lage sind die Hohlräume seltener und liegen der Aussenfläche parallel; die Zwischensubstanz ist hier ausserordentlich stark längs gefasert. In einer mittleren Lage werden die spaltenartigen Hohlräume unregelmässig und die Faserung schliesst sich hier deren Krümmungen und Windungen an. In den innersten Lagen werden die gleichen Hohlräume kleiner und gedrängter, so dass die Substanz vollständig durchlöchert ist; hier ist eine Faserung gar nicht mehr zu bemerken. Die drei Lagen gehen vollständig ineinander über, die Charakteristik derselben wird nur durch das Auftreten der Hohlräume und die allmählich zunehmende Dichte der Zwischensubstanz von aussen nach innen gegeben; dieselbe besteht eigentlich nur in einer Abnahme der Längsfaserung nach innen, wohin die Hohlräume zunehmen. Hiermit stimmt überein, dass makroskopisch die Aussenseite der Knochen dicht und längsgestreift erscheint, die Innenfläche dagegen ausserordentlich rauh und porös ist.

Fig. IV.



Wenn wir nun auf die Art der Verknöcherung eingehen, so wird durch das eben geschilderte Verhalten jede dermale Pterygoid- oder Dental-Verknöcherung nach Art der

Ganoiden ausgeschlossen, besonders da dermale Theile bei *Acanthodes*, wie wir später sehen werden, ausserordentlich reiche Dentinentwicklung allenthalben zeigen. Besonders wichtig scheint mir, das zu betonen, dass die innere Lamelle von aussen nach dem inneren Hohlraum zu dasselbe Verhalten zeigt, wie die äussere von aussen nach innen; dermale Bildungen können sich nicht so verhalten*), es giebt hiefür keinen Vergleichspunkt bei den Ganoiden als primäre Röhrenverknöcherungen, die aber mit Hyomandibel und Hyoid im Visceralskelet ihr vorderes Ende erreichen; das weiter vorn Liegende ist ausser Quadratum und Articulare dermal. So scheint auch morphologisch ächte Verknöcherung ausgeschlossen und alles auf Knorpelverkalkung hinzuweisen.

Ganz vereinzelt und ungleichmässig eingestreut trifft man nun auch kleine zackige Hohlräume mit sehr minimalen Zellenausläufern, die man als Zellenhöhlräume ansprechen muss. Dieselben haben aber nur entfernte Aehnlichkeit mit Knochenhöhlen, dagegen eine sehr frappante mit den kleinen Zellhöhlen, wie man sie in Genitalstacheln von *Notidanus* und *Ischyodus* (vgl. hier Riess, Palaeontogr. XXXIV Taf. II Fig. 12), im Stirnstachel von *Ischyodus*, in Wirbeln anderer Haie (vgl. auch Hasse: System der Elasmobr.), aber auch ebenso in der Zone der Vorverkalkung von ächten Teleostier- und Ganoidknochen, sowie in den fossil erhaltenen Kiemenradien von *Lepidotus* (vgl. Quenstedt, Handb. der Petrefkde. Taf. 24, Fig. 23 K) beobachten kann. Alle diese genannten Gebilde bestehen aus continuirlich verkalktem Knorpel ohne das bei den Haien sonst vorkommende Prismenmosaik.

In diesen finden sich nun nicht nur die kleinsten Höhlen, sondern besonders nach der inneren Peripherie der Verkalkung hin mehr oder weniger alle Uebergänge zu grösseren Höhlen wie bei *Acanthodes*, so dass man sagen muss, dieselben seien gleich einer Summe von kleinen. Ebenso ist auch die Begrenzung dieser Höhlen in kleinen zackigen Ausläufern dieselbe wie bei den kleinen wirklichen Zellhöhlen.

Trotzdem dieser Uebergang bei *Acanthodes* fehlt, stehe ich nicht an, die grösseren Höhlen für summarische Höhlen eingeschlossener Knorpelpartien zu erklären und halte das bloß sporadische Auftreten von kleinsten Knorpelhöhlen nur darin begründet, dass eben der Knorpel in eigenthümlicher Weise partiell-trabeculär verkalkt, besonders innerlich nur in einem zelligen Balkenwerk. Diese Erklärung ist die wahrscheinlichste und man kann keine dieser Höhlen wirklich als Havers'sche Kanäle anerkennen. Als Vorkommen in ächten, primären Verknöcherungen wären diese Höhlen überhaupt unverständlich**).

Die erwähnte Trennung in drei Schichten lässt sich auch in der Struktur der verkalkten Kiemenradien bei Ganoiden (*Lepidotus*) erkennen; es liegt hier auch eine innerste Lage mit ächten Knorpelhöhlen und kleineren summarischen Höhlen eingeschlossener Knorpelpartien vor, wobei sich hie und da auch eine unregelmässige centrale Axenhöhle bemerkbar macht, wie sie in dem Skelet von *Acanthodes* so sehr auffällt. Weiter nach aussen folgt eine Zone vollständig normaler Knorpelhöhlen in unregelmässiger Lagerung, ohne Blutgefässkanäle, welche aber bei den Genitalstacheln von *Notidanus* stark entwickelt sind. Dann

*) Diese bestehen nur aus einer Lage, die unten glatt und lamellos, oben vascularisirt und aussen rauh ist; das entgegengesetzte Verhalten zeigen nur auf ihrer Unterseite mit Knorpel zusammenhängende Verknöcherungen.

**) Ich befinde mich bei dieser Diagnose der fraglichen Struktur als verkalktem Knorpel in erfreulicher Uebereinstimmung mit dem in der Beurteilung lebender und fossiler Verkalkungen und Verknöcherungen gleicherweise bewanderten Dr. Hofer (Zool. Instit. München).

kommt eine äussere stark längsfaserige, fast vollständig der Höhlen entbehrende Zone. Die erwähnten Radien haben nun auch seitliche Zacken, die bei zwei aneinander liegenden alterniren und dem beweglichen Zusammenhang dienen; auch in diese gehen die beiden äusseren Zonen continuirlich über.

Wenn so das Ergebniss meiner Untersuchungen auf verkalkten Knorpel lautet, so kann ich nicht unerwähnt lassen, dass Hancock und Atthey*) bei *Acanthodopsis* 1868 aber zu anderen Resultaten gelangt sind, die ich mir nicht recht erklären kann. Sie erwähnen bei Unterkieferfragmenten eine äussere dichte Lage mit Havers'schen Kanälen und „numerous minute, elongated-fusiform, radiating cells“. In den tieferen Lagen sind nach ihrer Angabe die Zellen und Röhren weniger regelmässig bemerkbar, der Knochen wird wie ein Sieb durchlöchert, bis er zuletzt ganz zellig ist. Im Allgemeinen stimmt die Charakteristik der verschiedenen Lagen vollständig, nur fehlen mir in der äusseren, dichteren und zugleich faserigen Lage die minute radiating cells (Knochenhöhlen mit Primitivröhren?). — Ich glaube, dass zu dieser Diagnose die kurzfasrige Längsstruktur Anlass gegeben hat, und zwar kann dies in folgender Weise geschehen sein, wobei ich wegen der Wichtigkeit der Sache nachfolgenden Untersuchungen vorgreifen muss. Hancock und Atthey rechnen zum Unterkiefer, an dem sie ihre Untersuchungen angestellt haben, einen langen styliform bone oder process, als „angular“ Fortsatz desselben; dieser Knochen ist von Kner als Hyoid erklärt und ist unser Hyoid-Zahn, da er in seiner mikroskopischen Struktur durchaus aus Dentin besteht (s. unten). Da nun die erwähnten Autoren zwischen diesem Knochen und dem eigentlichen Unterkiefer, von dem er ein styliform process sein soll, morphologisch durchaus keinen Unterschied machen, so ist sehr wohl anzunehmen, dass eine Uebertragung der Diagnose von dem Dentin unseres Hyoidzahns auf die äussere Lage des Unterkiefers stattgefunden hat, die, wie erwähnt, aus verkalktem, kurzfasrigem und dichtem Knorpel besteht.***) Die gewundenen Fasern desselben können als schlechterhaltene Dentinröhren gelten. Dass nun das Dentin zu einer Diagnose auf Knochenkörperchen leiten kann, ist sehr leicht verständlich; sehen doch die Interlobularräume und die von Jaekel (Deutsch. Geol. Ges. 1890, Taf. II, Fig. II, Rindentheil des Dentins bei *Pristiophorus*) auch fossil beobachteten Lufträume (vgl. Frey, Histologie, 1868) Osteoblasträumen ausserordentlich ähnlich. Wir kennen auch inmitten des Dentin von *Acanthodes* derartige Bildungen, die ich mir aber durch die Fossilisation erkläre. An den Lebacher Exemplaren sind nämlich alle die dichtfaserigen Theile (Dentin- oder Kalkknorpelstücke) mineralisch ganz durchsetzt; jede Bruchfläche zeigt die charakteristischen Spaltflächen von Zinkblende mit eingestreuten Kupferkieskörnchen und in allen mikroskopischen Hohlräumen sind Krystalle davon ausgeschieden. Im Gegensatz hierzu fällt auf, dass in den makroskopischen Hohlräumen nie Zinkblende auskrystallisirt, sondern eine weissliche krystalline Masse, die der Hauptsache nach kohlensaurer Kalk ist.

Bei diesen verschiedenen Processen, die so die Substanz betroffen haben, kommt es öfters vor, dass die betreffenden mikroskopischen Hohlräume, in denen Krystallisationen stattgefunden haben, durch Lösung peripher erweitert scheinen, ja ganze Lagen des reich durch Anastomosen ausgezeichneten Dentins sind mehr oder weniger aufgelöst oder die Dentinröhren künstlich erweitert und ausgefüllt. Dies erstreckt sich mehr auf die grösseren Aeste der Dentinröhren als auf die kleineren, die gar nicht davon betroffen werden, und so kommt es, dass Durchschnitte derselben gelegentlich Knochenhöhlen mit Primitivröhren ähnlich sehen und die Diagnose beeinflussen.***)

*) l. c. 10.

**) Dass in dieser ersteren Lage bei *Acanthodopsis* vielleicht Knochenhöhlen ähnlich-zackige Knorpelhöhlen vorkommen sollten, ist nicht annehmbar; wenn solche vorkommen könnten, so müssten sie der Faserung nach verlängert sein. Diese Schicht verhält sich in der Struktur sehr ähnlich wie die Pleuro- und Hypocentren einiger fossiler Ganoiden (*Aspidorhynchus*, *Pholidophorus*), die nach v. Zittel (l. C. S. 140) aus verkalktem Bindegewebe bestehen; bei anderen Halb- und Doppelwirbeln (*Callopterus*, *Strobilodus*, *Megalurus*) ist dagegen ächte Knochensubstanz vorhanden, dafür sind aber Anzeichen von vorverkalktem Knorpel da.

***) Es können aber auch rings abgeschlossene natürliche Anschwellungen im Verlauf der Dentinröhren selbst wie ächte Osteoblasträume erscheinen, wie ich sie unter anderen im Stachel von *Pleuracanthus*, in einem Zahn von *Ischyodus* und dem Claviculoid von *Acanthodes* etc. gefunden habe.

Nur in dieser Weise kann ich mir die Auffassung von Hancock und Atthey erklären, für die aus meinem Material jegliche Bestätigung fehlt; wenn dieselbe richtig wäre so ständen wir nicht nur vor einem histologischen Räthsel, sondern vor einem noch viel merkwürdigeren morphologischen: dass ein Fisch, der in seinem ganzen Skelet ein Selachier ist, **primäre** Verknöcherungen in dem ganzen vorderen Visceralskelet zeigt. Es müssten die betreffenden Skelettheile in der That Röhrenknochen sein, da auf ihnen sowohl jegliche Zahnbildung, die auf dermalen Ursprung hinweist, fehlt, als die rings geschlossene (histologische und morphologische) Röhrenform durchaus dagegen spricht. Hancock und Atthey haben selbst klar bewiesen, dass die zahnartigen Vorrangungen bei *Acanthodopsis* histologisch keine Zähne sind, indem die Schichten des Knochens selbst voll in sie übergehen, wie sie auch nicht von ihnen getrennt gefunden wurden; sie mögen wohl ganz andere, etwa Befestigungsfunktionen gehabt haben, ähnlich wie wir bei den verkalkten Knorpelradien von *Lepidotus* solche Bildungen mit der gleichen histologischen Charakteristik zur seitlichen Befestigung erwähnen konnten.

Wie wir später sehen werden, unterscheidet sich auch die Struktur des gesammten dermalen Skelets auffällig von der des Innenskelets und dies in einer ebenso geschlossenen Einheit, wie es bei den Gaumen- und Kiemenbogenskelettheilen der Fall ist, so dass von irgend welchen Anzeichen von Uebergängen keine Rede ist. Das ganze Hautskelet besteht nur aus Dentin ohne jede Spur ichter Knochensubstanz. Wir kämen so auf die Frage, ob es entwicklungsgeschichtlich wahrscheinlich ist, dass im wirklichen Dermal skelet die ächte Knochensubstanz fehlt, während sie im Innenskelet vorhanden ist, ganz abgesehen von der Anomalie, dass sie dann auch bei *Acanthodes* in den Theilen auftreten würde, wo sonst nur dermale Verknöcherungen vorkommen.

Eine Uebersicht über die Entwicklung der Verknöcherungsarten der Skelettheile zeigt, wohin das Verhalten bei *Acanthodes* einzureihen ist; es bedeutet in der folgenden Tabelle Dentin = reines Dentin ohne Knochensubstanz, Dentin + Ost. = Dentin-Verknöcherung mit ächt knöcherner Grundlage (Knochenhöhlen und Havers'sche Canäle), Chondr. = reiner Knorpel, calc. Chondr. = verkalkter Knorpel, Ost. = reine Knochensubstanz mit Knochenhöhlen und Havers'schen Canälen, A. Ost. = solche ohne Knochenhöhlen, die oft eine dentinartige Modification*) zeigt. Die aufgestellte Reihe enthält auch geschichtlich eine gewisse Entwicklung; die Kategorien III und IV unter den Teleostiern können erst vom Jura resp. der Kreideformation an gerechnet werden und haben ihre Hauptverbreitung in der lebenden Schöpfung.

Schuppen.		Cranial- Visceral- und Clavicularbelegknochen.	Primäres Innenskelet (visceral und vertebral).
Selachier	Dentin.	Dentin.	Chondr. + calc. Chondr.
Ganoiden I	Dent. + Ost.	Dent. + Ost.	Chondr. und Chondr. + Ost.
— II	Ost.	Dentin + Ost. neben Ost.	Chondr. + Ost. und Ost.
— III	Ost.	Ost.	Chondr. + Ost. und Ost.
Teleostier I	Dent. + Ost.	Dent. + Ost.	Ost.
— II	Ost.	Ost.	Ost.
— III	A. Ost.	Ost.	Ost.
— IV	A. Ost.	A. Ost.	A. Ost.

Für die letzten drei Kategorien der Teleostier gelten nun die Gesetze, dass 1) wenn in den Schuppen ächte Knochensubstanz vorhanden ist, dieselbe auch in den Kopfknochen und dem Innenskelet bemerkt wird (Kölliker); 2) ist hierzu ergänzend zu bemerken, dass sie in den Schuppen fehlen kann, in den Kopfknochen aber vorkommt; dann ist sie sicher auch im Innenskelet anzutreffen, z. B. bei *Leptolepis*; 3) erst wenn sie auch da fehlt, fehlt sie im Innenskelet durchaus und ist vertreten entweder durch eine lamellöse oder lamellös-dentinartige Verknöcherung.*)

In keine dieser Kategorien passt die bei *Acanthodes* nachgewiesene Struktur besser als in die allererste der Selachier und es ist nur eine rein äusserliche Aehnlichkeit mit den

*) Eine Modification, die die äusserste Aehnlichkeit hat mit dem, was Pander bei fossilen Ganoid-Dermaltheilen „Lepidin“ nennt; Rohon spricht hierbei einfach von „Primitivröhren“ (l. c. S.); es sind stets quer oder schief zur Schichtung des Knochens, den Dentinröhren und Havers'schen Canälen dagegen parallel verlaufende röhrlige Fasern, in denen man oft stark verlängerte Osteoblasträume zu erkennen vermeint.

jüngsten derselben (Teleost. IV) zu bemerken; also ist auch vergleichend histologisch das Auftreten von Knochensubstanz in den vordersten Visceralskelettheilen von *Acanthodes* durchaus unwahrscheinlich und berechtigt die Annahme einer irrthümlichen Auffassung bei Hancock und Atthey (vgl. Schluss des XII. Abschnittes unten!).

III. Primordiale Schädelkapsel.

Die zur Schädelkapsel und dem Rostrum zu rechnenden Theile sind in Fig. I—III u. Fig. VIII d dargestellt und bestehen aus zwei paarigen und zwei unpaaren Stücken. Das hintere mediane (Tr) ist hinten gabelig zweigeteilt und zeigt eine durch drei Arme continuirlich durchstreichende innere Höhlung, ganz wie die Stücke des Visceralskelets; das Gleiche gilt von allen anderen und ganz besonders von dem an den Ervähnten sich seitlich nach hinten anschliessenden paarigen Abschnitt (Pch), der die Form eines sehr langen rechtwinkeligen Dreieckes hat; die Hypotenuse ist nach aussen gekehrt und die längere Kathete nach hinten gerichtet. Diese Stücke stossen median nicht zusammen, sondern lassen, indem sie sich an die Gabelenden des erwähten medianen Stückes Tr anschliessen, einen breiten Raum zwischen sich. Das vordere Ende der Hypotenuse des Pch ist stark verdickt und bildet die postorbitale bis suborbitale Ansatzstelle des vorderen Palatoquadratendes, die sogenannte „Palatobasalgelenkfläche“ mit der „Basalecke“ (vgl. Gegenbaur: Unters. zur vgl. Anat. der Wirbelthiere, Bd. III). Diese Ansatzstelle (vgl. Fig. VIII d) ist bei allen Selachiern ziemlich deutlich gekennzeichnet und entspricht meist dem dicken Anfang eines nach hinten sich abschwächenden oberen Kiels, der oberhalb der Gehörblase nach dem Schädelende verläuft. — Der mediane Theil ist von diesem seitlichen stets durch Bruch getrennt, was bei der Zusammendrückung der beiden in eine Ebene die geringere Verkalkung an ihrer Grenze erleichtert zu haben scheint. Der postorbitalen Ansatzstelle des Palatoquadratum entspricht aber innerhalb der Schädelbasis eine ebenso ausgezeichnete und durch Canäle unterbrochene Stelle, nämlich das Vorderende des Chorda an der Sattellehne (vgl. Gegenbaur, l. c., Heft III, S. 307, S) und die Lage der Hypophysis. Diese Stelle würde bei dem medialen Stück an dem vordersten Punkt seiner hinteren Ausbuchtung zu finden sein, die ziemlich genau der vorderen Ansatzstelle des Palatoquadrats entspricht. Auch entwickelungsgeschichtlich ist diese Stelle bedeutsam. Im embryonalen Zustand zeigen nämlich alle niederen Wirbelthiere vier der Schädelbasis entsprechende Knorpel-elemente: zwei Parachordalia bis zum vorderen Ende der Chorda und der Lage der Hypophysis, davorgelegen zwei Trabeculae, die sich bald median vereinigen; so glaube ich wohl, dass man in der Art der Trennung der bei *Acanthodes* vorliegenden Theile und der vollständig entsprechenden Orientungsverhältnisse eine Reminiscenz an diese ursprünglichen Stadien des Wirbeltiercraniums sehen kann; natürlich sind die betreffenden Theile nur verkalkte Partien des dorsal knorpelig oder häutig geschlossenen Craniums (vgl. die embryonalen Cranialverhältnisse bei den Cyclostomen).

Da wir später eine vollständige Schuppenbedeckung des Kopfes kennen lernen werden, so ist von vorne herein nicht anzunehmen, dass die erwähten Theile der Schädeloberfläche angehören; histologisch kann man über Oben und Unten sich leider nicht orientiren, da sie sich in ihrer Struktur verhalten wie die bisher erwähten Skelettheile, d. h. von aussen nach innen von allen Seiten gleich. Aus diesem Grunde ist auch nicht an ein ganoidartiges Verhalten der Gaumenbedeckung zu denken, etwa *Parasphenoid* und *Vomer*, was auch morphologisch zu rechtfertigen zu Schwierigkeiten führt.

Wir nennen also die Stücke Trabeculare (Tr) und Parachordale (Pch). — Vor dem trabecularen Stück liegt nun, wie in Fig. I und II zu sehen ist, ein zweites medianes (Rs), das sich hinten in einer Breite, die dem vorderen Trabeculare entspricht*), diesem anschliesst, vorne sich aber plötzlich stark quer verdickt und je die verdickten Ansatzspitzen der Praelabialia, wie ersichtlich ist, in einer Grube aufnimmt; in beiden Figuren I und II zeigt es sich, wie es scheint, bezw. von unten und oben. Auch durch den zweifellos festgestellten Anschluss des „Rostrale“ an das Praelabiale-Labiale einerseits und an das Trabeculare andererseits ist die G a u m e n l a g e der erwähnten Gebilde (Pch und Tr) klar ersichtlich. Dies geht noch aus einem weiteren, letzten Skeletstück (Jor) hervor, das zwischen trabecularem, parachordalem und rostralem Abschnitt gelegen ist.

Einerseits schliesst es sich an den hinteren Arm des ersteren, andererseits an die kurze Kathete des letzteren an; nach vorne ist es gegen das Rostrale zu frei und reicht nicht weiter als der trabeculäre Abschnitt; die beiden erwähnten hinteren Ansatzstellen sind dickröhrig, vorne wird das Gebilde aber plattig und tellerförmig; seiner Struktur nach ist es auch verkalkter Knorpel.

Dem Anscheine nach liegt nun das Stück ausserhalb der Schädelkapsel selbst, ist flach dem Gaumen zugekehrt und in direkter Beziehung zu den als Augenring bekannten Plättchen. Im Knorpelskelet der Selachier findet sich an solcher Stelle nur das als A u g e n s t i e l von Gegenbaur beschriebene merkwürdige Stück, das hiermit verglichen werden könnte; die Ansatzstelle wie die Art der Lagerung würden dafür sprechen, denn dorsalwärts haben in der That die Augen gelegen; vielleicht ist der Augienstiel der lebenden Selachier ein mehr rudimentäres Gebilde und hat hier in stärkerer Entwicklung die Funktion des Schutzes der Augen nach dem Gaumen zu gehabt, was sonst durch das Palatoquadratum selbst geschieht; bei *Acanthodes* liegt aber der Augenring vor der Palatoquadratspitze.

In der seitlichen Ansicht (Fig. VIII d) sind die Lagebeziehungen der besprochenen Schädelpartien zu dem Auge und den Visceralskelettheilen dargestellt, sowie zur Orientierung eine Reconstruction des Schädels versucht mit der Einzeichnung der für dieselben wichtigen Nervenlöcher (Orb., Trigem., Facialis, Glossopharyngeus und Vagus).

Wir haben nun noch eines letzten Stückes zu gedenken, das auch sehr bezeichnend für Selachier ist, des Spritzlochknorpels (Spr). Es ist ein verhältnissmässig stark entwickelter und länglicher Kalkknorpel mit einer mittleren starken Einschnürung, der seiner ganzen Länge nach auf dem oberen oder inneren Rande des Palatoquadratoms aufliegt und sich hart an das vordere Parachordale (Pch) andrängt. Das hintere Ende reicht bis zum Muskelkiel des Palatoquadratoms und dem oberen Ende der Hyomandibel, die beide scheinbar frei liegen.**) In Fig. III sind äussere und innere Lamelle des verkalkten Spritzlochknorpels auseinander gepresst.

*) Auch hier scheint nur eine dorsal und ventral sich verschieden verhaltende³ Unterbrechung in der Verkalkung die Ursache der Trennung zu sein, die aber für die Urbestandtheile charakteristisch ist.

**) Sie müssen durchaus nicht an der seitlichen Schädelwand ansitzen, sondern werden durch ganz besonders differenzirte Hebe- und Haltemuskeln am Schädel befestigt.

IV. Dermale Schädelbedeckung (Fig. III u. IVc).

Die eben beschriebenen dünnen, lamellosen Skelettheile des Primordialcraniums waren es hauptsächlich, die im Verein mit Theilen des Viseralskeletes früher für die Schädeldeckknochen gehalten wurden und zum Vergleich mit *Spatularia* führten. Abgesehen davon, dass wir sie als ventrale Verkalkungen des Knorpeleraniums erkannt haben, existirt nämlich noch ausserdem eine wirkliche dermale Bedeckung des Hauptes. Diese ist kurz charakterisirt: sie besteht aus Schuppen (Fig. III. S. 6.) und zwar bis zur Lage der Augen in der vorderen Region der Schnauze. Trotzdem bestehen Unterschiede zwischen den Schuppen des Schädels und denen des Leibes. Letztere sind oben glatt und unten rundlich spitz; erstere sind unten glatt, plattig und tragen auf der oberen Fläche einen oder mehrere Tuberkel. *)

Diese Schuppen sind in drei Linien in besonderer Grösse entwickelt; sie sind etwas verlängert, so dass 2—3 der kleineren angrenzenden Schuppen sich an je eine derselben anschliessen können; weiter tragen sie auf ihrer Oberfläche eine stärkere Skulptur, die wesentlich der der Orbitalplatten entspricht; die kleinen angrenzenden Schuppchen sind polygonal und tragen je eine tuberkelartige Erhöhung (vgl. Fig. IVc, S. 7).

Von den drei Reihen ist die mittlere symmetrisch entwickelt und jede Schuppe zeigt eine mediane Längsskulptur in längs verlängerten Körnchen; die seitlichen sind einseitig, so dass die Längsskulptur nach dem Aussenrande zu gelegen ist, von der nach der Innenfläche strahlige leistenartige Erhebungen ausgehen, genau wie dies vom Innenrand der Orbitalplatten nach dem Aussenrand hin der Fall ist.

Der erwähnten Längsskulptur entspricht nun auf der Unterseite dieser Schuppchen eine median bzw. einseitig gelegene Längsrinne, gebildet von zwei kurzen Wänden (s. Fig. IVc [α u. β]). Sehr einfach würde sich die Deutung dieser Schuppenreihen als zur Seitenlinie gehörig gestalten, wenn nicht ein medianer (rückläufiger) Ast zwischen den beiden anderen vorhanden wäre, der ausserdem keine Vereinigung mit den beiden seitlichen zeigte; weiter betheiligen sich am Körper von *Acanthodes* stets zwei Reihen Schuppen bilateral an der seitlichen Begrenzung der Seitenlinie; warum am Kopf nur je eine? Dass diese im einen Falle symmetrisch und im andern einseitig entwickelt ist, kann an ihrer Lage liegen, dass sie aber den Seitencanal hier überdecken sollen, ist ein zu starker Unterschied. Ueber die Seitenlinien des Rumpfes ins Reine zu kommen ist leicht; man hat hier offenbar um eine continuirliche Rinne zwei gegenstehende Hautfalten, in denen die Schuppen derart eingelagert sind, dass sie sich oberflächlich berühren und auf der Unterseite divergirend klaffen; in den Zwischenräumen ist dann immer noch Platz genug für die Oeffnungen der minimalen Poren; nur dadurch kann es kommen, dass der Schleimcanal oft in einer langen Reihe erhobener Schuppen angedeutet ist, oft aber bei stärkerer Zusammenpressung der Schuppen in eine Fläche äusserlich und innerlich fast kein Anzeichen sonst der Unterscheidung derselben von den Rumpfschuppen vorliegt; fast nur das Zusammenstossen der Schuppen in stumpferen Winkeln

*) Roemer und Troschel geben auch als theilweise Bedeckung des Kopfes „Schuppen“ an; dem gegenüber steht die Angabe späterer Autoren (Huxley, Kner etc.): der Kopf sei ähnlich *Spatularia* mit dünnen, körnig oder grubig verzierten Knochenplatten bedeckt.

und die geringe Grössendifferenz erleichtern die Bestimmung der Linie. Sollten sich diese Verhältnisse im Kopf so grundsätzlich ändern, also gerade das Gegentheil stattfinden, wie im Rumpf: die Bedeckung des Canales durch den medianen Theil einer Schuppe? Man möchte eher glauben, dass der Schleimcanal im Kopfe ausserhalb dieser Linien und nackt verlief und die unteren Cristen mehr der fibrösen Befestigung längs einer ausgezeichneten Richtung am Cranium dienten.

Eine ausserordentlich ähnliche und vergleichbare Befestigung mittels zweier Längskanten am Knorpel zeigen die Kieferzähne von *Chlamydoselachus* (Bull. of the Harvard Mus. Cambridge Vol. XII. Taf. VI.); auch gilt dies wie es scheint von den einzelnen Schleimcanalschuppen, z. B. von *Euthacanthus gracilis* (Powrie (18) Taf. XI.) selbst; es kann also die Rinne dem Schleimcanal nicht angehören!

Besonders ausgezeichnete Richtungen zu beiden Seiten der dorsalen Kante giebt es nun in der That bei Selachiern. *Scyllium* besitzt zu beiden Seiten der Rückenkante vom Kopf bis zur ersten Dorsalis metamere Zähnechen; „sie treten beim Embryo früh auf, geraume Zeit, bevor sich eine Spur der übrigen Hautzähne zeigt, und bleiben auch lange noch vor diesen durch ihre Grösse ausgezeichnet“ (P. Mayer, Die unpaaren Flossen der Selachier, Mitth. der Zool. Stat. Neapel Bd. II. S. 727). Mayer hält sie für analog mit den zweiseitig in die unpaaren Flossen eintretenden Hornstrahlen und den am Schwanz bei *Scyllium* auftretenden Parapodoiden. Es treten also diese Zähnechen da auf, wo keine unpaaren Flossen sind, so bei dem lebenden *Callorhynchus* vor und zwischen den Dorsalflossen; die ersteren liegen noch auf dem Kopf über und zwischen den Augen (Dumeril, Ichthyologie générale Tome I. Taf. 14 Fig. 4; Hubrecht, Niederländisches Archiv für Zoologie 1877, Bd. III. Taf. XVII. Fig. 7 S. 256). Bei dem foss. Holocephalen *Chimaeropsis* gehören eine obere postorbitale Platte der hinteren Schädelrista und eine im Vorderrumpf, in der Mitte zwischen Kopf und Rückstachel liegende, längliche Hautplatte sicher dieser Kategorie parapodialer Hautbildungen an, die bei dem lebenden *Callorhynchus* bis zur vorderen Grenze des Auges längs über dem supraorbitalen Seitencanalaste angeordnet sind.*)

Das Gleiche würde für *Acanthodes* gelten, nur stört uns hier wieder die rückläufige mediane Schuppenlinie, welche die paarige erst vertreten sollte; bei *Chimaera*, *Metopacanthus*, *Squaloraja*, *Ischyodus* ist allerdings ein unpaarer Stirnfortsatz über und zwischen den Augen, der zahntragend ist und nur den Männchen zukommt; es ist nun die Frage, ob hier seitliche Reihen auch embryonal existiren oder ob dieser unpaare Zahnbesatz eben dem paarigen bei *Callorhynchus* entspricht, sexuell entwickelt wurde, median zusammengedrückt ist und nach Art der eigenthümlichen Rostralknorpel eine hervorragende Stütze erhalten hat. — Nach Analogie mit den Holocephalen sollte man nun auch annehmen, dass bei den Vorfahren der Gattung *Acanthodes* eine stark dem Kopf genäherte thorakale Dorsalis bestanden habe, die bei nachträglicher Kopfstellung die thorakal-segmentalen Gebilde auf das Cranium verschoben habe; in der That gehören *Climatius*, *Parexus* und *Euthacanthus*, die eine dem Kopf ausser-

*) Vergleiche auch die scheinbar gleichgelegenen Stacheln, die Woodward bei *Hybodus* (Catal. Brit. Mus. foss. fish.) fand und ebenso die von Traquair. (Proc. of the R. Phys. Soc. Edinburgh 1887—88 Vol. IX. Part. III, S. 420) festgestellte craniale Lage der Stacheln von *Oracanthus armigerus*. Sie können den oberen wie den unteren bei *Chimaeropsis* entsprechen; dagegen glaube ich nicht, dass sie den „corners“ von *Cephalaspis* gleichzustellen sind, da diese ja in der Fortsetzung der Mundspalte liegen. Eher könnte man sie mit den hinteren hornartigen Ecken des Discus bei den *Pteraspiden* vergleichen (nicht den cornua Lancasters)

ordentlich genäherte I. Dorsalis haben, zu den ältesten *Acanthodinen*. Bei *Climatius scutigera* Egerton, bei dem die I. Dorsalis aber in der Mitte zwischen Brust- und Bauchflossen steht, werden von Powrie (19) und Egerton (6) längs der Dorsalkante vom Kopf bis zur I. und von da zur II. Dors. „a double row of large umbonated scales“ angegeben und sind in den Zeichnungen deutlich zu erkennen; sie würden unseren Kopfschuppen entsprechen und haben hier die thorakale Lage. Die gleichen Gattungen besitzen aber auch ventral zwischen Brust- und Bauchflossen jederseits eine Reihe solcher „parapodialer“ Stacheln, die von dem Stachel der ersteren zu dem der letzteren überleiten; sie verlieren sich durch die Gattungen *Mesacanthus* und *Ischnacanthus*, wo nur noch 1 Paar intermediäre Stacheln existiren zu den Gattungen *Cheiracanthus* und *Acanthodes*, wo die erste Dorsalis überhaupt fehlt und die intermediären Ventral-Stacheln ganz verloren gingen.

Wenn also in all diesen Bildungen ein gewisser Parallelismus mit den Kopfschuppen von *Acanthodes* nicht zu verkennen ist, so verdient doch noch betont zu werden, dass die schon von Troschel hervorgehobene Existenz eines ventralen Schleimcanals bei *Acanthodes* einen ähnlichen Verlauf hat, wie die betreffenden Stacheln bei *Parexus* und *Climatius*, die dann einseitig vom Schleimcanal gelegen haben müssten. Wie ich mich an den Exemplaren aus der Sammlung des kgl. Oberbergamtes und des Herrn Dr. Felix überzeugen konnte, besteht derselbe aus zwei Aesten, die von der Brustflosse nach der Bauchflosse convergiren; sie setzen sich aber noch fort bis zum After, der kurz vor dem Analstachel deutlich gekennzeichnet ist. Den bei manchen Ganoiden (*Dapedius*, *Semionotus*, *Gyrodon*, *Lepidotus*) auftretenden dorsalen Schleimcanal zu den dorsalen Schuppen bei den *Acanthodinen* in eine Beziehung zu bringen, dafür fehlen bis jetzt alle Anhaltspunkte.

Ausser den erwähnten Schuppenreihen habe ich dorsal nur über den Augen nach rechts und links eine kleine Gruppe von Schüppchen beobachtet. Auf den Wangen fehlen die Schuppen ganz. Dagegen sind noch die ihrer Skulptur, Lage und Form nach als Orbitalplatten schon den älteren Autoren bekannten dermalen schuppenartigen Gebilde in Kürze zu erwähnen. Man hat sie mit den orbitalen Schleimcanalknochen der Ganoiden verglichen, was aber nur mit Vorbehalt geschehen darf; den Schleimcanal selbst tragen diese Schuppen nicht; sie müssen vielmehr in ganz ausnahmsweisem Verhalten in einem vortretenden Auge dem Apfel selbst mit ihrer inneren Fläche angelegen haben. Die Lage des Auges und die Entwicklung der Styloorbitale (Jor) ist auch nach anderer Seite hin merkwürdig.*)

Wenn dem orbitalen Ring des Schleimcanals angehörig, so könnten sie bloß von einer Schuppenreihe der zweiseitig an Grösse differenzirten Begrenzungs-schuppen der Seitenlinie am Rumpfe von *Acanthodes* vergleichend abgeleitet werden; der orbitale Ring würde ausserhalb dieser Schuppen nackt verlaufen, wie wir dies auch für die dorsalen Zweige am Kopfe annehmen müssen. Auch bei *Holocephalen* verhält sich der Schleimcanal am Kopfe nicht so wie am Rumpf.

*) In neuester Zeit erwähnt auch Woodward (Geol. Mag. 1890. Visit to American Museum) einen ring of circumorbital plates bei einem zweifellosen Plagiostomen: *Cladodus!*

Eine weitere Schuppenbedeckung findet sich auf der Kehlseite, die aber, wie es scheint, von der Kinnsymphyse nur bis zum Beginn des Radii hyodei reicht (Fig. III).

V. Mikroskopische Struktur der Schuppen und Orbitalplatten.

(Fig. IV a, b, c, d).

Wenn wir nun die histologischen Eigenheiten dieser Gebilde am Schädel darstellen wollen, so müssen wir auch die Körperschuppen mit in die Betrachtung ziehen. Pander, dessen Resultate Rohon l. c. S. 5 wiederholt, hat die hier im Flachscliff auftretenden Erscheinungen wohl beschrieben. Der obere Theil der Schuppen besteht aus reinem Dentin mit sehr deutlicher Schichtung. Im peripheren Theil, kann man hinzufügen, sind die Hauptstämme der Dentinröhrchen am stärksten ausgeprägt, in dem medianen mit kleinem Pulpalraum und in dem deutlich abgegrenzten Basaltheil der Schuppe treffen wir auf ein wirres spinnwebartiges Netz gleichmässiger, anastomosirender Dentinröhrchen. Der Basaltheil ist deutlich abgegrenzt; es werden die Schichten des Dentins weniger glänzend und hell, als es die über der Pulpa sind, und es tritt hiermit im Verein die Schichtung desselben überhaupt ganz zurück; die Dentinröhrchen laufen hier nach unten. Der Querschnitt ist in zwei aufeinander senkrechten Schnitten in Fig. IV. (a u. b) dargestellt, von welcher Fig. 4 (a) der Längsschnitt ist; hier zeigt sich eine stark zahnartige Bildung am hinteren Ende der Schuppen. An dieser Stelle, der eigentlichen Zahnschuppe, sind die horizontalen Dentinschichten ausserordentlich dünn und daher widerstandsunfähiger, so dass stark ätzende Säfte sie leicht auflösen und die Schuppe von oben herab aushöhlen, was zu irrthümlichen*) Auffassungen über Ober- und Unterseite und die Bildung derselben führen kann. Diese Erscheinung der Aushöhlung von der Spitze aus findet sich sehr häufig bei fossilen Fischzähnen. Knochenhöhlen sind, wie schon Rohon bemerkt, nirgends zu sehen, auch nicht in dem hiefür gerade wichtigen bis jetzt noch ununtersucht gewesenen Basaltheile der Schuppen, wovon ich zahlreiche Längs- und Querschliffe anfertigte.

Wir haben eben von einer hinteren Spitze der Schuppen gesprochen; dies scheint bei den quadratischen Schuppen nicht gerechtfertigt, wird aber auch durch makroskopische Eigenthümlichkeiten der unteren Seite der Schuppen gestützt. Bei *Acanthodes* ist die Oberseite quadratisch, die Unterseite spitz gewölbt; bei *Diplacanthus*, *Parexus*, *Euthacanthus*, ist der Culminationspunkt der unteren Wölbung (vgl. Gaudry, l. c. Fig. 245 und Powrie [7.]) mehr nach vorne verlegt und es verlaufen von hier nach der obenbezeichneten hinteren Spitze scharf convergirende Furchen. Während der oberflächliche pflasterartige Zusammenhang keinen Unterschied von hinten und vorne erkennen lässt, stützt das Verhalten der Unterseite den mikroskopischen Befund, wonach die hintere Spitze (die eine Diagonale der Schuppen läuft der Körperaxe parallel) der eigentlichen Zahnschuppe entspricht. Dies zur Betonung des, durchaus selachierartigen Verhaltens der Schuppen von *Acanthodes*, im Gegensatz zu den Schuppen der Ganoiden, wo histologisch die Spitze nie am Hinterende der Schuppe liegen kann.

Was nun die Kopfschuppe, die parapodiale Plättchen und Orbitalplatten betrifft, so zeigen sie auch nur Dentin Fig. IV. (d) S. 7 ohne jede Spur von Knochenhöhlen; es ist nicht undeutlich geschichtet und an der Stelle der Tuber-

*) Die Erscheinung ist noch viel extremer als es in der Figur (a hinten) dargestellt wurde. Es erscheinen durch die Aushöhlung auf der eigentlich glatten Oberfläche quadratisch-concentrisch scheinbare Zuwachsstreifen; bei Ganoidschuppen ist nun der Theil des innersten Kreises der Schuppen der älteste; hier aber ist ächt selachierartig der innerste Kreis die jüngste Bildung der Pulpa und der die Zahnschuppe enthaltende, peripher liegende der älteste.

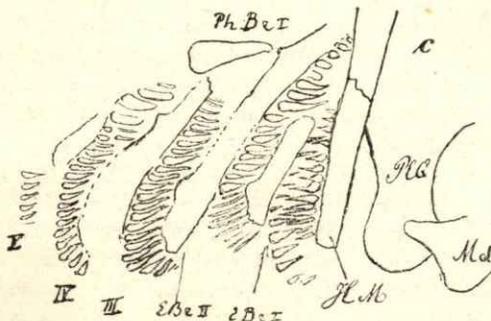
kel ist inmitten des gleichmässigen parallelen Verlaufes der Dentincanälchen ein wirr anastomosirendes Haufwerk von solchen zu bemerken. Rohon erwähnt nur, dass auch in den Orbitalplatten keine Knochenhöhlen vorkommen, nennt aber seine Beobachtungen mangelhaft und ohne Zusammenhang; das Gleiche muss von der Schlussfolgerung gelten, die er macht: „Sonach dürfte ein grösstentheils knorpelig beschaffenes Skelet auch bei diesen *Acanthoden* angenommen werden“.

Mit dem angegebenen Fehlen ächter Knochensubstanz in den Orbitalien stimme ich nach umfassenderen Untersuchungen überein; einer anderen Bemerkung muss ich aber entschieden entgegen treten. Rohon behauptet, die Schuppen von *Cheirolepis* stimmten in ihrer Form und ihrer Struktur gänzlich mit denen von *Acanthodes*. Trotzdem, dem systematischen Seitenblick zufolge, sicher von *Cheirolepis* (Stellung desselben unter den *Palaenisciden*) die Rede ist, fürchte ich, dass die Untersuchung an einem dem *Acanthodes* sehr nahe verwandten *Cheiroanthus* angestellt wurde, der in Bruchstücken bei schlechter Erhaltung ja nicht sehr leicht von *Cheirolepis* zu unterscheiden ist. Es ist im vorliegenden Falle gar nicht kurz auszudrücken, welche Umwälzungen in unsern gesammten Anschauungen über die Natur der alten Ganoiden eintreten müssten, wenn das wahr wäre, was Rohon behauptet. — Ich habe deshalb die *Cheirolepis*-Schuppen untersucht, hatte aber kein besonders günstiges Material für die erste histologische Prüfung. Die Schuppen bestehen aus stark hervortretenden Lamellen, ohne jede Spur von Dentinröhrchen. Die Lamellen sind derart, wie man sie nur in der Schuppenbasis mit ächter Knochensubstanz bei Ganoiden findet. Die jedenfalls zarten Knochenhöhlen fehlen, wie die Schuppen überhaupt sehr alterirt sind; da sich aber die Kopfknochen genau ebenso verhalten und in diesen von Pander Knochenhöhlen nachgewiesen sind, so kann das Fehlen derselben in den von mir untersuchten Schwanzschuppen nur von einer Zufälligkeit herrühren. — Bei weiteren Dünnschliffen zeigte es sich, dass die ersten Schlifflinien zu dünn waren; bei mässigem Dünnschliffen gewahrt man innerhalb der erwähnten Lamellen in vollster Deutlichkeit verlängerte Osteoblasträume, in höherer Lage trifft man ein quer zu diesen Lamellen gerichtetes „Lepidin,“ ganz wie es Pander bei den Kopfknochen von *Cheirolepis* darstellt (vgl. Ctenod. des dev. Syst. Taf. VIII Fig. 8, 9, 10). — So ist sicher, dass diese Schuppen mit denen von *Acanthodes* nur das Geringste — ihre Kleinheit — gemein haben.

VI. Das Kiemenbogensskelet (Fig. V).

Nach dem gefassten Plan der ableitenden Behandlung der einzelnen Skelettheile, kommen wir jetzt zu den Kiemenbögen. Sie verkalken in ganz der gleichen Weise wie die beschriebenen Gaumen-Skelettheile; bei allen zeigt sich eine starke Höhlung und in deren Hülle das mikroskopische Bild der Knorpelverkalkung.

Fig. V.



Bei dem Exemplar der Dr. Felix'schen Sammlung, das die Bögen zeigt (Fig. I), sehen wir die drei vordersten sehr stark verkalkt; von den hintersten

fehlen die Reste. An dem schönen Exemplar, das Kner (Sitzungsber. d. Wiener Akademie, Math.-natw. Cl. Bd. 57. I) beschreibt, sind auch die drei vordersten vollständig verkalkt; Anhangsgebilde, die wir gleich besprechen werden, nöthigen noch zur Annahme von zwei weiteren Bögen. (Siehe Fig. V). Der sichtbare Theil in beiden Fällen gehört dem epibranchialen Gliede an, dessen obere Spitze, wie es bei den Selachiern fast immer der Fall ist, frei und stark nach vorne verlängert ist, während sich das Pharyngobranchiale zum Unterschied mit Teleostiern und Ganoiden nach hinten richtet. Spuren von letzterem sind in dieser Lage in unserer Fig. I (Ph. Br. I) zu sehen und ebenso das gleiche Stück in der Kner'schen Fig. I Taf. VI (s. Fig. V); es scheint nur dies eine Pharyngobranchiale verkalkt zu sein.

Die obere Endigung des ersten Epibranchiale ist durch die des zweiten verdeckt; letztere erstreckt sich nach dem spitzen Hinterende des Parachordale. Der erste Bogen scheint sich unterhalb des Hyomandibulare nach einer tieferen Stelle der Cranialbasis zu richten.*)

Die Kiemenbögen verknöchern nun am allerspätsten; trotzdem sind sie auch bei den kleinsten Exemplaren in ihrer Fünzfzahl zu erkennen, da schon in sehr früher Zeit gewisse Anhangsgebilde vorhanden sind, die in wechselnder Weise von Troschel und Kner als Rechenzähne, von anderen Autoren als Kiemenstrahlen gedeutet wurden. — Man muss in der That der ersten Deutung zustimmen, indem doch diese Gebilde mit breiter Basis auf der vorderen Innenseite der Bögen in paariger Anordnung aufsitzen und ihre Spitze nach vorne richten, während bei den Kiemenradien gerade das Gegentheil der Fall ist. Sie sind an den Kiemenbögen der Teleostier weit verbreitet; auch von fossilen Formen kann ich sie z. B. von *Thrissops* und *Leptolepis* in vollständiger Gleichheit mit denen bei *Acanthodes* (vgl. auch Agassiz, Poissons fossiles Taf. 29c, F. 12 *Lepidotus* (?) *minor*. Ag.) anführen. Bei den Ganoiden treten mehr Zahnplättchen als solche einzelne Rechenzähne auf, die aber auch z. B. bei *Coelacanthinen* zu beobachten sind. Bei fossilen Haiischen sind vielzackige Rechenzähne z. B. bei *Xenacanthiden* beobachtet, wie auch solche bei vielen lebenden Haien *Notidanus griseus*, *Hexanchus*, *Scyllium*, *Acanthias* etc., vorkommen. In ziemlich vollständiger Gleichheit mit denen von *Acanthodes* wurden sie bei der lebenden *Selache maxima* von Pavesi (Ann. d. Mus. civ. d. stor. nat. di Genova vol. VI 1874)

*) Die äussere convexe Seite der Kiemenbögen ist so beschaffen wie sie es nur bei Selachiern ist; hierüber noch einige Worte. Bei Selachiern bestehen (selbst bei Vorhandensein der Opercularfalte) stärkere Kiemenscheidewände, die durch Knorpelradien gestützt werden. Von diesen sind dorsal und ventral häufig zwei gross entwickelt und an die peripheren Enden der übrigen als die sog. äusseren Kiemenbogen herungewachsen. Von der Vorderseite der Bögen entspringend liegt die Zwischenkiemenmuskulatur diesen Radien auf und hinter ihnen verläuft die Arterie (vgl. Vetter, Jen. Zeitschr. 8 und 12); es ist hier alles einseitig entwickelt. Bei den Ganoiden und Teleostiern ist aber die Ursache dieser einseitigen Entwicklung auf das Operculum verschoben; die Kiemen liegen frei, ihre Radialstützen, aus zwei symetrischen Hälften bestehend, bedürfen einer medianen bezw. symetrischen Befestigung am Bogenkörper, die Zwischenkiemenmuskeln sind stark reduziert und es befestigen sich die Radien an die stark flügelartig und symetrisch entwickelten Vorder- und Hinterkanten der Bögen und fassen die Arterie zwischen und unter sich. Da bei *Acanthodes* diese Form der Bögen fehlt, so werden sich auch die anderen Bildungen der Kiemenscheidewände, wie bei Selachiern resp. Holocephalen (vgl. Cap. VII) verhalten haben.

beschrieben und als Dentinbildungen erkannt.*) Ausser diesem Strukturmerkmal (obwohl hier das Dentin ausserordentlich dicht ist und nur wenige Röhrechen zeigt) kennzeichnen sich diese Rechenzähne bei *Acanthodes* auch noch dadurch als Dentinbildungen, dass sie zu gleicher Zeit mit den Schuppen, den Stacheln, Orbital- und Schädelplättchen auftreten, zu einer Zeit, wo noch keine Verkalkung im unzweifelhaften Knorpelskelet vorhanden ist.

Nur zwei Knochen sind dann noch stets zu bemerken, die mit den frühesten Spuren des Dermal-Skelets erscheinen und den bisherigen Deutungen und dem flüchtigen Blicke nach nicht zu letzterem zu gehören scheinen: das von Troschel (Kner) als „Hyoid“ gedeutete Knochenstück mit seinen „Radii branchiostegi“ und der Schulterknochen, der auch eher der primären Verknöcherung eines Ganoiden-Schultergürtel-Knorpels gleich sieht, als einem dermalen claviculaartigen Gebilde.

VII. Der Zungenbeinbogen (Fig. VI S. 20).

Die Reste desselben bestehen aus einem langen schlanken Knochen mit angefügten Kiemenhautstrahlen-ähnlichen Stäbchen. Die Troschel'sche Deutung**) derselben scheint die einfachste zu sein; trotzdem wurden sie erst spät so gedeutet und von Quenstedt mit dem Propterygium der Rothenpectoralis verglichen, von Huxley als oraler Tentakel mit kurzen seitlichen Abzweigungen angesehen, von Roemer als Unterkiefer, von Hancock und Atthey als das verlängerte Angulare desselben betrachtet. Als Hyoid eines Ganoiden muss der Knochen ein primärer sein, dürfte daher nicht der hypothetischen Forderung genügen, dass gleichzeitig mit dem übrigen Hautskelet und lange vor der Hauptmasse der Verkalkungen im Innenskelet erscheinende harte Skelettheile dem ersteren angehören müssen.

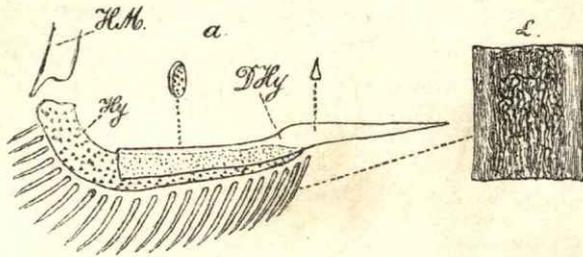
Und trotzdem ist es so; das sogenannte „Hyoid“ besteht in seiner ganzen Länge nur aus Dentin ohne Havers'sche Canäle (Fig. IVf), es fehlt jede Spur echter Knochensubstanz oder eines Uebergangs zu der Struktur des inneren Skelets, wie auch das durchaus massive Gebilde keine Höhlung innerer Knorpelpersistenz hat. Es kann also kein Keratohyoid selbst sein, sondern ist ein demselben angefügter Dermalknochen. Die Gestalt dieses Hyoidanhangs ist ausserordentlich charakteristisch: er ist ein langer massiver Stab, der hinten quer abgestutzt ist und ungefähr in der Mitte eine treppenartig geknickte Aufbiegung zeigt; von dieser Stelle an zeigt er nach vorne zu oben einen etwas schneidenden Rand, der ganz vorne in eine schärfere Spitze ausläuft, während er unten breit bleibt. Nach diesem oberen Rand und besonders der Spitze richten sich meinen Schliffen nach die Dentinröhrechen. Das Ganze wäre also histologisch ein stark verlängerter Zahn, der morphologisch eigenthümliche Funktionen eingegangen ist. Wie das Vorderende vor der Aufbiegung seinen Δ -igen Querschnitt beibehält und die vordere Spitze nie und nimmer der Symphyse mit der lingualen Copula entsprechen kann, so zeigt die hintere etwas höhere Hälfte eine allmähige Verdünnung und Spuren einer einseitigen Auflagerung, indem die eine, die der

*) Hier findet sich auch die Bezugnahme auf die fossile *Selache* (*Hannovera*) aus dem Crag von Antwerpen, welche Gattung eben auf solche Kiemenbogenzähne zuerst aufgestellt wurde (Zittel l. c. S. 85).

**) als Hyoid mit den Radii branchiostegi.

Mandibel zugekehrte Seite, ganz glatt und gewölbt ist, die entgegengesetzte concave aber langgestreckte Auflagerungsfurchen und -Rippen zeigt. Diese Seite hat auch eine zweite der Umbiegung der Mandibel nach der Kinnsymphyse entsprechende, also der Zungenaxe zugewandte Concavität. Dies wäre die Fläche, womit der hypothetische Zahn ausserhalb und auf der ihm tragenden Unterlage an- und aufgelegt haben kann. Es ist dabei die Frage berechtigt, warum diese Unterlage, die hier dem eigentlichen Hyoidknorpel entsprechen würde, nicht wie die übrigen Theile des Visceralskeletes verkalkt ist.

Fig. VI.



Hierfür liessen sich nun viele Beispiele aus der Morphologie der Fische anführen, die das als eine durchaus gewöhnliche Erscheinung kennzeichneten, dass, sobald an einem inneren Skelettheil periphere Verknöcherungen auftreten, die in gewisser Weise dessen Funktion übernehmen können, derselbe in Bezug auf andere homologe Glieder in seiner eigenen Befestigung zurückgeht; ja es werden sogar Resorptionen schon abgelagerter Kalksalze und des Knorpels selbst vorgenommen. Das gilt hauptsächlich von der ächten primären Verknöcherung selbst in Bezug auf die vorausgehende Knorpelverkalkung, bei dermalen Verknöcherung in Bezug auf vorausgegangene primäre Skelettheile. Bei einfachem Dentin ohne ächte Verknöcherung*) ist mir nur ein Beispiel bei *Chimaeropsis paradoxa* v. Zittel bekannt.

Ich habe an anderer Stelle auf die früher als Chagrinbedeckung gedeutete Knorpelverkalkung im Cranium von *Chimaeropsis* aufmerksam gemacht und die Lage der beiden Hautplatten als den oberen und unteren postorbitalen bei *Ischyodus* und den lebenden Holocephalen vorkommenden Cristen des Craniums entsprechend festgestellt; unter der unteren dieser Platten fehlt aber gerade die Knorpelverkalkung, was Riess bei seiner Bearbeitung wohl beeinflusst hat, die peripher von ihr auftretende körnelige Kalkmasse für Chagrin zu halten; diese entspricht aber eben dem Kalkknorpel (siehe Palaeontogr. XXXIV Taf. III Fig. V).*) Derart local kann die Kalkablagerung im darunter liegenden Knorpelskelet beeinflusst werden. Die Eigenthümlichkeiten der inneren Fläche der hinteren Hälfte des „Dentohyoids“ können also nicht anders gedeutet werden, als durch die Anlagerung an ein gleich langes nach vorne sich verschwächendes Knorpelglied, dessen Reste nicht erhalten sind und es nicht nothwendig sein müssen. Mit der so festgesetzten Länge des eigentlichen Hyoids stimmt

*) So sind auch die stacheltragenden Knorpel der Dorsales meist nicht verkalkt, während die unmittelbar dahinterliegenden Stücke es sind (Holocephalen); bei *Wodnika* (vgl. v. Münster Beitr. VI, Taf. I, Fig. 1) beginnt die Verkalkung erst etwa mit dem vierten Flossenstrahl hinter dem Stachel. Ähnliches gilt auch von Verkalkungen im Brustflossenskelet von *Acanthodes* (vgl. unten Cap. IX. S. 27 Anm. 1).

sowohl die Länge der Mandibel aussen (exclus. Praemandibel) als auch innen die ventrale Ausdehnung der Kiemenbögen; Rechenzähne sind in der vorderen Mundhöhle nicht vor der Aufbiegung des Hyoids (vgl. Fig. VI) zu beobachten. Weiterhin reichen die sogenannten Kiemenhautstrahlen (Kner, Troschel, Rohon) nur bis zu der eben charakterisirten Grenze (vgl. auch Römer l. c. S. 68, Taf. IV, Fig. 1, und Quenstedt l. c. Taf. 24, Fig. 20). Auch hierdurch wird wahrscheinlich, dass das eigentliche Hyoid keine weitere Ausdehnung gehabt und dass das, wie wir annehmen, demselben angelagerte Dentohyoid eben als Anhangsgebilde sich dem durch Einschaltung der langgestreckten Praemandibel verlängerten Unterkiefer angepasst hat.

Dieser Verlängerung entsprechen auch die schon früher besprochenen ungewöhnlichen Entwicklungen im Oberkiefer, besonders die vor die Spitze des Palatoquadrats vorgeschobene Lage des Auges, womit weiterhin die eigenartige Entwicklung des Orbitostyloids, des Praelabiale und des hinteren Labiale im Zusammenhang stehen muss.

Was nun die von Troschel als Kiemenhautstrahlen bezeichneten stäbchenartigen, etwas gekrümmten Anhänge des Dentohyoids betrifft, so hat sie schon Römer genügend charakterisirt. Wenn sie auch bei jungen Exemplaren die Länge der Kiemenbogenrechenzähne besitzen, so werden sie bei alten viel länger, sind überhaupt bedeutend schmaler, fast gleichmässig dick, drehrund und glatt, und zeigen nicht wie jene eine Längsstreifung; ihre proximale Endigung hat weder Hals, noch Kopf.

Man könnte trotzdem sie leicht als Homologa der Rechenzähne ansehen, besonders wenn man bedenkt, dass die Kner'sche Abbildung (Fig. V, Copie) thatsächlich solche an der Hyomandibel zeigt, die denen des ersten Kiemenbogens entgegenstehen.

Hier hat nun kein Ganoid oder Teleostier Rechenzähne und ist es eine Eigenschaft der Selachier (vgl. *Selache maxima*), solche auch an dem ganzen Hyoidbogen dorsal und ventral zu besitzen. Von diesem Besitz ist vielleicht auch das dermale Hyoid abzuleiten und es ist sehr verführerisch, auch die fraglichen Radian in die gleiche Kategorie einzureihen; besonders scheint dies dringend, weil ihre Struktur ein reines Dentin zeigt (vgl. Fig. VI a) und bei Selachiern derartige Branchiostegal-Gebilde nirgends beobachtet wurden. Ich war auch lange Zeit dieser Meinung und glaubte in dem am Ende des Abschnitts besprochenen rechenzahnartigen Verhalten der Radian bei *Ischnacanthus* einen Beweis hierfür zu haben. Angaben und Abbildungen hierüber sind aber nicht genügend zuverlässig, die Eigenheiten in der Form und Lage bei *Acanthodes* nicht zu übersehen und es lassen sich kaum Gründe anführen, die Umformung zu rechtfertigen. Ihre Form- und Wachstums-Verschiedenheit von den ächten Kiemenrechenzähnen liessen nur einen erheblichen Funktionswechsel voraussetzen. Würden sie also an der Innenseite des Hyoidbogens ansitzen, so ist bei ihrer Länge gar keine andere Lage denkbar als die der Rechenzähne und zugleich die Funktion derselben. Dass sie Stützen einer Hautfalte sind, darüber kann auch kein Zweifel sein und ist ihre Lage an der inneren Längsseite des Hyoids infolge dessen unannehmbar.

Es bleibt also nur die Lage, die der der Rechenzähne entgegengesetzt ist und auch dem gewöhnlichen Befund entspricht, die an der unteren, der

Mandibel zugewandten Kante des Hyoids. Es ist zu betonen, dass nie eine den Rechenzähnen der vordersten Kiemenbögen entsprechende Lage zu beobachten war; während diese ihre Spitze durchaus nach der Mundöffnung zu richten, ist bei den fraglichen Gebilden gerade das Gegentheil der Fall und haben sie die täuschendste Aehnlichkeit in der Lagerung mit Radii branchiostegi. Sie ohne Weiteres als solche zu erklären, hat aber auch seine Schwierigkeit. Wo wir nämlich solche in typischer Activität finden, so sind sie nie ohne ein Operculum, an dessen Innenseite, als dem stärksten Dorsalglied, die die einzelnen dermalen Glieder der Branchiostegalfalte bewegende Muskulatur inserirt. Hiermit hängt auf das Innigste zusammen, dass, wenn eine Reduktion dieser Glieder eintritt, sie ventrodorsal vor sich geht, d. h. dass das Operculum zuletzt davon betroffen wird, wie es auch die Thatsachen bestätigen. Ganz das Gleiche gilt von den die Funktion der Radii branchiostegi unterstützenden Jugular- und Infraclavicularplatten. Wir könnten also hier nicht von einem reduzirten Branchiostegalapparat sprechen, höchstens von den ersten Anfängen zu einem solchen, wobei es durchaus fraglich bleibt, ob die Glieder activ zur Bewegung einer Branchiostegalhaut beigetragen haben. Diese ersten Anfänge zu dem Apparate wären aber weniger in den Gliedern selbst zu sehen, als in dem Vorhandensein einer durch ihre Anwesenheit wahrscheinlich gemachten, mehr oder weniger entwickelten Kiemendeckfalte, deren passive dermalen Stützen sie gewesen sein mögen, Bildungen, die funktionell wohl ebenso wenig mit ächten Radii branchiostegi zu thun gehabt haben, als die Orbitalplatten der *Acanthodinen* mit dem Suborbitalring der Ganoiden (vgl. Kapitel XII.)*

Die Anwesenheit einer Branchiostegalhaut ist mit Selachiern oder Knorpelfischen im Allgemeinen nicht unvereinbar; haben dieselben doch auch die Holocephalen; ja es muss auch unter den Plagiostomen ebenso Vertreter mit einer Kiemendeckfalte gegeben haben, da der Besitz derselben nicht an die Autostylie des Schädels gebunden ist und die hyostylen Vorfahren der Ganoiden mit einer Opercularfalte unter den Selachiern geradezu durch das Vorhandensein derselben bei den Holocephalen a priori zu fordern sind.

Dass diese Stützen sich gerade an der Ventralseite finden und nicht auch dorsal, mag darin seinen Grund haben, dass die Hyomandibel mit ihrem oberen Abschnitt ganz von dem Palatoquadratum bedeckt ist. Aehnliches gilt vom oberen Ende des vordersten Kiemenbogens, wie überhaupt entsprechend der Annahme einer ventral überwiegenden Opercularfalte eine starke dorsale Concentration der Kiemenbögen nach vorne zu bemerken ist.

Bemerkenswerth ist die Entstehung der Radii branchiostegi bei den Teleostiern die Joh. Walther in ihrem Entstehungsmodus direkt mit den Kiemen- i. e. Rechenzähnen vergleicht, ja sie sogar davon abzuleiten vorschlägt (Jen. Zeitschr. für Naturw. XVI. N. F. IX, S. 13.). Hiergegen ist einzuwenden, dass Schlundzähne entweder im Schlund zu Grunde gehen oder nur dort umgeformt werden, wie etwa das Dentohyoid. Zahnbildungen aber der

*) Besonders hat *Cheiracanthus* (vgl. u. a. Egerton [7]) die Radii hyoidei derart entwickelt, dass sie bis zum Claviculoid reichen und alle Kiemenbögen überdecken: möglicherweise haben sie mit ihren Spitzen weit über die Deckfalte hinausgeragt und einen zahnartigen Schutz der Kiemenspalten gebildet; nach einem Exemplare des Münchener palaeontol. Museums scheinen sie sich einfach und doppelt dichotomisch zu theilen. Aehnliches erwähnt auch Rohon bei *Acanthodes Lopat'ni* (l. c. Taf. I, Fig. 16): hier sollen sogar jederseits des Hyoids 2 Reihen sich dichotom theilender „Kiemenhautstrahlen“ vorliegen; die Zeichnung macht den Eindruck der unbeeinflussten Wiedergabe der Vorlage. Wie dies zu erklären, ist mir unbegreiflich. Sollte die eine Reihe den Rechenzähnen (siehe Schluss des Abschnitts) entsprechen? Jedenfalls kann dann nicht von einem *Acanthodes* die Rede sein, schon deshalb, weil Rohon in Uebersetzung der Gattungsdiagnose hier von einer I. Dorsalis spricht.

Gegenseite der branchialen Bögen müssen unmittelbar als Umbildungen von äusseren Hautzähnen angesehen werden; für solche Wanderungen fehlt jeder thatsächliche Nachweis, die Möglichkeit und auch die Nothwendigkeit.*)

Wir nennen also die fraglichen Radii branchiostegi, als eine eigene Bildung, Radii dentohyoidei und vergleichen sie in ihrer Funktion in vorläufiger Weise sowohl mit den Rechenzähnen oder Zähnen überhaupt, als mit ersteren; sie können am Hyoid neben den hinteren Knorpelradien desselben auftreten, wie die Rechenzähne neben den knorpeligen, sogenannten „Pharynxradien“ an den inneren Kiemenbogenkanten und dienen vielleicht zur Erhöhung des Nachdrucks, der Schwere oder Trägheit der Kiemendeckfalte.

Das Dentohyoid können wir, wie erwähnt, allenfalls von „Rechenzähnen“ des Hyoids ableiten; dann kann es, wie dies auch der thatsächliche Befund lehrt, nur die der Mandibel zugewandte Seite des Hyoids eingenommen haben. Das knorpelige Hyoid der meisten Selachier hat nun eine tiefe Lage nahe dem Unterrand der Mandibel und ist nach Gegenbaur oft in einer Rinne der letzteren durch straffes Bindegewebe fest eingebettet; so haben Hancock und Atthey das Dentohyoid für das Angulare des Unterkiefers gehalten. Durch diese ausserordentlich enge Anlagerung ist das Dentohyoid auch sehr geeignet, in seiner oralen Erstreckung die Angliederung der Praemandibel an die Mandibel zu unterstützen; hierin ist jedenfalls der Grund zu seiner eigenthümlichen Entwicklung, zu seiner Bildung überhaupt zu sehen, welche nach hinten den Ansatz anderer Dermalgebilde begünstigt und die Verkalkung des Hyoids selbst unnöthig gemacht hat.

VIII. Bezahnung der Acanthodinen.

Interessant ist, dass das Dentohyoid überhaupt die vorderste Zahnbildung der Mundhöhle bei *Acanthodes* ist. Was das Zahnvorkommen bei anderen *Acanthodinen* betrifft, so haben wir schon die fraglichen Zähne von *Acanthodopsis* oben (S. 9) behandelt. Der einzige *Diplacanthus* (*Ischnacanthus*) *gracilis* (vgl. Powrie l. c. Taf. X; Egerton l. c. Taf. IX S. 70 und Traquair l. c. S. 512) soll eine „powerful dental armature of its jaws“ besitzen. Diese „Kiefer“ lassen sich aber nicht auf das Palatoquadratum und die Mandibel beziehen, sondern auf das Dentohyoid und die ventrale Hälfte des ersten Kiemenbogens. Bei der Powrie'schen Figur hat es nun den Anschein, als ob die Radii hyoidei (scheinbar zahnartig) den ventralen Rechenzähnen des ersten Kiemenbogens opponirt ständen. Entweder hat hier der Hyoidbogen, wie die Hyomandibel, Rechenzähne und die Radien fehlten oder es liegt hier ein Beweis vor, dass die Radii hyoidei in der That von den Rechenzähnen des Hyoids abzuleiten sind, was allerdings aus dem Verhalten von *Acanthodes* keinen direkten Beweis erhält. Hier ist der oben erwähnten Fig. 16 Taf. I bei Rohon zu gedenken, wo bei einem fälschlich als *Acanthodes* bezeichneten *Acanthodinen* am „Hyoid“ je 2 Reihen nach 2 Seiten divergirend

*) Schwer zu entscheiden ist, ob diese Gebilde bei *Acanthodes* auf der Aussen- oder Innenseite der Branchiostegalfalte d. h. über oder unter deren Muskulatur gelegen haben. Im ersteren Falle wären es den ächten Branchiostegalradien naheliegende Gebilde, im letzteren den Rechenzähnen vergleichbare, zwei Möglichkeiten, die wohl keinen Uebergang zulassen. Ein gewisser vorläufiger Abschluss in der Auffassung dieser Gebilde würde auch hier zu weit führen.

gelegter und für sich dichotom getheilter Radien ansitzen; ist die Figur glaubwürdig so wird die Complicirtheit noch grösser; beide — die Powrie- und Rohon'schen Figuren und Diagnosen bedürfen in dieser Hinsicht noch einer weiteren Bestätigung.

Das scheint aber wichtig, dass bei sämtlichen Acanthodinen vor dem Hyoid keine eigentlichen Zähne existirten; da die Rechenzähne selbst nur eine sehr geringe Activität für den Fang oder das Festhalten der Nahrung besitzen, so ist hierdurch, wie mir scheint, überhaupt eine Erklärung der starken Verkalkung in allen der Gaumenhöhle zugewandten Theilen gegeben.

IX. Skelet der paarigen und unpaaren Flossen (Fig. VIII e S. 33).

Wir gelangten nun zur näheren Besprechung des noch einzig übrigen, gleichzeitig mit allen anderen Dermal- (Dentin-) Skelettheilen auftretenden Schultergürtelknochens, der, wie es scheint an der Grenze zweier Knorpel-elemente entstehend, auch in gewisser Weise die Festigkeit der beiden in einheitlicher Anlagerung zu stützen berufen ist; auch hier fehlt die Knorpelverkalkung. Ehe wir zu ihm selbst (Cap. X) übergehen, betrachten wir die stets mit ihm auftretenden Pectoralstacheln im Zusammenhang mit den übrigen Rumpfflossenstacheln.

Diese Stacheln stehen mit Ausschluss des Schwanzes vor sämtlichen paaren und unpaaren Flossenlappen; äusserlich Selachierstacheln ähnlich sehend, vermisst an ihnen Huxley dennoch die Art der Insertion, die bei jenen vorhanden ist; auch stellt Huxley und nach ihm die übrigen Autoren die Stacheln vor der Brustflosse in eine Parallele mit den gleichen Bildungen bei *Spatularia*. In Rohon's Abhandlung sind Stacheln zwar gut von aussen dargestellt, er bespricht aber auch nicht das Hauptmerkmal derselben, das sie unweigerlich zu Selachierstacheln stempelt, die sehr grosse proximale Höhlung, die bis in ziemlich starke Höhe des Stachels hinaufreicht und weiter bis zu einem gewissen Punkte der Ausbuchtung des unteren Hinterrandes des Stachels nach hinten offen ist; es entspricht so die Form des Stachels durchaus der Form derselben bei den Chimaeriden, die auch bei fossilen Vertretern sich gleichbleibt (*Metopacanthus*, *Ischyodus*, *Chimaeropsis*).*)

Auch der Struktur nach ist der Stachel der Acanthodinen ein Selachierstachel, die Höhle zugleich der Ausgangspunkt eines in seinen Verzweigungen und Anastomosen nach dem Vorderrand gerichteten Vasodentins, ohne jede Spur von Knochenhöhlen (Fig. IVe, S. 7); die Charakteristik des Dentins bleibt die der Schuppen (s. a. Rohon Taf. I Fig. 15, der nur ein „kleines Bruchstück“ schleifen konnte); die Dentinröhren verhalten sich nur mehr wie die der Basis der Schuppen (vgl. unten über *Machaeracanthus* S. 32.) Die Stacheln befinden sich nur auf dem Vorderrand der Flossenlappen; die Angaben Kners von zwei Stacheln, je einem am Vorderrand und Hinterrand der Brustflossen haben sich in keiner Weise bewahrheitet, sind nach den Abbildungen nur die Stacheln der Ventrals und werden auch in v. Zittels Handbuch nur nach „Kner“ auf-

*) Vergl. Cap. XII unsere allgemeinen Betrachtungen über die Bedeutung des unteren Endes der Flossenstacheln.

geführt. Dass die Stacheln nur dem Vorderrand der Flossen angehören, hat eine ziemlich bedeutende systematische Wichtigkeit.*)

Die Flossenstacheln entstehen nämlich bei den lebenden Haifischen dadurch, dass sich über dem vordersten etwas zugespitzten Interspinale (siehe Mayer*) Taf. 17, Fig. 15) eine Schmelzkappe bildet, d. h. eigentlich eine kappenartige, aussen stachelig-spitze Hautplatte sich absetzt, die in diesem Knorpel direkt ihre Stütze findet. Diese Stacheln haben also nichts mit den Flossenstrahlen oder mit Fulcren (vergl. hierüber Römer l. c. S. 79) zu thun, sondern stellen wahrscheinlich nur eine unpaar gewordene „parapodiale“ Platte dar (vgl. unsere Bemerkungen S. 14.) Sie sind zu einem dermalen Schutz des vordersten stärksten Rückenflossenknorpels und der nachfolgenden Radialstrahlen umgewandelt und nach unseren jetzigen Erfahrungen entspricht einem Stachel immer nur ein inneres Knorpelglied.

Wenn wir dies also auf die paarigen Flossen anwenden und alle Typen der Knorpelskelete typischer Plagiostomen durchmustern, finden wir keinen, dessen vorderster Theil — das „Propterygium“ — so entwickelt wäre, dass er als Träger des äusseren Stachels funktionieren könnte. Dem gegenüber ist nun hervorzuheben, dass die Brustflosse der Selachier durch die Art der Verschmelzung der Knorpeltheile einen nur wenig differenzirteren Typus den Rückenflossen gegenüber einnimmt, dass es mehrere Typen der letzteren giebt, die sich den ersteren ausserordentlich nähern und dies sind gerade die stacheltragenden Rückenflossen. Was weiter die Holocephalen betrifft, so ist z. B. gar kein Zweifel, dass das Pro-Mesopterygium der *Chimaera monstrosa* nur unter geringen Umänderungen einen ausserordentlich passenden Träger den pectoralen Stacheln abgeben könnte; diese Umänderungen wären bedeutend geringer als die Unterschiede zwischen stacheltragenden und stachellosen Dorsalflossen bei Plagiostomen.

Ueber die Ausdehnung des inneren Flossenskelets geben ausser ganz geringen, unten näher besprochenen verkalkten Resten stets sehr deutlich und früh entwickelte Anhangsgebilde Aufschluss, die ihre endgültige Deutung auch noch nicht erfahren haben.

v. Zittel fasst die Kenntnisse hierüber wie folgt zusammen: „Hinter dem Hauptstachel (der Pectoralis) liegt meist ein Bündel kurzer ungegliederter Stäbchen, die vielleicht als Flossenstrahlen gedeutet werden dürfen“. Diese dem Stachel ziemlich parallelen Stäbchen beginnen, wie schon Troschel bemerkte, erst in gewisser Entfernung von dem unteren Stachelende; es ist dies keine Zufälligkeit und die Entfernung stimmt genau mit dem oberen Abschluss der nach hinten offenen Höhlung des Stachels zu der geschlossenen apicalen Pulpal-Röhre. Hier, müssen wir annehmen, endete der Zusammenhang des stacheltragenden Knorpels mit dem hinteren Knorpelskelet der Flosse.

Nach Analogieen zu schliessen, ist dies auch der Aussenrand des letzteren und hiermit stimmt auch, dass die unteren (proximalen) Endigungen der fraglichen Stäbchen gewöhnlich in einer Linie senkrecht zum Stachel angeordnet sind.

Was nun diese Stäbchen selbst betrifft, so sind sie bei jungen Exemplaren nicht quer und nicht längs gegliedert, oben und unten fast gleich breit und nehmen nach hinten nur wenig an Länge ab; es entsprechen nicht je zwei

*) Es ist auch nicht daran zu denken, dass hier ähnliche Gebilde zwischen der Pectoralis und Ventralis existiren, wie bei den nahe verwandten *Diplacanthus*, *Climacius*, *Parecus* und *Euthacanthus*, die ventrale Parapodialstacheln genannt werden müssen, wie dergleichen dorsal vor und hinter den Rückenflossen bei *Acanthodinen* selbst und recenten Haien und Seekatzen vorkommen und segmental angeordnete Gebilde sind. (vgl. Parapodoide und Parapodialschuppen in P. Mayer, Die unpaaren Flossen der Selachier. Mitth. der zool. Station zu Neapel Bd. VI 1886 und unsere Betrachtungen S. 14.)

einander in lateraler Anordnung, so dass sie eine Höhlung zwischen sich lassen, wie bei den Flossenstrahlen aller Ganoiden und Teleostier, sondern jedes erscheint selbstständig drehrund, ist für sich massiv und strukturlos und, nach Querbrüchen zu schliessen, sind sie nicht in 2 Ebenen angeordnet, sondern wirr zusammengebündelt. Dies stimmt damit, dass im späteren Alter je drei oder fünf basal zusammenwachsen und eine basal unpaare, aussen besenartige Bildung hervorrufen. *)

Bei jungen Exemplaren ist dies nicht zu beobachten und ausser dem Augenschein kann man die basale Verkittung und Umkittung auch aus dem Zahlenvergleich schliessen, man zählt bei alten Exemplaren proximal um $\frac{1}{5}$ weniger als distal oder als proximal und distal bei jungen Exemplaren.

Dies Alles ist nur erklärlich, wenn wir die betreffenden Gebilde als in vital verkalktem Zustande überlieferte Hornstrahlen ansehen, wie wir dies allerdings nur von der foss. Selachier-Gattung *Xenacanthus* kennen, bei der auch im Skelet starke Verkalkungen beobachtet sind.

Aus dem vorliegenden Material der Dr. Felix'schen Sammlung ist auch ersichtlich, dass dieselben ausser den Brustflossen nur noch an den Bauchflossen vorkommen. Ich meine hiermit nur „in dem verkalkten, erhaltungsfähigen Zustand“; an den anderen Flossen werden weiche Hornstrahlen natürlich nicht überhaupt gefehlt haben. Die Ungleichheit in der Verkalkung scheint damit zusammenzuhängen, dass hier die Flossenlappen beschuppt sind; bei den paarigen Flossen ist dies nicht der Fall. Da die Hornstrahlen stets das Ende des Knorpelskelets bezeichnen und dieselben dem Stachel fast parallel in der oben schon näher bezeichneten Entfernung in einer Richtung senkrecht zu demselben nach hinten ziehen, so lässt sich schliessen, dass der Oberrand der einzelnen Knorpelstrahlen nicht von vorne nach hinten successive ansteigt, sondern alle vom vordersten nach dem hintersten ziemlich in einer Geraden liegen oder gar etwas absteigen, wie dies bei den stacheltragenden Rückenflossen lebender Haie zu bemerken ist. Der Stachel bezeichnet daher den Culminationspunkt des inneren Skelets.

Es existiren nun auch thatsächlich Verkalkungen von inneren Knorpeltheilen des Brustflossenskelets: je 3 fast quadratische Stücke, die in einer Reihe liegen, aber doch merklich parallel dem Stachel und den Hornstrahlen verlängert sind; sie beginnen nicht direkt hinter dem Stachel, sondern entsprechen den beiden hintersten Dritteln der Hornstrahlen (siehe Fig. VIIIe); sie sind aber so mächtig entwickelt, dass den vordersten Hornstrahlen nur ein einziges, nicht verkalktes Glied entsprechen kann, das in seiner Grösse einen Uebergang zu dem stacheltragenden Knorpel bilden würde. Der periphere Abschnitt des Innenskelets wäre also mit grösster Sicherheit festzustellen: er besteht aus 4 fast quadratischen Radien, die sich an den vordersten, stacheltragenden parallel anschliessen; keiner dieser Radien erreicht den Schultergürtel, ausser dem stacheltragenden Glied. Der Stachel selbst berührt nur in einem kleinen Schlitz das unterste Ende des vorhandenen Schultergürtelanhangs oder gar nicht; es muss also der stacheltragende Knorpel sich ausserhalb dieses Punktes an einem hypothetischen Schultergürtelknorpel befestigt haben. Da der propterygiale

*) Hierauf bezieht sich wohl die Beobachtung Troschels l. c. S. 7: „Diese weichen Strahlen zeigen deutliche Verzweigungen.“

Stachelknorpel nun selbst die übrigen Radien nicht trägt, so muss eine weitere Verbindung der letzteren mit dem Ansatzpunkt der Flosse am Schultergürtel angenommen werden, die folgenden Forderungen genügen muss: 1) muss sie mit dem propterygialen Stachelknorpel vereint das Flossengelenk bilden; 2) muss sie noch geringer gegliedert sein, als das festgestellte periphere Skelet. Es müssen Verschmelzungen eingetreten sein, die die Wirkung des Stachels mit breiter Axe unterstützten, Verschmelzungen, in die sogar der Stachelknorpel einbezogen sein konnte. In einem so gedrungenen Bau des Innenskelets finden wir interessante Aehnlichkeit mit dem der stacheltragenden unpaaren Flossen von Plagiostomen und Holocephalen, und einzelnen Ueberlieferungen foss. Vertreter der beiden Gruppen (*Acrodus*, *Ischyodus*.*). Das in Fig. VIII e nach obigen Ueberlegungen deducirte hypothetische Innenskelet entspricht fast vollständig dem Rückenflssoenskelet eines jungen *Centrophorus*.

Weiter ist in dem Dargelegten eingeschlossen, dass bei einer derartigen Anordnung von Stachel, Hornstrahlen und peripheren Radien an einen biserialen (archipterygialen) Typus der paarigen Flossen von *Acanthodes* nicht zu denken ist.

X. Der Schultergürtel (Fig. VII S. 28).

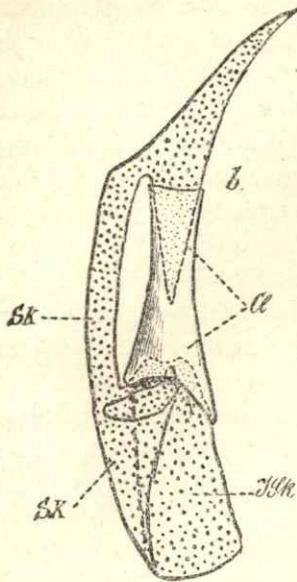
Ein mit dem pectoralen Stachel stets verbundener, von den meisten Autoren**) als Schultergürtel bezeichneter Bestandtheil erfordert eine besondere Besprechung: ein schlanker Knochen, Fig. VII. Cl, näher dem unteren Ende von aussen eingeschnürt, oben quer abgestutzt, ist er unten unregelmässig begrenzt und mit einem kleinen Einschnitt versehen, der einer geringen Einlenkung (?) der untersten Stachelspitze entspricht; das vor diesem Einschnitt liegende Stück reicht weiter nach unten, als das hintere.

Von oben und unten gehen nach dem eingeschnürten massiven Theile 2 mehr oder weniger tiefe Höhlungen, die in der Figur punktirt sind; das Stück macht den Eindruck eines Röhrenknochens mit oberer und unterer Knorpelpersistenz, was wohl zu ächter Verknöcherung stimmen würde, aber nicht recht vereinbar ist mit der Oberflächenverkalkung der übrigen Gebilde, deren periphere Endigungen stets geschlossen sind und in ihren inneren Theilen nicht massiv werden, also sich gerade umgekehrt verhalten; es ist daher eine wichtige Frage, in welchem Verhältniss das Gebilde zu dem Schultergürtelknorpel steht, dessen Existenz wir schon bei Besprechung der pectoralen Flossen betonten. Merkwürdig ist nun vor allem, dass bei ganz jungen Formen der massive Theil schon voll entwickelt d. h. das Erste ist und zu gleicher Zeit mit allen übrigen Hautgebilden: Stacheln, Schuppen, Orbitalplatten, Kiemenzähnen und dem Dentohyoid auftritt, zu einer Zeit, wo noch kein Knorpel oberflächlich

*) Bei der *Wodnika*-Rückenflosse (vgl. Münst. Beitr. VI, Taf. 1, Fig. 1) sind die peripheren verkalkten Radien sehr schlank und weitschichtig; es sind dies die hintersten Glieder der dritten äussersten Reihe der Flossenknorpel; es werden dieselben aber von vorne nach hinten länger, was nur bei stacheltragenden Rückenflossen der Fall und mir ein Beweis ist, dass basalwärts sehr starke Verschmelzungen und Concentrationen vor sich gegangen sind. Diese Theile sind dagegen unverkalkt, wie die gleichen bei *Acanthodes*.

**) Nur Gaudry bezeichnet (Enchain. du Monde anim. 1883) bei *Diplac. longispinus* Fig. 244 diesen Theil als Operculum.

Fig. VII.



verkalkt ist, so dass also auch an eine ächte innere Verknöcherung, die ja erst der Knorpelverkalkung folgen dürfte, nicht gedacht werden kann. Es könnte also nur eine Hautverknöcherung, ein claviculartiges Gebilde, ein „Claviculoid“ vorliegen, das ja nicht an die eben erwähnte Zeitfolge gebunden ist. Thatsächlich ergibt die mikroskopische Untersuchung keine Spur von solchen Knorpelhöhlen, wie wir sie in dem Gaumenskelet von *Acanthodes* und der Vorverkalkung der Teleostierknochen kennen, sondern wie bei dem gleichzeitig entwickelten Dentoxyoid und den übrigen gleichzeitigen Dermal-Bildungen — nur Dentin und dies selachierartig ohne Begleitung der charakteristischen Knochenhöhlen (Fig. IV g). Das Dentin des Claviculoids ist zum Theil wohlgeschichtet, ohne Havers'sche Canäle und sonstige Hohlräume, ist lagenartig entwickelt, wie dies Riess (Palaeontographica Bd. XXXIV, Taf. III, Fig. VI und Taf. II, Fig. 10) von den cranialen Hautplatten bei *Chimaeropsis* darstellt, die ebenso in ihrer Struktur auffällig von den gefässreichen Stacheln unterschieden sind. *)

Wie so der eingeschnürte Theil der älteste ist und der Hauptzuwachs nach den beiden Höhlen zu stattfindet, so zeigt sich dies auch mikroskopisch, indem dem eingeschnürten Theil ein pulpaler Strahlpunkt der Dentinröhren entspricht (vgl. Fig. IV g S. 7); dieselben ziehen sich nun nach beiden Höhlen hin und hier legen sich oben und unten in einem Wachsthum, wie bei den Stacheln, die neuen Dentinlamellen an. Es fehlen hier ganz die Havers'schen Canäle und wenn sich daher das Claviculoid im Wachsthum wie ein Stachel verhält, so hat es doch den Strukturtypus der Schuppen. Aehnliche Gegensätze findet Riess (l. c. Taf. II u. III) zwischen den Stacheln und Hautplatten bei *Chimaeropsis*.

Wichtig für das Ebengesagte wäre auch der Umstand, wenn wirklich der *Acanthodine* *Diplacanthus (striatus Ag.)* an der erwähnten Stelle einen senkrecht nach vorne oder unten entwickelten Stachel trüge. Es ist aber fraglich, ob die Auffassung der Lagerung, die dieser Orientirung zu Grunde liegt, recht ist; man kann den in v. Zittels Handbuch S. 167, Fig. 173 mit Sp. bezeichneten Theil als oberes Claviculoid, den mit Cl. bezeichneten als pectoralen Stachel auffassen; dann kann, wenn die Querverbindung der alten Agassiz'schen Figur (Poiss. foss. du vieux grès rouge) richtig ist, was mir morphologisch zweifelhaft erscheint — der erwähnte Stachel nur nach vorne gerichtet sein. Es könnte sich

*) Die Lebacher Exemplare zeigen noch eine Merkwürdigkeit, die ich schon oben flüchtig berührte: alle ächten Dentinbildungen sind fast vollständig in Zinkblende umgewandelt und zeigen Spaltflächen, die einer einheitlichen Krystallisirung entsprechen, also alle zugleich spiegeln und dunkel werden; das Gleiche gilt von dem in Rede stehenden Skelettheil und zeigt sich auch schon so als Dentingebilde im Gegensatz zu den faserigen Lagen der verkalkten Knorpel, wo dies nur ganz untergeordnet oder gar nicht zu bemerken ist. Es eignen sich auch so die Lebacher *Acanthodes*-Exemplare nicht sehr zur Untersuchung des Dentins und es kommt sowohl vor, dass die Röhren ganz verschwinden, als auch, dass bei den reichlichen Anastomosen der Dentinröhren starke Auflösungsprozesse eingetreten sind, die die Diagnose verwirrend beeinflussen können. Hier und da bemerkt man auch natürliche Anschwellungen in Dentinröhren, wie sie im Rindentheil der Zähne und in Stacheln (z. B. *Pleuracanthus*) häufig zu beobachten sind (vgl. oben S. 9, Anm. 3.)

derselbe aber auch nach unten richten; dann wäre die Querverbindung dadurch zu Stande gekommen, dass das Claviculoid von oben gedrückt sich auf die äussere flache Seite legend, nach hinten und aussen umgeklappt wäre. Nach hinten gerichtete Fortsätze könnten dann scheinbar zu einer median-ventralen Symphyse gelangen. Solche existiren stets hinter dem Einlenkungsschlitz (?) der Stacheln: bei *Climatius* nimmt er das breite Stachelende auf und bei *Erismacanthus* (Mc. Coy. (13) Pl. 3 k, Fig. 27), den ich vorläufig hierher rechne (vgl. unten), ist dieser sehr breit und das Claviculoid hätte somit eine bedeutende Aehnlichkeit mit *Diplacanthus crassispinus* einerseits und *Climatius* (Powrie (17) Taf. 13, Fig. 10d) andererseits.

Es kann aber auch das nach vorne gerichtete zugespitzte Gebilde (sonst als „Stachel“ aufgefasst) das Claviculoid selbst darstellen, Sp. der Pectoral- und Cl. ein angefügter ventraler Parapodialstachel sein; dann liesse sich *Erismacanthus* (*Cladacanthus*), der auch ausnahmsweise zahnartige Skulptur besitzt, nicht hieher beziehen, vielmehr aber *Onchus arcuatus* (vgl. Agass. Poiss. foss. Bd III Taf. 1 Fig. 4 und Powrie (18) Pl. XIV Fig. 14).

Nach Analogie mit den Flossenstacheln würde die obere und untere Höhlung des Claviculoids zwei umhüllenden Befestigungscheiden um zwei getrennte senkrecht gegenüberstehende Knorpelzapfen des Schultergürtels entsprechen; die letzteren müssten sich senkrecht gegenüber stehen, sie müssten Theile der Schultergürtelaxe, aber dennoch so wenig mit einander in Verbindung sein, dass das Claviculoid seiner ganzen Länge nach ringsum frei, d. h. an keinen Knorpel angelagert war und nur so die beiden Zapfen je nach oben und unten von der Einschnürungsstelle aus ringsum unwachsen konnte.

Diese Umwachsung ist von grosser Wichtigkeit und der Ausnahmestand des in Rede stehenden Gebildes ein hervorragender; keine Clavicula mit ächter Knochensubstanz umwächst derart Theile des Schultergürtelknorpels; wir müssen daher mit der Selachierstruktur auch auf das einzig Vergleichbare in der Morphologie derselben zurückgehen — das Stachelwachsthum und dessen Befestigung.

Dass die Entwicklung von so freien gegenständigen Zapfen in der Axe des Schultergürtels stattfinden sollte, ist wenig glaubhaft; es ist viel wahrscheinlicher, dass die Ursache zu der doppelten Befestigung des Claviculoids in zwei zwar eng und axial verbundenen, einheitlich wirkenden, aber entwickelungsgeschichtlich getrennten Gebilden liegt.

Dass der Schultergürtel aus zwei knorpeligen Theilen bestehen könne, dafür fehlen bei den lebenden Haien alle Anhaltspunkte. Bei *Acipenser* giebt es ein knorpeliges Suprascapulare, das durch das supraclaviculare Hautskelet mit dem Schädel befestigt ist und hoch über der Ansatzstelle der Flosse liegt; man kann es daher nicht zum Vergleich heranziehen.

Bei den *Xenacanthiden* aber, also Selachiern, erwähnt Döderlein*) ein zweites Segment der Scapula, das vor deren ventralem Theil unterhalb der Ansatzstelle der Flosse sich bis zur ventralen Symphyse erstreckt; Fritsch bestätigt kurz das Vorkommen bei einem Lebacher Exemplare.***) Von dem Vorhandensein dieses Skelettheiles, das man ein „Infrascapulare“ nennen kann, habe ich mich an den schönen Exemplaren von *Xenacanthus Decheni* (Loc. Braunau) im palaeont. Inst. in München überzeugt, welches Material mir Herr Prof. v. Zittel gütigst zu benutzen gestattete. An einem Exemplar ist es zwar eng mit dem Schultergürtel verbunden, aber doch durch eine Trennungslinie deutlich gekennzeichnet, in einem anderen Fall fehlt eben der vor dieser Linie gelegene Abschnitt und zeigt sich so deutlich als ein beweglich angefügtes Stück.

*) l. c. S. 535.

**) (vgl. Koken: Ges. naturforsch. Freunde. Berlin 1889. S. 82).

Ganz genau in gleicher Weise zusammengesetzt erscheint der Schultergürtel bei *Radamas macerocephalus* Münster (Pal. Mus. München; Beiträge Heft VI, S. 52, Taf. XIV, Fig. 1), dessen Stellung noch nicht feststand (s. v. Zittel, Handbuch Bd. III, Heft I, S. 93.). Nach den vielfachen neueren Untersuchungen über *Xenacanthus* ist gar kein Zweifel, dass *Radamas* neben diese Gattung gehört. Münster sah die ihm undeutliche, allerdings etwas zerfetzte, aber deutlich *Xenacanthiden*-artige Brustflosse für die Rückenflosse an (ca. 13 Axenglieder und ca. 9 proximal erhaltene, praeaxiale Fiederstrahlen). Auch die Form des Kopfes und die Wirbelsäule entsprechen der Einordnung unter die *Xenacanthiden*; ein Stachel ist nicht auf der Platte, fehlt auch bei einem Schädelfragment mit Schultergürtel und zerstreuten Flossenknorpeln, das Herr Oberbergdirektor v. G u e m b e l bei Jacobsweiler in der Rheinpfalz gesammelt hat und wahrscheinlich derselben Gattung angehört. Die einem solchen Stachel entsprechenden Dornfortsätze sind aber bei dem Münster'schen Exemplar von *Radamas* ebenso wie bei *Xenacanthus* nach vorn gebogen. Chagrin fehlt ebenso durchaus und die von Münster erwähnte, bei der „Rückenflosse befindliche, bogenförmig zusammengeschobene Chagrinmasse“ ist auf zusammengeschobene (vielleicht obere pharyngeale) Schlundzähne zu beziehen.

Hierzu muss man wohl noch den von G i e b e l*) provisorisch als vollständigen Fisch gedeuteten Rest (Zeitschrift für gesammte Naturwissenschaften 1856, Berlin, Taf. III und IV und Neues Jahrbuch für Mineralogie 1856, Rätshelhafter Fisch aus dem Mansfelder Kupferschiefer, S. 600) als das zugehörige Visceralskelet rechnen. Es liegen nur die Andeutungen von 5 Kiemenbögen mit den ventralen Hypobranchialien und hinteren Copula vor, mit der, wie es scheint, etwas verlagerten pharyngealen Bezahnung, an deren hinterem Ende die Neurapophysen beginnen; auch die von G i e b e l als Schwanzbedeckung gedeutete Chagrinmasse erinnert mich in Grösse, Form und Ordnung der Zähne, besonders an das Gleiche, oben Erwähnte in Münsters Beschreibung von *Radamas*. Die Zusammenstellung dieser Reste mit *Radamas* ist weiter begründet (ausser dem gleichen Vorkommen im Kupferschiefer) durch die auffallende Aehnlichkeit der von mir als Kiemenbögen (excl. Keratohyoid) gedeuteten Reste mit denen von *Xenacanthiden* (vgl. K o k e n, Sitz.-Ber. der Ges. naturf. Freunde, Jahrg. 1889), zu denen *Radamas* zweifellos gehört.

Der Schultergürtel von *Radamas* selbst hat ganz die Form wie bei *Xenacanthus* und besteht aus Scapula und „Infrascapula.“ Die Infrascapula reicht mit ihrer Spitze bis zu einem vorne und hinten gleich bezeichnenden Punkt; an der Vorderkante ist dorsal von derselben ein kurz und stark entwickelter Fortsatz senkrecht nach vorne zu bemerken, dem hinten die Ansatzstelle der Flosse entspricht, wo eine tiefe Furche von oben her endet; die Furche ist offenbar die bei Selachiern in ihrer Lage ausserordentlich charakteristische Furche, in der die Oeffnungen des Durchtritts der Nerven und Blutgefässe sich befinden; darunter liegt nach hinten die Ansatzstelle der Flosse, davor eine nach Prof. Gegenbaur's Untersuchungen über Schultergürtel und Visceralskelet ebenso wichtige Anfügungsstelle des ersteren an das letztere (vgl. Unters. II, S. 78 und III, S. 155) bei *Cestracion* und *Acanthias*. Der letzte Kiemenbogen befestigt sich hier mit seinem unteren Segment am inneren Schultergürtel mittels straffer Bandmasse, der unter dieser Stelle liegende Abschnitt ist also durchaus ventral und die äusseren Kiemenöffnungen liegen etwas dorsal davor.

Wenn man also diesen Typus des knorpeligen Schultergürtels auf *Acanthodes* anwendet, so würde man an der oberen und inneren Trennungsstelle von Scapula SK und Infrascapula JSK (siehe Fig. VII b, wo die äussere Trennungslinie der Scapula von der Infrascapula continuirlich, die vermuthliche innere gestrichelt dargestellt ist) einen Punkt haben für den Doppelansatz des dermalen Dentin-Claviculoids; diese Stelle würde aussen und hinten dem Ansatz der Flosse entsprechen. Zu gleicher Zeit entspräche diese Stelle dem Verbindungszapfen des Schultergürtels mit dem Kiemenbogenskelet und die

*) In neuerer Zeit hat Dr. J a e k e l (Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin, 1890. S. 130) die G i e b e l'sche Deutung angenommen und den Fisch mit *Menaspis* (Ewald) vereinigt; über letzteren fehlt mir das Urtheil, dagegen muss ich meine Deutung gegenüber der Jaekel'schen Einreihung der fraglichen Reste unter den Ichthyodorulithentypus der *Trachyacanthiden* aufrecht halten.

Kiemenbogenöffnungen lägen oberhalb derselben. Die beiden nach vorne (?) gerichteten Stacheln der durch ein ventrales Querstück verbundenen Schultergürtelhälften von *Diplacanthus crassispinus* (vgl. Zittel l. c. S. 167) wären demnach unterhalb der Kiemenöffnungen an der Umbiegungsstelle zur Kehlseite gelegen und hätten etwa die Mandibel erreicht.*) Schwierigkeiten bereitet nun nur die Thatsache, dass das Claviculoid so stark dorsal entwickelt ist und diese Verlängerung als ein rings freier Cylinder an seinem Hinterrande keine Anlagerung an einen Knorpel gehabt haben kann, so dass, wie bei dem Schultergürtel der Störe, zwischen dem dermalen und knorpeligen Theil eine grosse Lücke bestanden haben muss. Durch diese Lücke treten aber hier die Nerven und Blutgefässe durch und es wäre dieselbe mit der tiefen Furche von *Radamas* und *Xenacanthus* zu vergleichen, die etwas oberhalb der Spitze des Infrascapulare dem Hinterrand des Schultergürtels genähert liegt und über der Ansatzstelle der Flosse endet. Wenn wir also statt dieser Furche mit den Nervenlöchern, wie bei den Rochen und Holocephalen, eine stärkere längliche Höhlung, einen „Durchbruch“ annehmen dürfen, so ist erklärlich, dass von dem erwähnten Ausgangspunkt des Wachsthum des Claviculoids, der dem oberen so charakteristischen Zusammenstoss der Infrascapula mit der Scapula der Lage nach entspricht, der vor der unteren Nervenhöhle liegende knorpelige Theil durch das dermale Claviculoid in seiner beginnenden Entwicklung wirksam geschützt und gestützt werden kann. Durch ein hierdurch zu begründendes mässiges Schwinden dieses Knorpelabschnittes zwischen der Nervenhöhle und der Spitze der Infrascapula tritt dann das Claviculoid aus der äusseren Bedeckung direkt in die von Scapula und Infrascapula gebildete Innen-Axe und es ist nicht unbegreiflich, dass es dann dorsal- und ventralwärts wachsend den vorderen Rand des Schultergürtelknorpels erfolgreich vertreten kann; dass dies hauptsächlich dorsalwärts geschieht, kann darin seinen Grund haben, dass gerade davor die letzte Kiemenpalte gelegen haben muss, dieser Theil überhaupt auf der Flanke gelegen hat, der andere auf der ventralen Kehlseite. Auch würde eben die dorsale Entwicklung des Claviculoids der Bildung einer langen Nervengrube entsprechen, welche gewöhnlich durch den davorliegenden starken, marginal-axialen Knorpelwulst von gleicher Ausdehnung gegen die davorliegende Kiemenöffnung geschützt wird. Auch die Stütze, die der Stachel an dem Schultergürtel hat, ist nicht zu unterschätzen bei der Begründung der innigen Verbindung des Claviculoids mit dem scapularen Knorpelskelet und der an diesem nothwendig stattgefundenen Veränderungen.***) (Vgl. Dentohyoid.)

Die eben beschriebene Form des Claviculoids bleibt nicht für alle Acanthodinen gleich, sondern wechselt nicht unbeträchtlich; zunächst *Acanthodes* kommt *Cheiracanthus*, aber hier ist das obere Ende spitz entwickelt, die Röhrenöffnung ist nicht oben quer abgestutzt, sondern besteht, wie es scheint, in einem schief etwas nach unten hinten gerichteten länglichen Schlitz. Die Nervenöffnung würde also hier nicht so gross sein, wie bei *Acanthodes*.

*) Die fragliche Lage dieses fraglichen „Stachels“ hätte hierdurch die einzig mögliche Orientirung; aber auch diese lässt sich von allen Seiten anzweifeln (vgl. S. 29).

**) Bei *Ganoiden* und *Amphibien* begrenzt die Clavicula ebenso das Foramen der Nervenlöcher von vorne, zwingt sich bei letzteren sogar oft zwischen Scapula und Corakoid ein. Dieser an die Verhältnisse der Clavicula bei niederen knochenbildenden Wirbelthieren anschliessenden Erklärung der Bedeutung des Claviculoids steht eine 2. zur Seite, die noch ausschliesslicher auf die Plagiostomen-Organisation gegründet ist, aber an dieser Stelle nicht mehr vorgetragen werden kann.

Unterhalb der Einschnürung erleidet der vor dem Stacheleinschnitt (?) gelegene Theil seine Hauptveränderung; bei *Cheiracanthus* ist er gelegentlich stärker ventral verlängert und bei *Diplacanthus* (vgl. S. 29 u. 31), *Climatius* und (?) *Erismacanthus* (Mc. Coy. l. c. Taf. 3 k, Fig. 27) ist derselbe Theil in einen nach unten und vorne gerichteten stumpfen Stachel verlängert. Der bei *Erismacanthus* senkrecht nach hinten abstehende rechteckige Theil entspräche dem hinter dem Stacheleinschnitt liegenden Abschnitt des untersten Claviculoides; die Art seiner Entwicklung liesse ein sehr breites Stachelende wie bei *Climatius* vermuthen. Dem von Agassiz und Powrie als *Onchus arcuatus* beschriebenen Theil fehlt gerade der Claviculoid-Abschnitt, gehört also vielleicht zu *Climatius*. Woodward (Geol. Magaz. 1889; S. 130) vergleicht *Erismacanthus* und *Harpacanthus* mit den Kopfstacheln von *Hybodus*, *Acrodus*, *Squaloraja* und den *Chimaeriden*; *Harpacanthus* entspricht mehr der Sägeplatte an den Becken männlicher *Chimaeren*. *Erismacanthus* (*Cladacanthus*) haben wir durch Vermittelung von *Diplacanthus* hierhergezogen, für letzteren im Schultergürtel aber noch eine 2. Orientirung vorgeschlagen, die die Bezugnahme auf ein *Acanthodinen*-Claviculoid überhaupt ausschliesst.

Das *Acanthodinen*-Claviculoid ist für diese ebenso charakteristisch wie die pectoralen und ventralen paarigen Stacheln; doch ist nicht zu behaupten, es gäbe bei Selachiem keine paarigen Stacheln ausser bei den *Acanthodinen*. Die Angabe Stocks von solchen bei *Tristychius* wurde zwar von Prof. Traquair widerlegt; doch hat Jaekel die jedenfalls paarigen *Gyracanthus*stacheln mit Unrecht auch als unpaare erklärt.* Weiter finden sich aber noch zweifellos paarige Stacheln in der Gattung *Machaeracanthus* (Newberry); sie sind aus dem Devon von Ohio und Böhmen bekannt; v. Zittel stellte die von Barrande (l. c. No. 3, Taf. 34) als *Ctenacanthus bohemicus* beschriebenen Stacheln endgültig zu *Machaeracanthus*. Barrande beschreibt davon (Taf. 34) ein Paar von Stacheln, die mit ihrer inneren, flacheren (also dem Körper zugewandten) Fläche fest aufeinander liegen und mit ihrer vorderen kürzeren Kante und dem nachweislich unteren Ende der unteren, breiteren Basis eines Knochens zugewandt sind, der nach seiner Meinung der Form eines „Schulterblattes“ nahekommt. Dasselbe hat nun die auffallendste Aehnlichkeit in Form, Massverhältnissen und den vergleichbaren Verhältnissen zur Länge des Stachels mit dem Claviculoid von *Acanthodes*, wie es sich auch als dermales Gebilde durch die oberflächliche Skulptur kund giebt. Die Abbildung genügt vollständig, auch ohne Autopsie den *Machaeracanthus* zu einem *Acanthodinen* zu stempeln. Gerade ausschlaggebend ist aber das charakteristische Zusammenkommen der paarigen Stacheln und des Claviculoids, sowie auch Form, Oberfläche und die mikroskopische Struktur der ersteren.

Im palaeontol. Museum von München befindet sich ein Dünnschliff von *Machaeracanthus bohemicus*, der gerade die Eigenthümlichkeiten des Vasodentins zeigt, die schon Rohon nach einem kleinen Bruchstückchen für *Acanthodes* ausgesprochen hat (vgl. l. c. Taf. I, Fig. 15) und die man in folgender Weise modificirt wiedergeben kann: die Dentinröhrchen zeigen keine starken Differenzen im Durchmesser (proximal und distal) und haben senkrecht zu ihrem Verlauf ausserordentlich starke, gleichmässige, spinnwebartige Anastomosen; treten Havers'sche Canäle auf, so sind diese stark und zeigen keinen Uebergang zu den zarten Dentinröhrchen, vielmehr ausserordentlich starke Durchmesser-Unterschiede. — Genau das Gleiche in vollster Uebereinstimmung zeigt der erwähnte Schliff durch den Stachel von *Machaeracanthus bohemicus*, der ohne Zweifel ein typischer *Acanthodine* ist.

XI. Beckengürtel und Schwanzflosse (Fig. VIII a, b, c).

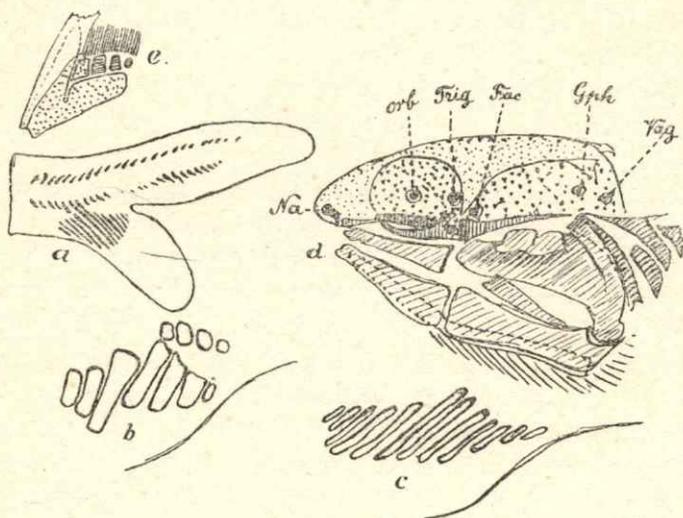
Die Bauchflossen besitzen nichts, was mit dem Claviculoid des Brustgürtels vergleichbar wäre, auch nicht jene Verkalkung von Radien wie im Skelet der Brustflosse selbst. —

Innere Skelettheile stellt aber Kner von dem oberen und unteren Caudallappen dar, die vergleichend anatomisch von hohem Interesse sind; da wo der

*) An anderer Stelle werde ich ausführen, dass das Carpal bone von *Gyracanthus*, das Traquair ganz richtig zu den Stacheln orientirt, ein von unserem Claviculoid nur wenig verschiedenes Gebilde ist.

untere Caudallappen sich abzweigt, zeigen sich hohle Verknöcherungen unter- und oberhalb der Chorda, die Kner richtig als obere und untere Bögen deutet; ebenso richtig erklärt er die weit in den Caudallappen hineinreichenden langen Stücke nicht als untere Dornfortsätze, sondern als Strahlenträger (Interspinalia). In Fig. VIIIa ist in dem Umriss des Schwanzes die Lage dieser Knochenstückchen eingezeichnet.

Fig. VIII.



Diese Interspinalia zeigen nun nach seinen beiden Abbildungen die Eigenthümlichkeit, dass die ersten 5—8 Strahlen gar nicht mit den zugehörigen Bögen in Verbindung treten, und dies erst bei den 2—4 folgenden der Fall ist. Die 4 letzten entfernen sich wiederum ganz von der Wirbelsäule. Das gleiche Verhalten in beiden Kner'schen Figuren muss eine Zufälligkeit ausschliessen und ich kann auch dasselbe mit zwei neuen Abbildungen (Fig. VIII b und c, Fig. VIIIa, restaurirt) von zwei Exemplaren der Dr. Felix'schen Sammlung bestätigen.

Es ist dies nun desswegen so interessant, weil sich hier der untere Caudallappen wie die meisten stachellosen Rückenflossen lebender *Selachier* verhält (vgl. z. B. Bronn, Kl. und Ordn., Bd. II, I. Abt. Taf. 10, Fig. 5, *Mustelus*), was auch mit der embryonalen Entstehung der Träger des Caudallappens stimmt. P. Mayer (Mitth. aus der zool. Stat. in Neapel, Bd. VI, 1886) hat nachgewiesen, dass dieselben wie bei der Rücken- und Analflosse erst sekundär mit den Dornfortsätzen der Wirbelsäule in Verbindung treten, was aus dem Verhalten der ausgewachsenen Thiere nicht mehr ersichtlich ist und auch nach Parker für die Ganoiden anders sein soll.

Wie sich so das innere Skelet des Schwanzes selachierartig verhält, so gilt dies auch für das äussere. Kner erwähnt überschuppte Faserstrahlen (unsere Hornstrahlen) bei der Schwanzflosse, wie bei den paarigen Flossen; doch ist in den Abbildungen nichts davon zu sehen und habe ich hier, wie schon gelegentlich erwähnt, ebensowenig wie in den beschuppten Lappen der Dorsal- und Analflosse dieselben sehen können; an den vorliegenden Exemplaren waren sie jedenfalls vorhanden, aber nur nicht verkalkt.

Kner spricht hierbei von einer Beschuppung der Flossen und fasst dieselbe ganoidenartig auf, wie er auch die Faserstrahlen als Ganoid-Flossenstrahlen ansieht. Hiervon kann natürlich gar nicht die Rede sein; schon Roemer hat die Agassiz'sche Restauration des Schwanzes von *Acanthodes* und *Cheiracanthus*, die in neuerer Zeit noch in Steinmann und Döderlein's Elemente der Palaeontologie übergegangen ist, mit Recht ausdrücklich berichtigt l. c. S. 82 Anm. 1. Es stimmt dies mit der eigentümlichen Stellung, die in letzterem Lehrbuche der Familie gegeben wird. Während sie v. Zittel in richtiger Würdigung der vorliegenden Kenntnisse als selbständige Ordnung neben den *Chondrostei*, *Crossopterygidae* und *Heterocerci* unter den Ganoiden behandelt, stellt sie Döderlein an die Spitze der *Heterocerci* (vgl. oben Rohon: *Cheirolepis* und *Acanthodes*). Hierüber noch einiges Nähere. Die Schuppen des unteren Flossenlappens sind allerdings stark nach unten und hinten gereiht, gehen aber vorne ohne jede Unterbrechung in die des Rumpfes über; mehr nach hinten ist der Beginn des Schwanzlappens wohl charakterisirt, und zwar dadurch, dass von einer gewissen Stelle an die Schuppen plötzlich kleiner werden; dies ist besonders hinter dem Ende des Schleimcanals nach der Schwanzspitze zu dorsal und ventral der Fall. Aber zwischen dreien Zonen verschiedener Grösse der Beschuppung, wie sie Roemer genau dargestellt hat, und einer Auffassung von dorsalen und ventralen Flossenstrahlen ist ein gewaltiger Unterschied (siehe S. 82, Anm. 1, Roemer l. c.). Das erstere kann nur bei Selachiern, das letztere nur bei Ganoiden vorkommen. Bei ersteren geht die Flossen-Muskulatur an die Interspinalia oder die Hornstrahlen, bei letzteren an jene und die besonders stark differenzirten proximalen Enden der äusseren dermalen Flossenstrahlen; bei ersteren wird also das äussere dermale Skelet weder am Schwanz noch an irgend einer anderen Flosse überhaupt selbständig bewegt, sondern nur indirekt. Wenn wir nun berücksichtigen, dass, wie O. Hertwig (Morphol. Jahrb. 7, 1876, S. 41, Anmerk.) bei *Acanthias* ausgeführt hat, die äusseren Hautzähne doch in eine gewisse Anlagerungsbeziehung zu den Hornstrahlen treten, so ist klar, dass dieselben auch in der Zahl und Richtung von diesen beeinflusst werden können; dies wird sich auch in einer Grössendifferenzirung kundgeben, die da beginnt, wo die proximalen Enden der Hornstrahlen liegen, d. h. an der Grenze der Muskulatur. In diesem Sinne müssen die drei Regionen der Schuppendifferenzirungen im Schwanz aufgefasst werden; die mittlere Region ist die normale der Körperflanke, die obere und untere gehört eigentlich den Flossen an, d. h. ist durch das Auftreten der Hornstrahlen regional verändert. Die Frage, ob Schuppen, ob Flossenstrahlen, hat, wie noch aus dem Folgenden hervorgeht, eine weittragende palaeontologische Bedeutung.

XII. Vergleichende Betrachtungen über das Skelet der Acanthodinen.

Der scheinbar so grosse Unterschied im Skelet der Selachier² und Ganoiden ist, wie mir scheint, einzig und allein auf den Umschwung zurückzuführen, den der Eintritt der ächten Knochensubstanz in dem Gewebe der niederen Wirbelthiere hervorgebracht hat. Im Nachfolgenden soll nun versucht werden im Anschluss an den Selachier *Acanthodes*, der bisher gerade wegen² gewisser Eigenthümlichkeiten als eine Verbindungsform zwischen Ganoiden und Plagiostomen galt, auf den schon in der ältesten Classification der Fische verwertheten histo-

logischen Gegensatz von Knorpel- und Knochen-bildenden Fischen auch die morphologischen Eigenthümlichkeiten des Skelets zurückzuführen. Hierbei kommt hauptsächlich, wie wir sehen werden, das Dermalskelet in Betracht, wie die Verfolgung dieses Gesichtspunktes wichtige Anhaltspunkte zum Verständniss des allseitig merkwürdigen Skelets der *Acanthodinen* und ihrer Stellung liefert.

Bei allen Ganoiden und Teleostiern findet bei der Verknöcherung des primären Knorpelskelets eine Vorverkalkung der betreffenden Knorpeltheile statt; dies ist eine lagenartige Kalkablagerung in der Oberfläche des Knorpels, nicht in Prismen differenzirt wie bei den gewöhnlichen Plagiostomen, aber auch nicht zu der Härte und dem vollständigen Abschluss gediehen, wie bei den *Acanthodinen*. Nebenher schreitet die ächte Verknöcherung, die diese Vorverkalkung stets auflöst und resorbirt. Die neue so von aussen kommende Hülle nimmt nun alle mechanischen Funktionen der früheren knorpeligen Axe auf, bildet Röhren derselben mechanischen Tragfähigkeit, die sich stets central schliessen und meistens an beiden Enden das Wachstum des Knorpels unberührt lassen. Dies hängt mit der Vergrösserung des Durchmessers der Skelettheile im Längenwachsthum zusammen. Solche „primäre“ Skelettbildung findet durchgängig nur im Axen-, Flossenträger- und hintersten Visceralskelet statt.

Ganz abgesehen von der histologischen Struktur wäre bei *Acanthodes* das Uebergewicht äusserlich vergleichbarer Bildungen gerade nach der entgegengesetzten Seite zu bemerken, nach dem vordersten Cranial- und Visceralskelet, da wo also sonst fast ausschliesslich dermale Bildungen auftreten. Weiterhin sind die in Rede stehenden Verkalkungen nicht schon in der Jugend röhrenartig mit axial entgegenstehenden Oeffnungen ausgebildet, sondern schliessen sich erst an der ganzen Oberfläche bei ausgewachsenen Exemplaren und das ohne axial entgegenstehende Knorpelersistenzöffnung und ohne centrale Vollverknöcherung; gerade das Umgekehrte ist also der Fall.

Also auch diese Thatsachen deuten, ganz abgesehen von der Struktur, auf die grundsätzliche Verschiedenheit der vorliegenden Skelethärtung von der ächten Verknöcherung und stellen sie der Knorpelverkalkung der Selachier an die Seite. Dass sie so stark entwickelt ist, hängt, wie schon erwähnt, mit dem vollständigen Fehlen activer Zahnbestandtheile in der ganzen Mundhöhle zusammen.

Wenn nun der Eintritt der ächten Knochensubstanz am Knorpelskelet fast ohne Formveränderungen vor sich geht und hier durchaus nicht zu wesentlichen Unterschieden führt, so zeigt sich dies aber im Dermalskelet desto mehr, hier jene tiefeingreifenden, für die Systematik fossiler Formen vorzüglich wichtigen Skeletunterschiede einleitend; sie schliessen sich natürlich hauptsächlich an das zeitlich ältere und früher entwickelte Knorpelskelet des Gaumens, Schädels und der Extremitätengürtel an.

Was die Vereinigung der ächten Knochensubstanz mit den Haut-, besonders den Gaumenzähnen betrifft, so muss ich hier einen fundamentalen Unterschied betonen, der tiefgreifenden Einfluss hat: bei den Selachiern findet mit dem Wechsel der Hautzähne zugleich ein Wechsel der Basalplatte statt, bei den Ganoiden dagegen mit der ächt verknöchernden Basalplatte bleibt letztere unberührt von dem darüber stattfindenden Zahnwechsel. Wo nun ein solcher stattzufinden hat, bleibt er hier beschränkt und die Basalplatten können also zu breiten Platten verschmelzend alle möglichen mechanischen Funktionen mit ihrer Unterseite übernehmen, ohne dass durch den Zahnwechsel ein Ausfall der Funktion, eine empfindliche Störung der aktiven oder passiven Wirkungen der Basalplatte eintritt.

Auf die Möglichkeit plattiger Bildungen bei Selachiern (vgl. die *Orbitalia*, *Dentohyoid*, *Radii dentohyoidei*, *Claviculoid* bei *Acanthodes*) habe ich ausführlich in einem Schlusskapitel zu dieser Arbeit aufmerksam gemacht, das ich leider wegen seiner zu weitgreifenden palaeontologischen Einzelheiten in dieser Zeitschrift nicht anschliessen kann; ich theile aber einen Auszug der hierher bezüglichen Daten mit. Ausgehend von der Ansicht, dass die Zahnbildung der gewöhnlichen Plagiostomen in dem sog. Schmelzorgan der Bildung der Flossenstacheln in einer tiefen Hautfalte homolog ist, habe ich des Weiteren ausgeführt, dass zwar bei den Holocephalen im Zahn- und Stachelwachsthum eine gleiche Uebereinstimmung herrsche, aber eben im Vergleich mit den Plagiostomen ein grosser Unterschied vorhanden sei in Bezug auf die Abwesenheit der sie bildenden Hauteinstülpung. Da nun diese Stacheln nur plattig-stachelige Ueberzüge über den Flossenknorpeln sind und bei den Holocephalen vereinzelte grosse Zähne in der Mundhöhle sich vorfinden, glaubte ich auch den Rückschluss machen zu dürfen, dass

das Vorhandensein von den diffusen Hautplatten auf dem Kopfe von *Chimaeropsis* (vgl. *Prognathodus*) mit dem Verhalten der Mundhöhle übereinstimme; weiter existirt ausser den 2 (parapodialen) Platten jederseits des Kopfes (vgl. S. 14) und den zwei Platten nach dem Schuppengürtel hin bei *Chimaeropsis* kein Chagrin; derselbe beginnt erst hinter dem Schultergürtel und ist ausnahmsweise stark. Vielleicht ist hier auch die vollständige Nacktheit sämmtlicher anderen, bekannt gewordenen Holocephalen anzuführen (abgesehen von den wenigen parapodialen Stacheln im Nacken bei dem lebenden *Callorhynchus* und der Bewaffnung des Stirnstachels und Beckens männlicher *Chimaeriden*). Da nun derartige parapodiale Gebilde auch bei *Hybodus* etc. (vgl. ob. S. 14 Anm.) beobachtet sind und sie hier mehr zahnartige Form haben, so scheint doch dem Vorkommen der Platten bei den älteren Holocephalen einiges, wenn auch nicht ausschliessliches Gewicht beizulegen zu sein, da ja auch *Callorhynchus* als parapodiale Gebilde nur kleine Stacheln besitzt; vielleicht ist hier nur der Gradunterschied gegen die Entwicklung der übrigen Chagrinschuppen zu berücksichtigen, die bei *Callorhynchus* ja ganz fehlen. Ein allgemeiner Gesichtspunkt zur Erklärung dieses Vorkommens wäre der, dass da, wo der Zwang herrscht, active grössere Zahnbildungen in einer tieferen Hauteinfaltung vorzubereiten, zwar die zahnartigen Flossenstacheln in ihrer Bildung keine wesentliche Hinderung erfahren, wohl aber die Bildung von flachen mehr durch ebenflächige, seitliche Apposition wachsenden Platten. Weniger richtig scheint mir der Standpunkt der Bezugnahme auf die lebenslänglich wachsenden und nicht wechselnden Zähne der *Chimaeren*, da sich auch die Flossenstacheln und andere Gebilde bei ächten Plagiostomen mit stetigem Zahnwechsel lebenslänglich vergrössern.

Das Gleiche würde nun für die *Acanthodinen* gelten, die grössere parapodiale Plättchen und Stacheln besitzen, und es würde hiermit der eigenthümliche Zahnmangel der Mundhöhle bis auf das merkwürdig umgeformte Dentohyoid, das sich wie ein Chimaeridenzahn verhält, übereinstimmen; auch wäre hier das Wachsthum der Stacheln, das ebenfalls Chimaeriden-artig ist, anzuführen. Schultergürtel, Orbitalia und Radii hyoidei trügen dann alle das gleiche Gepräge derselben Kategorie von Hautbildungen.

In weiterer Ausführung dieses Standpunktes habe ich auch die Familie der *Pteraspiden* nach einer Prüfung der Hautskeletstruktur und Ueberlegungen über den einzig möglichen Organisationsplan als den Holocephalen nahe stehende Vertreter mit im Extrem entwickeltem plattigen Hautskelet zu schildern versucht und führe hier nur den, soweit bekannt, vollständigen Zahnmangel der Mundhöhle an. *)

Man sieht, dass diese Plattenbildung bei den *Selachiern* einer Eigenthümlichkeit im Zahnwachsthum entspricht und zwar im Gegensatz zu den Ganoiden. Bei diesen findet gerade bei selachierartig starkem Zahnwechsel die typische Plattenbildung und erst bei einer Reduktion desselben im Sinne der oben angeführten Gruppen eine vergleichbare Anomalie in der Bildung der Hautplatten statt. Ich will im Folgenden kurz versuchen, die Verhältnisse bei den knochenbildenden Fischen festzustellen.

Die Plattenbildung im Allgemeinen ist hier durch die verschmelzenden Fähigkeiten der Knochensubstanz der Basalplatten der dermalen Anlagen ermöglicht; ihre Eigenthümlichkeit erhält sie durch Hinzutritt neuer innerer Faktoren, hauptsächlich der Muskulatur. — Wir wissen, dass letztere es ist, die im embryonalen Leben die Verdichtung der undifferenzirten Mesodermzellen zum Knorpel bewirkt, demselben in ihrer weiteren Entwicklung zur Ausführung ihrer Funktionen Gestalt und Form verleiht. Es ist klar, dass, wo z. B. im Gaumen- und Visceralskelet dieselbe Muskulatur knöcherne plattige Dermalanlagen vorfindet, die sich als verschmolzene Gaumenzähne an die Knorpel anlegen und von der Muskulatur durch Vermittelung derselben indirekt bewegt würden, erstere sich vortheilhafter direkt mit denselben verbindet und sie bewegt. Hierdurch werden sowohl diese dermalen Gebilde in ähnlicher Weise geformt wie die ursprünglichen Knorpel, als auch werden die Knorpel über einen gewissen embryonalen Zustand nicht mehr hinaus entwickelt und bleiben weich. So finden wir bei *Ganoiden* und *Teleostiern* dermale Platten, welche die Gestalt der Knorpelbögen bei *Selachiern* haben und die geradezu alleinigen Ansatzpunkte der Muskulatur zeigen, während die Knorpel

*) Erwähnen muss ich noch, dass Dr. Jaekel in seiner Zusammenstellung der *Cochliodontiden* und *Myriacanthiden* (Woodward) in dem gemeinsamen Ichthyodorulithentypus der *Trachyacanthiden* unsere obigen Ueberlegungen theilweise gestreift hat (vgl. Gesellschaft naturf. Freunde Berlin 1890 S. 129).

gänzlich reducirt sind, mit der Muskulatur nur ausnahmsweise in Verbindung treten und unverkalkt bleiben;*) nur in der Gelenkfunktion verharren und verknöchern sie. Diese Verbindung der Muskulatur mit den Dermalgebilden des Gaumens selbst ist, wie wir oben betont, dadurch besonders fundamental begründet, dass der Zahnwechsel die Knochenbasis nicht berührt.

Der gestaltende Einfluss der Muskulatur auf die dermalen Gebilde der Gaumenbögen, an denen die Muskulatur ihre Bewegung ausführt (Insertion), greift auch über auf die dermalen Knochen der Wangen und des Schädeldachs, an denen die Muskulatur ihren Stützpunkt (Ursprung) hat (Praeoperculum, Squamosum, Postfrontale, Frontale etc.); diese verbinden sich infolge dessen sowohl sehr eng mit dem Primordialcranium als auch bilden sie andererseits mit den übrigen Dermalknochen des Schädeldachs, welche die Muskulatur nicht erreicht, einen festen Zusammenhalt und werden so auch letztere indirekt in ihrer Gestaltung, ja in ihrem Vorhandensein von der Kaumuskulatur beeinflusst. Auch hier sieht man in Folge dessen im Vergleich zu den *Selachiern* den Knorpel des Primordialcraniums zurücktreten und es wird hierdurch klar, dass der knöcherne Zusammenhalt der Kopfknochen in seinem ursprünglichen Stadium weniger zu begründen ist durch die Deckfunktion nach aussen, als durch den Zwang der Bildung eines geschlossenen Gewölbes, als eines Trägers der Kau- und Kiemenmuskeln (vgl. den dorsalen Schluss des Primordialcraniums). Hierzu ist noch der direkte Anschluss der Maxillarknochen an das Schädeldach, Schädelbasis und hinten der Ansatz der Nacken-Körpermuskulatur zu erwähnen; ein weiteres Moment ist der Schutz der Nerven und Sinnesapparate (Schleimcanal- und Orbitalknochen), auf die wir unten kommen.

Das Gleiche wie für die Schädel- und Visceralknochen gilt nun für das Flossenskelet der *Ganoiden*; hier ist es aber nicht das Innenskelet der Flossenknorpel, das mit dem knöchernen dermalen Hautskelet in Verbindung treten kann, da es ja von der Flossenmuskulatur bedeckt ist, sondern die äusseren bei den *Selachiern* weit verbreiteten Hornstrahlen. Diese treten auch bei *Ganoiden* und *Teleostiern* embryonal selbständig auf und verhalten sich wie der hier auch selachierartig vorverkalkte Knorpel, der entkalkt, verzehrt und in die Verknöcherung einbezogen wird. Sie verschwinden beim Auftreten der äusseren knöchernen definitiven Flossenstrahlen und erhalten sich nur an den äussersten Enden im embryonalen Zustande (s. O. Hertwig, Ueber das Hautskelet der Fische. Morph. Jahrb. 2, 1876, S. 22—35, 52—56). Dass Hornstrahlen und das äussere Dermal skelet in einem ähnlichen Verhältniss in Bezug auf Verkalkungsvorgänge stehen können, wie Knochen und Knorpel, dafür liefert der Umstand bei *Acanthodes* eine Parallele, dass die schuppenlosen paarigen Flossen Hornstrahlen in verkalktem, erhaltungsfähigem Zustande zeigen, während die beschuppten sie offenbar nur weich besaßen; auch die nackten *Xenacanthiden* sind hier anzuschliessen, bei denen ein Vertreter ebenfalls fossile Hornstrahlen zeigt.

Bei so naher Wechselbeziehung und proximaler Vereinigung (vgl. Cap. XI S. 34) von Hornstrahlen und äusserer Flossenbeschuppung bei *Selachiern* ist es nicht zu verwundern, dass bei dem constanteren knöchernen Hautskelet der *Ganoiden* und *Teleostier* alle Muskelbeziehungen, die für die Hornstrahlen der Selachier gelten, bei jenen von dem äusseren Knochenskelet aufgenommen werden, die einzelnen Glieder desselben den Hornstrahlen gemäss gereiht, verlängert und zur einheitlichen Wirkung radial stärker vereinigt werden; es wird so durch die Einwirkung der Muskulatur ein aus dem Schuppenkleid hervorgehobenes, differenzirtes, auch äusserlich erkennbares Flossenskelet gebildet, die äusseren Flossenstrahlen. Besonders auffällig und charakteristisch ist das mit der Flossenmuskulatur direkt verbundene Anfangsglied der äusseren Flossenstrahlen, das stets vorhanden ist, wenn auch die übrigen äusseren Glieder noch so schuppenartig geblieben sind. Rechnet man, was im Allgemeinen wohl zu rechtfertigen ist, bei den *Selachiern* viele Hornstrahlen auf einen Knorpelradius und bei der Parallelisirung vom äusseren und inneren Skelet auf einen (für *Acanthodes* giltig) oder auch mehrere Hornstrahlen eine Schuppenreihe, so müssen wir auf die Erscheinung kommen, die für alle alten *Ganoiden* durchaus charakteristisch und gar nicht selbstverständlich ist, dass mehrere äussere Flossenstrahlen je einem einzigen inneren interspinalen Flossenradius entsprechen; ein Verhältniss, das sich erst später bedeutend ausgleicht und vereinfacht, ähnlich wie die äusseren

*) Während daher im primären Innenskelet Knorpelanlagen mit den Knochenhüllen stimmen, findet in der Vertretung des Dermal skelets dies nicht statt.

Glieder der Flossenstrahlen weniger zahlreich werden und das Schuppenartige verlieren.*) — In ganz gleicher Weise heben sich die Kopfknochen aus dem Schuppenkleid hervor, in paralleler Richtung entwickeln sich die seitlich mit der Muskulatur und dem Knorpelskelet des Schädels direkt verbundenen Schädelpartien gegenüber den dorsal gelegenen, die sich erst später an Zahl verringern und ihren schuppenartigen Charakter einbüßen; der Vergleich ist deckend und wir finden in beiden Fällen die Muskulatur als den zweiten Antrieb zu dieser Umänderung; der erste Grund ist uns bei der Betrachtung des Gaumenskelets klar geworden und besteht in der Unabhängigkeit der Knochenbasis von dem darüber stattfindenden Zahnwechsel.

Hinsichtlich der Flossenstacheln habe ich hier noch Einiges bezüglich der Bedeutung ihres unteren Endes hinzuzufügen. Vergleichbare Bildungen giebt es auch bei Ganoiden und Teleostiern und waren es gerade die Brustflossenstacheln der Störe, die man mit denen bei *Acanthodes* verglichen hat. Die Stacheln beider Gruppen haben aber abgesehen von der Struktur bemerkenswerthe äussere Verschiedenheiten. Die Stacheln der Ganoiden und Teleostier sitzen auch am Vorderrand der Flossen (*Chondrostier*, *Acanthopterygier*) sei es dass diese ganz bleiben, oder in Einzeltheile aufgelöst sind (Dorsalis von *Polypterus* und *Acanthopterygiern*). Sie entstehen hier aus der basal-apikalen Verschmelzung der bilateral getrennten Hälften wirklicher Flossenstrahlen, doch nicht aus jenen mit der Form des proximalen Basalgliedes, die eine Aehnlichkeit hat mit der eingezogenen Basis der Plagiostomen-Stacheln. Sie können in Gegentheile nur aus solchen entstehen, bei welchen die Muskulatur in der Art auf das Basalglied wirkt, dass die proximalen Spitzenthälften nicht jederseits der Seitenfläche der zugehörigen Interspinalia anliegen bleiben können, sondern einen Stützpunkt auf dessen quer abgestutztem Aussenende suchen; nur hierdurch werden die Basaltheile derart genähert, dass eine Verschmelzung in basal-apicaler Richtung stattfinden kann (*Acanthopterygier*). Dies lehrt auch die Erfahrung: auf einen Stachel folgen nie Strahlen mit reitenden, gabeligen, sondern nur solche mit breiten, sitzenden Basalgliedern. Es würde hier zu weit führen, wenn ich darstellen wollte, warum bei crossopterygoider Flossenform solche Stacheln weder möglich, noch zu beobachten sind; doch bemerke ich dies, um den Gegensatz einzuführen, dass gerade bei Selachiern mit typischen Quastenflossen ein vorderster Flossenstachel existirt. Hier ermöglicht gerade das Herausragen der Flossenknorpel aus dem Körperumriss den Ansatz einer vorderen, von Ursprung an unpaaren Bildung, deren Entstehungsmodus wir oben nach Mayer schilderten; die eigenthümliche Form und Stärke der unteren Höhlung lässt sich nur hierdurch erklären. Während vorne der Stachel abwärts wachsen kann, vermag er es hinten nur so weit, als die basal aneinander stossenden Knorpelradialen distal divergiren; daher das Aufsteigen der hinteren Höhlungsöffnung. Während nun die den Flossenstrahlen der Ganoiden und Teleostier entsprechenden Hornstrahlen von den distalen Enden des Knorpels abgehen, umhüllt der Selachier-Flossenstachel den Knorpel in ausgedehntester Weise dütenförmig und erhält gerade durch ihn die Form seiner basalen Höhlung. Während zwischen Flossenstacheln und den darauffolgenden Strahlen dort ein Uebergang herrscht, ist hier, als zwischen heterogenen Bildungen, eine Discontinuität. Während bei Selachiern jede Beziehung zur Muskulatur in Entwicklung und Funktion fehlt und der Stachel nur indirekt durch das stark bewegliche Interspinalskelet seine Wirkungen übt, so zeigt sich dagegen bei Teleostiern die Stachelbildung bewirkt im besonderen Zusammenhang mit Differenzirungen der an die Flossenstrahlen gehenden Flossenmuskulatur, mit einer Beziehung zum Interspinalskelet, welche der bei den Plagiostomen-Flossenstacheln entgegengesetzt ist: mit einem querabgestutzten, verdickten Unterende, das noch stark entwickelte Muskelansatzstellen zeigt, Bildungen, die bei Selachier-Flossenstacheln fehlen müssen. Das Gemeinsame, was sie haben, die basale Höhlung, ist deswegen bei letzteren derart charakteristisch begrenzt, dass sie zur Diagnose auf die Selachier-Natur verworther werden muss, was wir oben bei *Acanthodes* mit besonderem Nachdruck gethan haben.

Die dritte Gruppe der hier zu betrachtenden Gebilde sind die Schleimcanalschuppen. Wir wissen nun (s. Pagenstecher, Zoologie S. 653), dass die feinen Oeffnungen der Rumpfseitencanäle metamer geordnet sind und bei den Selachiern zwischen den Schuppen aus-

*) Man hat zuletzt auf 1 Metamer einen Flossenstrahl und es ist sicher, dass hierauf die Körpermetamere mit den metameren Interspinalien ähnlich eingewirkt haben, wie wir es gleich unten bezüglich der Schuppen sehen werden.

münden; bei nackten *Chimaeriden* und *Scylliden* (vgl. Sm. Woodward Proc. of Zool. Soc. of London 1888 S. 126) ist der Canal indessen gestützt durch eigenthümliche knorpelige Ringe und Halbringe. Es ist klar, dass die rein knöchernen Dermalgebilde sich in vorzüglicher Weise eignen, die Ausmündungen der feinen Nervenapparate zu umhüllen; wir wissen nach O. Hertwigs Untersuchungen, dass auch auf der Oberfläche der Ganoid-Schuppen ein Ausfall von sehr kleinen Zähnen stattfindet, der natürlich keine Störung in der knöchernen Unterlage bewirkt und den Schutz der Nervenapparate constant erhält. Es ist so möglich, dass die Länge der Zweigcanäle und die Entfernung der Ausmündungen der Seitenlinie für die Fixirung der Länge der knöchernen Seitenlinienschuppen im Allgemeinen ausschlaggebend war und diese rückwirkend die Länge der übrigen Körperschuppen beeinflusst hat. In dem actualen Ueberwiegen der knöchernen Basis der Schuppen gegenüber den auf ihnen sitzenden und ausfallenden Zähnen ist auch die Möglichkeit der eigenthümlichen, nie fehlenden Ueberschiebung der Ganoidschuppen und der bekannten Befestigung gegeben, während beim Chagrin der Zahn überwiegt und dadurch die einzelnen Glieder des Chagrin von einander unabhängig und selbständig bleiben. Dies ist eine erste Erklärung dafür, dass die Länge der Schuppen sehr häufig mit den Metameren stimmt*) oder sich nicht wesentlich von ihnen unterscheidet, während die Höhe der Schuppen ausserordentlich schwankend ist, sowie, dass die Schleimcanalschuppen stets die ausgezeichnetsten und constantesten Schuppen sind.

Weiter entsprechen auch die in der Mittellinie der Flanke liegenden Schuppen je einem Muskelansatz der Rumpfmetamere; sehr wahrscheinlich ist es so auch, dass entsprechend unseren vorhergehenden Ausführungen die mit der Haut eng verbundene Körpermuskulatur auf die Länge der Ganoid- und Teleostierschuppen bestimmend eingewirkt hat.

Wahrscheinlich wirken beide Momente zusammen; bei *Polypterus* gehen je von einem Wirbel rippenartige Gräthen durch die Zwischenmuskelligamente und befestigen sich mit verdicktem Ende an den Schleimcanalschuppen; dasselbe gilt auch für einzelne Selachier, wo diese Gebilde geradezu Rippen genannt werden.

Schleimcanalbildungen existiren nun auch auf dem Schädeldach und den Wangen und zwar in engster Verbindung mit den durch die Visceralmuskulatur in ihrer Gestaltung beeinflussten randlichen Knochentheilen.

Wir haben also hier zweierlei ineinander greifende und zu einem mechanischen Ganzen vereinigte, durch das Auftreten der Knochensubstanz gleichzeitig gebildete, in ihrer Spezialgestaltung aber von ganz verschiedenen Einflüssen abhängige Skelettheile vor uns und es scheint das Auftreten der ächten Knochensubstanz beiden Kategorien zugleich ihr eigenthümliches Gepräge und die Möglichkeit ihres Zusammenwirkens gegeben zu haben.

Wenn wir so alle Unterschiede im dermalen Skelet der Ganoiden und Selachier auf die ächte Knochensubstanz bei ersteren zurückführen können, indem durch diese das dermale Skelet in engste Beziehung zu subdermalen Organen tritt und hiervon das Hautskelet der Selachier sich selbständig erhält, so ist für *Acanthodes* zu betonen, dass alle schuppenartigen Gebilde keine Spur ächter Knochensubstanz, sondern reines Dentin zeigen, sich also selachierartig verhalten.

*) Der einzige *Cheirolepis*, der älteste „*Acipenseroides*“ scheint hiervon eine Ausnahme zu bilden, die Schuppen sind ausserordentlich klein und können unmöglich der Metamerie entsprechen; über den Schleimcanal weiss man indessen nichts; jedoch zeigen die Schuppen auf der Unterseite eine von der Unterkante aufsteigende Rinne, die je einer Befestigungsspitze der nächstunteren Schuppe entspricht. Agassiz hielt dies für die vertiefte Oberseite der Schuppen. Schon dies unterscheidet sie grundsätzlich von den *Acanthodes* und *Cheiroacanthus*-Schuppen, mit denen sie an Kleinheit wetteifern. Pander stellt das Gleiche von den Gliedern der Flossenstrahlen dar, mit denen die Schuppen übereinstimmen. Diese Gleichheit erstreckt sich auch noch auf ein weiteres Moment: die Schuppenbreite stimmt mit der Flossenstrahlenbreite, die Strahlenzahl mit der anstossenden Schuppenzahl. Die oben erwähnte Beeinflussung der Schuppenbreite und Flossenstrahlenzahl durch die Metamerie hat bei dieser sehr alten, einzig dastehenden Ahnenform sozusagen im Status nascendi in umgekehrter Richtung gewirkt, in einer Bestimmung der Schuppenbreite durch die festgestellte Breite der Flossenstrahlenschuppen, einer Gleichstellung durch Verhinderung umfangreicher Verschmelzungen und Verdrängungen.

Hiermit stimmen nun im Gegensatz zu den durch die Knochensubstanz bedingten Aenderungen im Hautskelet der *Ganoiden* folgende Punkte überein:

1) verhalten sich die Schuppen von *Acanthodes* auch morphologisch selachierartig, indem sie ausser anderem (vgl. S. 16) gegeneinander selbständig sind, keine Befestigung aneinander und hiermit zusammenhängende Ueberschiebung zeigen;

2) fehlt jede ächte, dermale und primäre Verknöcherung im unteren Cranial- und vorderen Gaumenskelet; statt dessen liegen starke Knorpelverkalkungen vor. Das hintere Visceralskelet besteht aus verkalkten Kiemenknorpeln und Dentinzähnen, statt wie bei den *Ganoiden* aus ächt verknöcherten Kiemenbögen und Zahnplättchen mit ächter Knochenbasis;

3) fehlen ächte, dermale, durch die Beziehung zur Visceral- und Kau-Muskulatur, dem Schleimcanal, der Maxillarreihe differenzirte Schädeldeckknochen;

4) fehlen ächte Schleimcanalschuppen auf dem Rumpf und auf den Wangen; in der Grösse differenzirt sind nur die den Schleimcanal seitlich begrenzenden Schuppen, wozu die Orbitalia nicht gerechnet werden können;

5) sind abgesehen von den durchaus selachierartigen Flossenstacheln keine ganoid-artigen Flossenstrahlen vorhanden; Flossenstrahlen, die aus zwei entsprechenden Hälften bestehen, ein höher differenzirtes Anfangsglied besitzen und deren äusserstes Ende die Hornstrahlen in embryonalem Zustande erhält; dagegen haben wir schuppenlose Flossenlappen mit verkalkten Hornstrahlen und beschuppte mit solchen — wie es nicht anders möglich ist — unverkalkten.

Von allen diesen Punkten ist nach unseren obigen Ausführungen keiner ohne den andern denkbar und auch nur mit der Grundursache, dem Fehlen der ächten Knochensubstanz zu vereinigen; einer wie der andere zeigt die *Selachien*natur des Dermal skelets der *Acanthodinen*. Unberücksichtigt haben wir bei diesen Ausführungen die *Radii hyoidei* und das *Claviculoid* gelassen. Wir haben aber erwogen, inwieweit die Muskulatur zu den dermalen Gebilden mit ächter Knochensubstanz in gestaltende Beziehung tritt. Dies ist auch bei den ächten *Radii branchiostegi* der Fall, ihre bewegende Funktion ist aber nicht denkbar ohne einen breiten nach hinten ausgestreckten Opercularapparat, an dem die Branchiostegalmuskulatur ihren Hauptansatz hat und dessen Funktionen die *Radii* von unten her unterstützen. Derselbe fehlt bei *Acanthodes* vollständig. Dies stimmt nun umgekehrt mit unseren Ueberlegungen, dass bei *Acanthodes* und allen andern *Selachien* jede wesentliche Beziehung der Visceralmuskulatur zu dem sich anschliessenden Dermal skelet fehlt.

Hierbei ist zu betonen, dass eine Kiemendeckfalte bei den *Holocephalen* existirt, auch ohne dass *Radii branchiostegi* vorhanden sind; bei dem Eintritt der ächt knöchernen Opercula und *Radii branchiostegi* wird aber die Selbstöffnung der Kiemenspalten abgelöst, zum überwiegenden Theil auf den *Hyoidebogen* concentrirt übertragen, eben durch Verbindung der Muskulatur der Branchiostegalhaut mit dem Dermal skelet des *Hyoide*s. Diese Verbindung lässt auch die *ultima ratio* des Opercularapparat so constant erscheinen; eine Rückkehr zu dem Verhältniss bei *Selachien* ist unmöglich; umgekehrt ist das abwechselnde Fehlen und Vorhandensein *Radii branchiostegi*-artiger Gebilde bei *Acanthodinen* selbst ein Beweis, dass dieselben noch nicht nothwendige Organe geworden sind und nur einem wechselnden Bedürfniss gehorchen.

Das *Claviculoid* hat abgesehen von seiner Struktur weder in Grösse noch Form Aehnlichkeit mit der durch ihre Beziehungen zur Körper- und Visceralmuskulatur so constanten *Clavicula* der *Ganoiden*, noch besitzt es die gleicherweise formbedingten und constanten, dorsalen und ventralen Dermalverbindungen, die *Supra-* und *Infraclavicula*; besonders letztere wäre, abgesehen davon, dass sie bei keinem alten *Ganoiden* fehlt, zur Herstellung der ventralen Symphyse nothwendig. Auch durch das Flossenskelet wird ein ausgedehnter knorpeliger Schultergürtel verlangt, zu dem das *Claviculoid* in eine ähnliche, höchst charakteristische Doppelbeziehung tritt, wie der Flossenstachel der *Selachier* in einseitiger Weise zum ersten Flossenknorpel. —

Aehnliches gilt für die *Orbitalia*, von denen ich nur das betone, dass sie dem Augapfel sclerotal angelegen haben müssen.

Abgesehen also davon, dass diesen Gebilden die Anzeichen von Muskulatur-Beziehungen ganz fehlen und sie leicht andere Deutungen zulassen, stimmt die Möglichkeit des Auftretens solcher plattigen Gebilde bei einem typischen *Selachier* auch mit den oben betonten Anomalien im Zahnwachsthum überein.

Zum Schlusse dieser Ueberlegungen ist noch zusammenzufassen, dass es histologisch zwingend ist, dass, wenn die Knochensubstanz an einer Stelle des Dermal skelets auftritt, sie auch an allen übrigen ausgewachsenen Gliedern desselben zu beobachten sein muss. Hierdurch ist deductiv ausgeschlossen, dass es überhaupt Formen geben kann, die, wie Huxley für die *Acanthodinen* annahm, in Schuppen, Rücken-, After- und Schwanzflossen typischer Selachier, für alle übrigen Theile *Spatularia*, *Cheirolepis* und *Palaeoniscus* sein könnten. Hierzu muss auch oben (Seite 10) angeführte Tabelle gezogen werden, welche klar beweist, dass bei den älteren Formen die Gleichartigkeit der Verknöcherung über das ganze Hautskelet hin Gesetz ist. Bei den jüngsten Formen erst treten Differenzirungen auf; es zeigt sich aber hier allgemein, dass Flossenstrahlen, Schultergürtel und Cranialknochen immer den älteren Typus den Schuppen gegenüber bewahren, letztere in ihrer Entwicklung oder vielmehr Rückbildung dem ganzen übrigen Skelet vorseilen. Das Umgekehrte wäre nach obiger Auffassung bei *Acanthodes* der Fall, wo die Schuppen den älteren Typus, das Kopf-, Schultergürtel- und Flossenstrahlenskelet (zum Theil) die neueren Umbildungen eingegangen wären; auch hierin läge ein Widerspruch mit deductiv gestützten empirischen Entwicklungsgesetzen.

XIII. Uebersicht über das Skelet von *Acanthodes Bronni*.

Wir fassen im Folgenden [noch einmal eine kurze Darstellung unserer speziellen Resultate zusammen :

Schädeloberfläche und Kehlseite von *Acanthodes* sind mit Schuppen bedeckt, die im Gegensatz zu denen des Körpers unten glatt und oben skulpturirt sind; unter ihnen ragen dorsal besonders drei Reihen grösserer Schuppen hervor, die wahrscheinlich keine Beziehung zum Schleimcanal haben; ihre Struktur ist wie die der Körperschuppen plakoid. Das Gleiche gilt von den fünf Orbitalplatten, die ebenso unten glatt, aussen skulpturirt sind; es sind besonders stark und ausnahmsweise entwickelte Schuppen zum Schutz der Sclera, wie solche hier bei dem foss. *Cladodus* vergleichbar vorkommen. Die Schleimcanäle des Rumpfes bestehen aus zwei Flankenlinien, zwei Bauchlinien bis zur Bauchflosse und von da bis zum After, der nur wenig vor der Afterflosse liegt. Das Primordialcranium ist nur partiell verkalkt („Verkalkung“ im Sinne von Knorpelverkalkung) und zwar ist ein hinteres, postorbital gelegenes, seitliches Stück (Parachordale) und ein medianes ventral sich an dieses nach vorne anschliessendes trabeculäres Stück zu unterscheiden, das nach vorne ein Rostrale trägt.

Zwischen dem Trabeculare und dem Parachordale liegt orbital ein plattig entwickeltes Orbitostyloid, das dem Augestiel der *Selachier* gleichzustellen ist.

An das postorbitale Vorderende des Parachordale befestigt sich ein Palatoquadratum, über welchem etwas nach hinten ein Spiraculare (Spritzloch-Knorpel) sich befindet; ganz hinten fügt sich das Hyomandibulare an, das vom Palatoquadratum oben überdeckt ist; der Oberkiefer besteht weiter noch aus einem hinteren Labial- und dem vorderen Praelabialstück (vorderes Labialstück), die sich direkt aneinander und vorne am Rostrale befestigen. Diesen entsprechen im Unterkiefer Mandibel und eine Praemandibel, welch' letztere den einen Praemandibularzahn bei *Chimaeropsis* tragenden Knorpeln gleichzustellen ist. Alle diese Theile sind hohle Röhren, deren Hüllen durch oberflächliche Verkalkung des Knorpelskelets entstanden sind.

Das Hyoid ist nicht verkalkt; doch ist seine Lage noch bezeichnet durch einen grossen stachelartigen Zahn, der einzigen grösseren Zahnbildung der Schlundhöhle; bis zur Mitte dieses Zahnes reichen noch die Rechenzähne der ventralen Kiemenbogenglieder in die Schlundhöhle; sie kommen auch an den dorsalen Gliedern dichtgedrängt vor, sogar besitzt die Hyomandibel noch solche (hauptsächlich nach hinten gerichtet). Das Hyoid besitzt etwas längere, mehr drehrunde Anhänge, die auch nicht die breite Ansatzbasis, wie die Kiemenbogenzähne zeigen. Der Schultergürtel ist nur durch ein dermales Claviculoid vertreten, das sich bei verwandten Gattungen in verschiedener Weise in nach vorne, oben und unten (?) gerichteten Stacheln entwickelt; es ist mit der Clavicula der Ganoiden nicht direkt zu vergleichen. Die Lappen der paarigen Flossen sind vorne gestützt durch unpaare starke Stacheln, die sich wie die gleichgelegenen Stacheln der Rücken- und Afterflosse durchaus selachierartig verhalten und in der Art der Befestigung mit den Stacheln der Holocephalen übereinstimmen.

Das innere Skelet der paarigen Flossen bleibt (bis auf 2 oder 3 kurze und breite Radien bei der Brustflosse) unverkalkt; ihre Flossenlappen sind nicht beschuppt, dagegen haben sie verkalkte Hornstrahlen, die den unpaaren Flossen abgehen, welche ihrerseits beschuppt sind.

Es ist zum Unterschied von anderen *Acanthodinen*-Gattungen nur eine Rückenflosse da, die etwas*) vor dem Beginn der Afterflosse liegt. Rückenflosse und Afterflosse tragen Stacheln. Im Schwanztheil sind bei älteren Exemplaren wiederum innere Verkalkungen zu bemerken: 1) die oberen und unteren Bögen vom Beginn des unteren Caudallappens bis in die Schwanzspitze, 2) das Interspinalskelet des unteren Caudallappens; der ganze Lappen ist offenbar soweit die Weichtheile reichen mit Schuppen bedeckt, verkalkte Hornstrahlen scheinen auch hier zu fehlen; die Seitenlinie der Flanke endet an dem tiefen Einschnitt**) des Schwanzes und setzt sich kaum auf den oberen Lappen fort.

XIV. Erklärung der Textfiguren.

Fig. I. Seite 4. Kopf- und Kiemenskelet dorsoventral flachgedrückt; Kiemenbögen nach oben, Mundöffnung nach unten gerichtet; man sieht auf die basalen Cranialverkalkungen (Pch., Tr., R.) von oben (unvollständig in Fig. II S. 5), ebenso auf das Auge (Or) mit dem Jor. (Infra- oder Styloorbitale), Praelabilia und Praemandibel (PMx und PMd) von aussen; Palatoquadratum (PQ) und Spiraculare (Sp) von aussen; beiderseits ist die Coronoidengigung der Mandibel (Md) durchgedrückt; links sieht man auf die Aussenfläche der inneren Lamelle der Mandibel (Md), rechts auf die äussere mit der Muskelgrube; zwischen PQ und Md liegt das hintere Lippenknorpelstück L; hinter dem Palatoquadratum PQ die Hyomandibel HM; an der unteren Grenze von Md und PMd das Dentohyoid DHy mit den radialen Anhängen links; nach oben die Reste der Epibranchialtheile von 3 Kiemenbögen (Br. I, II, III) und des II. Pharyngobranchiale (Ph); an allen befinden sich die mit ihren Spitzen nach vorne gerichteten Rechenzähne. (Sammlung v. Dr. J. Felix in Leipzig).

Fig. II. Seite 5. Die Kiemenbögen liegen wie in der vorigen Figur, die basiscranialen Verkalkungen fehlen bis auf das Rostrale, das vollständiger als bei Fig. I den Zusammenhang mit dem PMx und dieses Stückes mit dem Labiale zeigt; bei der dorsoventralen Zusammendrückung von oben ist das PQ mit Md und PMd und HM nach aussen umgeklappt, so dass der Unterkiefer-Unterrand neben dem Labiale liegt (Jor = Stylo- oder Infraorbitale.) (Schematische Darstellung eines Lebacher Exemplars aus der Sammlung des naturf. Vereins Pollichia in Dürkheim).

Fig. III Seite 6. Stück mit zerstreuten Skeletfragmenten, unter denen das Palatoquadratum (PQ) von der Innenseite rechts oben, von der Aussenseite rechts unten zu bemerken ist; in der Mitte der Mandibel (Md) von aussen; die Theile beider Seiten sind parallelepipedisch verschoben und flachgedrückt; man sieht die schuppenartige Schädelbedeckung von unten, die beiden Orbitalringe (unvollständig) von ihrer inneren concaven Seite, Theile der basiscranialen Verkalkungen,

*) An dem von Kner l. c. Taf. III Fig. 2 abgebildeten Exemplar lässt sich die Zahl der Körper-Segmente bestimmen (5), um die sie von einander entfernt sind.

**) Der Schwanzflosseneinschnitt ist besonders wichtig und es ist die Frage, ob er der gewöhnlichen Ausbuchtung des unteren Schwanzlappens entspricht oder einer eigenen bei vielen lebenden Haien noch weiter hinten gelegenen, auch im Skelet ausgedrückten Flossenunterbrechung; Ueberlegungen, die das letztere wahrscheinlich machen, würden hier zu weit führen und werden an anderer Stelle veröffentlicht werden.

der gleicherweise verkalkten Praelabial- und Praemandibularstücke, die Dento-hyoidea mit verlagerten radialen Anhängen und davor die Schuppenbedeckung der vorderen Kehlseite (Sammlung des Kgl. Oberbergamts in München).

Fig. IV S. 7. a) und b) Schliff durch eine Schuppe längs und quer; Dentin-lamellen und in der Figur etwas undeutlich gewordene zarte Dentinröhren. c) parapodiale Schuppen der Schädeloberfläche mit den nach innen anliegenden Schuppen; α) Querschnitt durch eine seitliche mit der unteren Befestigungsrinne; β) Querschnitt durch eine mediane. d) Flachschliff durch ein Orbitalbruchstück mit undeutlich geschichtetem, reich mit Röhren durchsetztem Dentin; die unregelmässigen Dentinanastomosen entsprechen einem Höcker. vgl. S. 16. e) gering vergrösserter Schliff parallel der Fläche eines unteren Stachelendes, zeigt den Verlauf der Vasodentinkanäle von der Höhlung nach der vorderen Stachelkante, sowie deren Fehlen im Seitenflügel der nach hinten offenen Stachelhöhlung. (Exempl. eines Stachels von Klein-Odenbach (Rheinpfalz); Sammlung des Kgl. Oberbergamts München), S. 24. f) Schliff durch das vordere Ende des Dento-hyoids parallel der Seitenfläche, kleines Exemplar von *Ac. gracilis* (reines Dentin ohne Havers'sche Canäle), S. 19. g) Schliff durch die Einschnürungsstelle und einen Theil der oberen trichterartigen Höhlung des Claviculoids (vgl. f), S. 28. h) Schiefer Schliff durch eine Lamelle des Palatoquadratum; die äussere dichte Lage ist nach oben, die innere zellige nach unten gerichtet, bei h selbst kommt durch eine Umbiegung noch einmal die tiefere Lage zum Vorschein, S. 7.

Fig. V Seite 17. Copie der Knerschen Figur des Visceralskelets mit den nach hinten gerichteten Rechenzähnen der Hyomandibel (HM).

Fig. VI Seite 20. a) Wahrscheinliche Gestaltung des Hyoidbogens; die knorpeligen Theile sind getüpfelt, die vom Dento-hyoid bedeckten mit kleineren Tüpfeln versehen; darüber die Querschnitte des Dento-hyoids. α) Schliff durch ein Stück eines Hyoidradius' (Dentin); Ansicht von aussen.

Fig. VII Seite 28. Wahrscheinliche Gestaltung des knorpeligen Schultergürtels mit dem erhaltenen Claviculoid; die Trennungslinie von Scapulare und Infracapulare ist aussen durchgezogen, inwendig gestrichelt; die vom Claviculoid bedeckten Knorpeltheile sind schwächer punktirt.

Fig. VIII Seite 33. a) Schematische Ansicht des Innenskelets des Schwanzes, b) Innenskelet des unteren Schwanzlappens nach einem Exempl. der Sammlung Dr. Felix, c) Desgleichen in Abdrücken, Sammlung Dr. Felix; d) Orientirende Ansicht der Lagerung der Visceral- und Gaumenskeletttheile zu den ausgezeichneten Regionen des Primordialeraniums mit den basiscranialen Verkalkungen; die tiefer gelegenen Theile sind stärker schraffirt; hinzuzufügen ist, dass das Praelabiale und Labiale gegen Praemandibel und Mandibel zu klein gezeichnet sind und ihre enge Angliederung (vgl. Fig. II S. 5) nicht beobachtet ist. Das Dento-hyoid ist zum Theil durchscheinend gezeichnet, S. 19. e) Wahrscheinliche Form des Skelets der Brustflosse; die nicht erhaltenen knorpeligen Theile sind getüpfelt, die erhaltenen verkalkten Radien (Sammlung Dr. Felix) sind quer schraffirt, die Hornstrahlen in schwarzen Strichen gegeben; die Hauptknorpelhöhlung des unteren Stachelendes ist gestrichelt S. 26.

Die Haushamer Mulde östlich der Leitzach.

Von

F. Korschelt, Ingenieur.

Nach Vollendung des Auererbstollens wurde der Verfasser beauftragt, die gewonnenen Resultate zusammenzustellen. Der geologische Theil, der hier seine Veröffentlichung findet, behandelt nur die Verhältnisse der Haushamer Mulde in ihrer östlichen Erstreckung. Der andere Theil, der die Auer Mulden und deren Beziehung zur Haushamer Mulde darzustellen gehabt hätte, musste in Folge der Wohnungsänderung des Verfassers unterbleiben.

Es scheint nöthig, hier zunächst einige geschichtliche Daten voranzuschicken.

Die ersten bergbaulichen Versuche in der Gegend von Au reichen bis zum Jahre 1843 zurück und gingen in den sog. Auer Mulden um. Im Jahre 1850 gelangte dies Feld in den Besitz der Miesbacher Gesellschaft und im gleichen Jahre erkannte deren damaliger Direktor, Herr Schwarze, durch Kohlenfunde im Engelswieder Graben (Riesslgraben), dass der Auerberg nicht dem Alpenkalke, wie bis dahin angenommen worden war, zuzurechnen sei. 1855 veröffentlichte Herr Prof. Emmerich seine Arbeit über das Leitzachthalprofil, deren Resultate auch in dem G ü m b e l 'schen Werk*) erwähnt werden, und 1861 G ü m b e l seine Untersuchungsergebnisse. Grubenaufschlüsse (Leitzachquerschlag) lehrten den näheren Zusammenhang in den Schichten vom Trachenthale bis zum Bierhäusel kennen und finden wir das Nähere in einem Schriftchen des Herrn Oberbergdirektor Dr. v. G ü m b e l niedergelegt. Dies war der Fond von Thatsachen, über den man 1870 verfügte und es ist derselbe bis zum heutigen Tage bezüglich der Haushamer Mulde nicht wesentlich erweitert worden.

Im Februar 1861 begann man den Betrieb der Grube Hausham, der in der Hauptsache auf dem Grosskohl umgeht, dem besten bis jetzt in Oberbayern bekannt gewordenen Flötze. Die rapid gesteigerte Förderung liess eine Untersuchung im östlichen Felde angezeigt erscheinen, da man Grosskohl in westlicher Richtung in schlechter Beschaffenheit angetroffen hatte. Aus diesem Grunde und um der Grube Hausham Wasserabzug zu bieten, wurde 1870 die Herbeibringung eines tiefen, 13 Kilometer langen Stollens mit dem Ansatzpunkte bei Au beschlossen und 1871 begonnen. Dieser hatte zunächst die bei Au bekannt gewordenen

*) Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengebirges von G ü m b e l, S. 704.

Flötze, dann den nördlichen Rücken der älteren Meeresmolasse und weiterhin den Nord- und Südfügel der Haushamer Mulde bis zum Grosskohl zu durchqueren und sollte schliesslich auf diesem Flötze streichend erlangt werden. Als Ende 1885 der Verfasser die Leitung dieses Betriebes überkam, war man bereits am Südfügel der Haushamer Mulde angelangt, ohne dass es aber gelungen war, über die Flötzverhältnisse der Mulde ins Klare zu kommen. Die folgende Darstellung dient der Lösung dieser Aufgabe.

Was die Karte anlangt, so wurden die Fundpunkte des anstehenden Gebirges speciell eingezeichnet und zwar deshalb, weil voraussichtlich zu bergmännischen Zwecken früher oder später weitere Begehungen stattfinden werden und der Verfasser Nachfolgern auf diesem Gebiete die ebenso zeitraubende, wie anstrengende Arbeit der Durchschürfung sämtlicher Gräben ersparen möchte. Gleichzeitig nehme ich Gelegenheit, meinem Freunde Herrn Kaspar Gruber meinen Dank abzustatten für die selbstlose Unterstützung, die er mir im Terrain der Auer Mulden widmete. Die Eintragungen des Anstehenden in den Gräben, die vom Kaltenbache nach Süd gehen, verdanke ich zum grösseren Theile den Aufnahmen des Herrn Ingenieur Stuchlik.

Das zu betrachtende Gebiet soll westwärts seine Begrenzung durch die Leitzach finden.

Die in Frage kommenden Schichten gehören dem Oligocän an und zerfallen in drei Hauptgruppen, deren liegendere mitteloligocäne Meeresschichten, deren hangendere oberoligocäne Brackwasserschichten und deren mittlere die Uebergangsschichten der vorerwähnten Abtheilungen umfassen. Die unterteufenden Flyschschichten scheinen concordant gelagert zu sein, da sie im Streichen und Fallen sich den nächstgelegenen Schichten der Meeresmolasse anschliessen. Es drängen sich aber eocäne und cretacische Schichten von geringer Stärke dazwischen. Doch lässt sich dies Verhältniss mit Sicherheit nicht erkennen, da die fraglichen Grenzschichten an keinem Punkte entblösst sind und cretacische Schichten ausser im Trachenthale*) erst seitwärts im Innbachthale**) und an der Gindelalm auftreten, das Eocän aber nur durch einen Rollblock im Trachenthale angedeutet ist.

Der direkten Beobachtung sind weitausgedehnte Strecken durch glaciale Ueberlagerungen entzogen. Es lassen sich zwei deutlich getrennte Vereisungsperioden unterscheiden. Von der älteren sind nur mehr Andeutungen vorhanden, die sich ebensowohl in den Thälern, wie auf den Höhen bis zu 900 m. finden; die Schotter dieser Ablagerung sind conglomeratartig verfestigt. Die zweite Vereisung war von minderer Ausdehnung und erhielt ihre Zufuhr von zwei Gletschern, deren einer aus dem Leitzachthale hervordrang und die mächtigen Schotterlager am Auerberge bildete. Der andere, der Innthalgletscher, stieg dagegen nur bis zu 600--650 m. Höhe an und setzte dort seine der Masse nach

*) Es wurde diese Schreibweise an Stelle der bisher üblichen „Drachenthal“ gewählt, da dies Wort jedenfalls aus einer Zusammenziehung von „unter der Ache im Thal“ entstanden ist.

**) Die auf der geologischen Karte bei Deisenried verzeichneten Kreideschichten konnten nicht aufgefunden werden. Im Osterbache folgt der alten Meeresmolasse eine Schichtenreihe, die weder dieser, noch dem Flysch beizuzählen ist, deren Alter aber Mangels an Versteinerungen nicht erkannt wurde.

zwar geringen, dafür aber durch mächtige Blöcke centralalpiner Gesteine gekennzeichneten Moränen ab.

Für die Beobachtung der tertiären Schichten sind die Moränen dieser beiden Gletscher von einem sehr verschiedenen Einflusse.

Der Leitzachgletscher hatte seine Hauptstossrichtung in der Erstreckung der Linie Niklasreuth-Jedling. Westwärts sich auszubreiten hinderten ihn die Höhenzüge, nach Osten schob er einen Arm durch die Depression bei Deisenried vor, überschüttete das Terrain bis nach Feilenbach und überzog die Gegend vom Thalerhaus bis zu den Rabensteiner Gräben mit einer Schotterlage. Nach Nordosten bis Nord aber thürmte er den mächtigen Endmoränenwall auf, der sich heute von Hub über Schnitzenbaum, den Zozenberg hin nach Niklasreuth und Sonnenreuth erstreckt. Von Grosshalmanseck ab überzog er die Gegend weiter hinaus nach Norden, schob Hügel an Hügel und überdeckte so gründlich seine Unterlage und mit einer so mächtigen Schicht bis herab zu 700 m. Meereshöhe, dass nicht einmal tief eingerissene Hauptgräben Aufschlüsse im Tertiär geben.*)

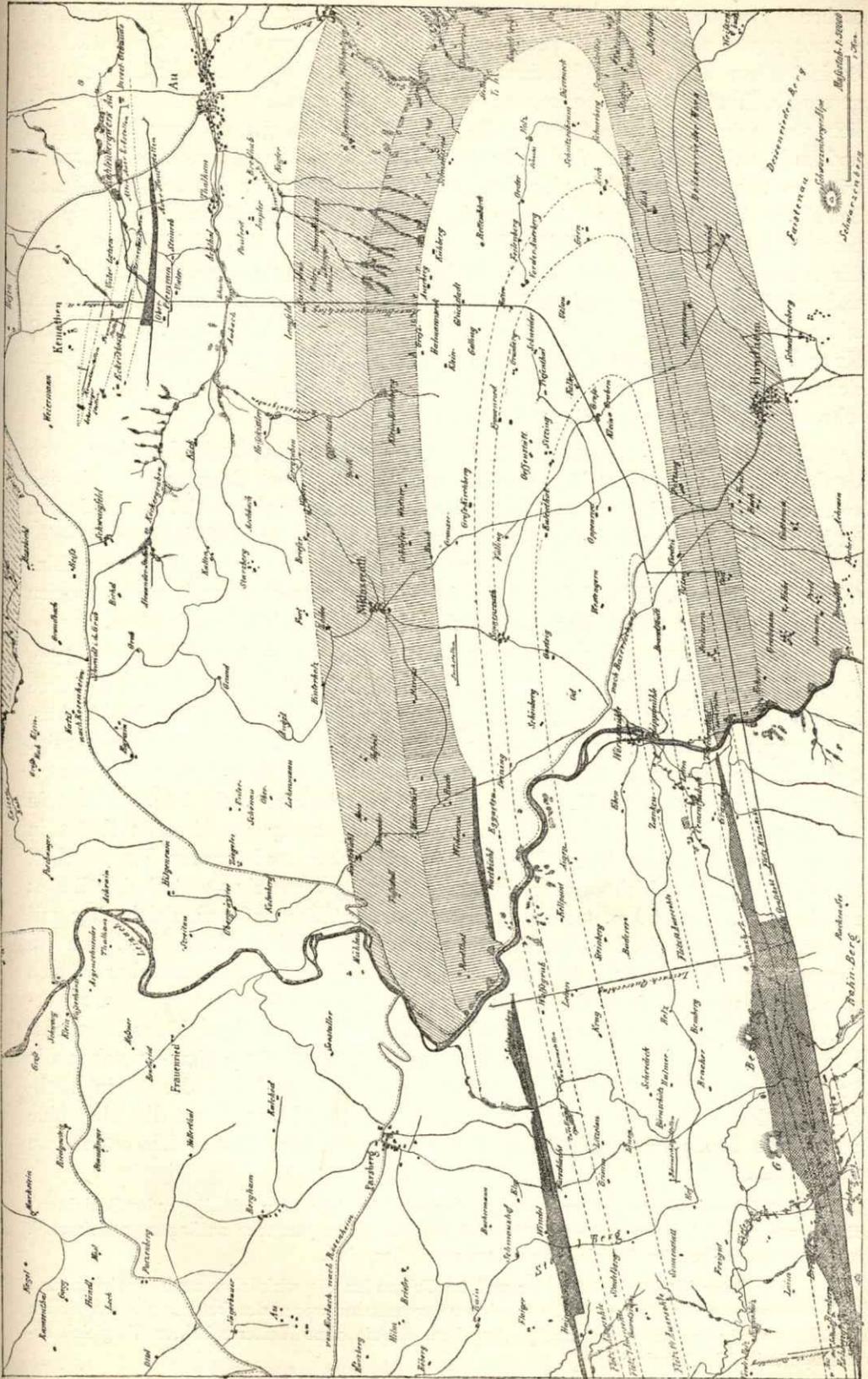
Die Gegend dagegen, die der Innthalgletscher bestrich, ist nur mit einem Grundlehm bedeckt, der, je höher er liegt, um so mehr Geschiebe in sich aufnimmt; immerhin aber, soweit bis jetzt bekannt, im Oligocän keine stärkere Ueberdeckung als 4 m. ausmacht, so dass die grösseren erraticen Blöcke aus dem Boden heraussehen. Nach dem mehr nördlich gelegenen Miocän zu aber verstärkt sich die Ueberdeckung schnell, so dass man in den nördlichen Seitengräben des Kaltenbaches auf ähnliche Verhältnisse stösst, wie in den Gräben von Niklasreuth. Mit der Höhengcurve von 500 m. verschwindet das Anstehende unter den Moosen und Filzen, welche die vom Innthalgletscher erzeugte Depression erfüllen und nur an wenigen Punkten (am Bibereck, bei Forsting) treten unterhalb dieser Linie noch kleine Fragmente des Oligocäns zu Tage.

So ist denn die der Beobachtung zugängige Fläche im Wesentlichen begrenzt vom Kaltenbache bis zum Bruckthalgraben durch die Höhengcurven von 600—650 m. Von dort aber steigt die Zone hinauf bis auf 800 m. und hält sich in der Höhenlage von circa 750 m. bis Hohenkogel. Südwärts von Hohenkogel finden sich nur noch am Steilgehänge einige entblösste Stellen, von denen der Steinbruch bei Hub die bemerkenswertheste ist. Ostwärts sinkt die Linie rasch herab zu den Aufschlusspunkten in den Rabensteiner Gräben und am Osterbache. Nach der Ebene bildet im Allgemeinen die 500 m. Linie die Grenze. Südlich und westlich dieser Begrenzungslinie finden sich bis zum Leitzachthale keine weiteren Aufschlüsse.

Das Emporpressen der Centralalpen musste auf die seitlichen Schichten einen nach Nord, resp. nach Süd gerichteten Druck ergeben, der sich geltend machte in der Zusammen- und Ueberschiebung der Schichten. Wie die That-

*) Die Thalungen waren damals schon in ähnlicher Weise wie heute ausgebildet. Die Hauptthäler aber waren erheblich tiefer eingeschnitten als gegenwärtig, wie Aufschlüsse im Leitzach- und Schlierachthal beweisen. Wegen der nachfolgenden Verschotterung haben sich diese Flüsse zum Theil ein neues Bett graben müssen.

**) In dem beigegebenen geologischen Uebersichtsblatte sind die Höhengcurven mit Hilfe eines Aneroidbarometers durch Abhebung der Curven gewonnen, denen ein Netz abnivellirter Punkte (hier wurden z. Th. Angaben des Herrn Markscheider Braun benutzt) zu Grunde liegt.



sachen beweisen, ist der Widerstand der vorliegenden Schichten ein derartig grosser gewesen, dass es der pressenden Kraft leichter wurde, zusammengefaltete Schichten zu heben und übereinander zu schieben, als die Druckwirkungen in grosse Entfernungen zu übertragen. Während sich noch wenige Kilometer südlich von dem fraglichen Gebiete die kühnsten Dislocationen bemerken lassen und im Flyschgebiete sich eine auffallende Zusammenfältelung der Schichten zeigt, tritt im Oligocän zunächst eine breite Mulde (Haushamer Mulde) auf, deren Schichten buchförmig zusammengelegt sind und deren südlichste, scheinbar hangendste Schichten in Wirklichkeit die Liegendsten sind. Die Verhältnisse der folgenden, 2 Kilometer breiten Schichtenreihen sind nur wenig klar gelegt und scheinen zu einer zweiten (Aechthalerschacht-) Mulde zu gehören. Hieran schliessen sich noch, soweit bekannt ist, zwei Mulden (Eckartsberger- und Kemathnermulde), deren Südfügel aber bereits nördliches Einfallen zeigen und sich als geringere Wellen documentiren und so den Uebergang bilden zu den schwächer gebogenen miocänen Schichten.

Allgemeines. In der Haushamer Mulde sind die Verhältnisse durch Grubenbaue und Tagaufschlüsse ziemlich gut bekannt. Nach Osten schliesst sie sich am Auerberge. Im Allgemeinen hält sie ein west-östliches Streichen ein. Die Schichten im Nordflügel zeigen ziemlich gleichmässig am Ausbisse ein Einfallen von 40—45° n. S., die des Südfügels dagegen schwanken im Einfallen von nördlichem Einfallen bis 35° n. S. Das Muldentiefste ist bis jetzt nur constructiv zu bestimmen und es dürfte der tiefste Punkt ziemlich in das Leitzachthalprofil fallen.

Meeresmolasse. Die liegendsten*) Schichten sind grüngraue, weiche, thonige Mergel, die neben der Schichtung noch Schieferung zeigen und dadurch in parallelepipedische Stücke zerfallen. Auf den Kluffflächen treten dunkle Ausscheidungen (Mangan) auf. Auf hunderte von Metern Mächtigkeit**) zeigt dieser Mergel nicht die geringste Aenderung in seinem Aussehen, und kommen nicht besondere günstige Umstände zu Hilfe, so ist man nicht im Stande, sein Streichen und Fallen zu bestimmen. Nach oben zu gehen diese Schichten in ausserordentlich feinsandigen Mergel von gelblicher und grauer Farbe über. In seinen tieferen Schichten zeigt er keine Spur irgendwelcher organischer Reste; erst in den oberen 50 m. treten *Cyprinen* und *Dentalien* auf und gleichzeitig mit diesen die ersten seltenen Spuren von Schwemmholzkohle. Der Reichthum an Organismen nimmt rasch zu und seine oberste Lage ist gekennzeichnet durch eine Masse von *Cyprinen*, die freilich nur in seltenen Fällen gut erhalten zu erlangen sind. In den sich nach oben anschliessenden, sandigen Mergeln wächst rasch der Artenreichthum. Durch Zunahme an feinkörnigen Sanden gehen die Schichten weiterhin in dünnplattige Sandsteine über und aus diesen in bankförmige, denen die erste schwache Conglomeratlage folgt und an die sich eine artenreiche Bank mit zahlreichen Versteinerungen anschliesst. Hierauf folgen

*) Wenn nicht besonders hervorgehoben, sind im Folgenden mit „liegenden Schichten“ die älteren gemeint, wenn sie gleich thatsächlich häufig den jüngeren aufliegen, mithin nach bergmännischer Sprachweise als hangendere anzusehen sind.

**) Unter Mächtigkeit ist hier und im Folgenden die wirkliche, nach Streichen und Fallen reducirte zu verstehen, da die scheinbare, gemessene wegen des fortgesetzt wechselnden Einfallens stetig variiert und derartige Angaben, da sie ohne Weiteres keinen Vergleich zu lassen, wenig Werth haben.

zunächst mergelige, dann sandigmergelige, dünnplattige Schichten, die mit *Cyprina* und *Pholadomya alpina* durchspickt sind und die diese Gruppe nach oben abschliessenden Conglomerate.

Diese Schichtenreihe, circa 600 m mächtig, (im Trachenthale sind nur 450 m aufgeschlossen, wovon 150 m auf die versteinierungsführende Zone entfallen), gehört der mitteloligocänen Meeresmolasse an und es ist die obere versteinierungsführende Gruppe durch das gleichmässige, zum Theil massenhafte Auftreten der *Cyprina rotundata* derart charakterisirt, dass man sie füglich im Gegensatz zu den folgenden Cyrenenschichten als Cyprinenschichten bezeichnen könnte. Bemerkenswerth ist für diese Gruppe, dass sie auf Kilometer sich ganz gleichmässig in den Gesteinen zusammengesetzt zeigt, so dass sich fast Schicht um Schicht an weit entfernten Punkten identificiren lässt. Dies deutet darauf hin, dass die bei der Ablagerung herrschenden Umstände überall gleichartige waren. Die Aufeinanderfolge im Auftreten der organischen Ueberreste und der Gesteine scheint zu beweisen, dass die ersten Ablagerungen in einer Meerestiefe stattfanden, welche die Existenz versteinierungsfähiger Wesen nicht begünstigte und dass diese Tiefe sich durch gleichförmige Hebung des Grundes minderte. Zunächst erscheinen die auch in grösserer Tiefe vorkommenden *Cyprinen* und *Dentalien*. Mit der verminderten Tiefe vermehrten sich die Lebensbedingungen für neue Fossilien, die auch gleichzeitig mit dem Uebergange der Mergel in sandige Mergel erscheinen. Die grössere Nähe des Landes, die sich mit der verminderten Tiefe ergab, führte gröbere Sandtheilchen den Ablagerungen zu. Die nach oben die Schichtenreihe begrenzenden Conglomerate aber sind als eine Strandbildung aufzufassen.*)

Uebergangszone. Diese Conglomerate (Bierhäusel-Attenberger Conglomerate genannt) wurden bisher als das Grenzglied zwischen Meeres- und Brackwassermolasse angesehen. Es ist dies nur in beschränkter Weise richtig und es empfiehlt sich, ein Zwischenglied, eine Uebergangszone einzuschalten. Der Kampf zwischen Meer- und Brackwasser wurde nicht plötzlich entschieden, ein längeres Hin- und Herwogen fand statt, bis schliesslich Brackwasser, Land und Süsswasser die Oberhand behielten.

An Stelle der bisherigen Gleichartigkeit weit entfernter Schichten tritt eine bemerkenswerthe Differenzirung und wir finden eine wesentlich andere Ablagerung östlich vom Auerberge gegenüber dem Leitzachthalprofile.

Es wird also im Folgenden eine getrennte Betrachtung einzutreten haben.

Die Conglomerate sind am besten im westlichen Rabensteiner-, dem Riesslgraben, den Schmoderergräben und dem Bruckthalgraben aufgeschlossen, wo sie, der Erosion mehr Widerstand als die benachbarten Schichten bietend, zum Theil recht sehenswerthe Wasserfälle bilden. Allen Fundpunkten ist die erste

*) Am besten aufgeschlossen findet man diese Schichtenreihe erst am östlichen, dann am westlichen Ufer im oberen Trachenthale und den einmündenden Seitengräben, dann am Auerberge und vor allem im Schmoderergraben. In den die Conglomerate begleitenden weicheren Schiefen finden sich auf den Ablösungsflächen sehr häufig über grosse Erstreckungen hin wellenförmige Vertiefungen, welche die grösste Aehnlichkeit mit den Bildungen haben, wie sie am Grunde mässig bewegter flacher Seeufer entstehen. Wir haben hier, wenn der Ausdruck gestattet ist, versteinerten Wellenschlag vor uns. Am bequemsten kann man gegenwärtig diese Erscheinung im Steinbruche beim Bierhäusel beobachten. Sie finden sich ganz allgemein auch in den Cyrenenschichten.

Conglomeratbank (Bierhäuselconglomerat) gemeinsam, die nach oben zu eine Zwischenlage von Mergel und Cementmergel*) mit mehreren Flötzspuren zeigt. Dieses Conglomerat tritt zumeist als eine geschlossene Bank, oder auch als ein Schwarm von Conglomeratschnüren in feinem oder mehr minder grobem, sehr glimmerreichem Sandstein auf. (Riessl- und Gottschallingergraben). Je nachdem es kompakt oder schwarmartig auftritt, schwankt die Mächtigkeit dieses Conglomerates. Die Körner, die es zusammensetzen, sind eiförmig bis kugelig und selten mehr als 2—3 cm in der Längsaxe und durch längeres Rollen ganz glatt an der Oberfläche. Sie bestehen zumeist aus Quarz (meist Fettquarz), Kieselschiefer, dann dunklen, mit weissen Schnüren durchzogenen, marmorartigen Kalken. Daneben aber finden sich in flachen Stücken mit abgerundeten Kanten Gneiss, Glimmer und glimmerreicher Thonschiefer. Nur an einem Punkte, im westlichen Rabensteiner Graben, dort, wo die Conglomerate die Wand des Hauptwasserfalles bilden, finden sich Kalkgerölle bis zu Kopfgrösse dicht nebeneinander, pflasterartig geschichtet in vier getrennten Bänken und oberhalb ziemlich da, wo das Anstehende endet, eine Breccie scharfkantiger, thoniger Schiefer, die aus grösster Nähe stammen müssen.

Die Nähe von Land documentiert sich durch nicht selten zu findende Kohlenspure, die theils von Einschweimmungen herrühren, theils aber auch flötzartig auftreten und am Platze selbst entstanden sind.

Wie erwähnt, entwickelte sich die Schichtengruppe der Uebergangszone verschiedenartig, weshalb das Auerprofil im Leitzachthale und die Aufschlüsse am Auerberge einer getrennten Betrachtung unterworfen werden müssen.

Leitzachprofil.)** Hier folgen im Trachenthale dem Conglomerat feinsplattige Sandsteine mit zahlreichen Blätterabdrücken, denen sich eine versteinungsarme Zone von uncharakteristischen Sandsteinen und Mergeln, untermischt mit einzelnen schwachen Conglomeratbänken und bituminösen Mergelspure, anschliesst. Im Sulzgraben zeigen sich nur grobsplattige, gelbliche Sandsteine mit Conglomerateinlagen und dann erscheint, unvermittelt durch Kohlenspure, das erste Flötz (Nr. 1 der Braunschen Nummerirung), Philipp II., im Sulzgraben mit 10 cm Kohle, im Trachenthale mit 1,25 m Flötzöffnung, darunter 60 cm Kohle. In den folgenden mehr sandigen als mergeligen Schichten sind einzelne Flötzspuren eingestreut und dann kommt wiederum eine starke Conglomeratbank. Die nächsten Sandsteine enthalten im Trachenthale eine Kohlenspur, die sich im Sulzgraben zu einem annehmbaren Flötze (Flötzöffnung 130 cm, darunter 35 cm Kohle) ausbildet und dann kommt das zweite Flötz, Philipp I., für das die seltene Thatsache zu verzeichnen ist, dass sein Hangendes von einer Conglomeratbank gebildet wird. In den begleitenden Lagen findet sich *Mytilus aquitanicus*. In den weiteren Schichten, getrennt durch eine Sandsteinbank, tritt ein mächtiges Conglomerat auf, das im Sulzgraben den schönen oberen Wasserfall bildet. Gelbliche, grobsplattige Sandsteine schliessen sich an, die nach oben in eine

*) Unter Cementmergel wird ein sehr dichter Mergel von blaugrauer Farbe mit splitterigem Bruche verstanden, der sich seines höheren Kalkgehaltes wegen zum Brennen von Romancementen eignet.

***) Im Südflügel ist diese Gruppe vorzüglich erst am westlichen, dann am östlichen Gehänge der Leitzach im Trachenthale, der Nordflügel besonders gut im Sulzgraben abgeschlossen.

weichere, versteinungsreiche Lage voll von *Turritellen* übergeht. Ein Mergel mit häufigen *Cyrenen* neben *Cerithium margaritaceum* und *C. plicatum* folgt und dann kommt eine weitere Conglomeratbank, die zum Teil in Sandstein übergehend, nur getrennt durch eine schwache Mergellage, das Liegende des Flötzes 3/2 bildet. Eine sofort folgende Conglomeratbank schliesst hier die Uebergangszone.

Dieselbe ist charakterisiert im Leitzachthalprofile durch die Menge der auftretenden Conglomerate, durch ein häufiges Nichtübereinstimmen mit der Gesteinsart gleichaltriger Schichten im Nord- und Südflügel der Mulde und durch die, soweit es heute die Schürfe beurtheilen lassen, mehr als gewöhnliche Unbeständigkeit in der Mächtigkeit der Flötze. Sie ist weiter ausgezeichnet durch das häufige Auftreten von *Cerithium plicatum* und *Ostrea cyathula*, die sich in den oberen Schichten nur noch vereinzelt finden.

Turritella (*Sandbergeri* und *diversicostata*) und ihre Begleiter kommen in den hangenderen Schichten überhaupt nicht mehr vor und zeigen eine letzte Rückkehr zur Meeresmolasse an. *Cyprina rotundata* findet sich in dieser Schichtengruppe nicht mehr und endet mit dem ersten Hauptconglomerate, dem Bierhäusel-Attenbergerconglomerat, definitiv.

In der Gesteinsführung unterscheidet sich diese Gruppe wesentlich von jener der Brackwassermolasse. Ausser den Conglomeraten sind Sandsteine die Hauptbestandtheile und Mergel sind seltener und dann immer von geringerer Ausdehnung. Es zeigt sich gegenüber der Brackwassermolasse eine grössere Mächtigkeit der verschiedenen Gesteinsarten und nicht dieser schnelle und un-ausgesetzte Wechsel oft sehr gering mächtiger Gesteinsschichten.

Die Kohle der Philippflötze besitzt einen wesentlich anderen Charakter, als den der hangenderen Kohlenparthien. Sie ist hart, körnig im Bruche, wetterbeständig, ungeeignet zum Schramm, von grossem Gewichte, neigt zu Uebergängen in schwarzen Stinkstein und zeigt bei der Bearbeitung mit dem Eisen einen röthlichbraunen Strich. Die Kohle von Flötz 3/2 dagegen schliesst sich in ihrem Ansehen ganz dem der hangenderen Flötze an.

Die Gesamtmächtigkeit dieser Gruppe beträgt

im Trachenthale 214 m	} im Mittel 210 m.
im Sulzgraben 205 m	

Auerbergprofil. Die vorhandenen Bäche bieten zwar gute Aufschlüsse, büssen aber durch ihre Tuffbildungen diesen Vortheil zum Theil wieder ein. Oestlich, schon der Muldenwendung nahe, liegt der Riesslgraben, der schon frühe die Aufmerksamkeit der Bergleute auf sich zog, und ihm benachbart ist der Gottschallingerbach, die ihre Aufschlüsse gegenseitig ergänzen. Weiter westlich geben die Schmoderergräben Aufschlüsse, von denen die östliche Gabelung die vorzüglicheren bietet. Der Bruckthalgraben und der westliche Rabensteiner sind nur in der Zone der ersten Conglomerate entblösst. Es reichen diese Gräben mit Ausnahme des Bruckthalgrabens bis in die versteinungsreichen Schichten der Meeresmolasse.

Hier sind zwei Hauptconglomeratzonen zur Ausbildung gelangt, die durch einen glimmerreichen, zumeist grobkörnigen Sandstein getrennt werden. Die liegendere Bank entspricht dem Bierhäuselconglomerate, da sich hier ebenso wie im Sulzgraben in den oberen Schichten desselben Flötzspuren zeigen, die

von einem Mergel resp. Cementmergel begleitet sind. Auch die zweite Bank schliesst nach oben mit einer bituminösen Schicht ab, der aber das Charakteristische des Cementmergels fehlt. Die nun folgenden, gelblichen Sandsteine sind sehr unvollkommen aufgedeckt, da die Bachbetten über den Conglomeraten zumeist eben und mit Schotter erfüllt sind. Nur im Gottschallinger-Graben finden sich Kohlenspuren, die, wie die entsprechenden Schichten im Auerquerschlage ergeben, den Spuren bei Philipp II. zuzurechnen sind. Die folgenden, einförmigen, grobplattigen Sandsteine sind circa 50 m oberhalb der zweiten Conglomeratbank von einer mergeligen, sehr versteinungsreichen, 2 m mächtigen Schicht unterbrochen, die sich durch ihre Versteinungen als Meeresablagerung documentirt und von Hohenkogel bis zum Schmoderergraben verfolgen lässt. An einem Punkte findet sie sich verknüpft mit einer schwachen Glanzkohlschicht, von der aber unentschieden gelassen werden muss, ob sie nicht durch Schwemmholz entstanden sei. Hier enden zumeist die Aufschlüsse. Wo sie aber weiter reichen, werden sie durch starke Tuffbildungen ziemlich undeutlich gemacht, oder es tritt auf eine längere Strecke Verschotterung ein. Die aufgeschlossenen Stellen zeigen unentwegt die gelben, grobplattigen Sandsteine, so dass das Profil ein wesentlich anderes Bild zeigt als im Trachenthale oder im Sulzgraben. Circa 70 m oberhalb des versteinungsreichen Mergels findet sich eine höchst unscheinbare, 12 cm starke Lage von bituminösem, sandigem Mergel, deren Hangendes von einer muschelführenden Conglomeratbank gebildet wird. Ihrem Hangenden nach und wegen der Beigabe von *Mytilus* könnte man sie für den Vertreter vom Philipp I. halten, wenn nicht dagegen die zu grosse Entfernung von Philipp II. spräche, die im Leitzachthalprofile 70 m ausmacht, hier aber 100 m betragen würde. Der Entfernung und auch dem Flötzcharakter nach wird man sie entsprechender mit einer 30—35 m im Hangenden von Philipp I. liegenden Spur zu identifiziren haben, die im Trachenthale zwischen Conglomeraten und im Sulzgraben zwischen Sandsteinen sich findet. Höhere Aufschlüsse bieten nur noch zwei anfangs der siebziger Jahre getriebene und im Engelsberger- (Riesslgraben) Graben angesetzte, auf Kohlen fündig gewordene Stollen Nr. II und Nr. III.

In dem mehr westlich gelegenen, durch die Schmoderergräben aufgeschlossenen Theile haben die Verhältnisse für die Kohlenbildung noch ungünstiger gelegen. Hier ist es möglich, vom Hauptconglomerate an auf fast 250 m die aufgeschlossenen Schichten zu verfolgen, ohne dass es aber gelingt, mit Ausnahme der Flötzspuren in den Conglomeraten, irgendwelche kohlenführenden Schichten zu constatiren. Die Vertuffungen können dies kaum erklären, da doch die unscheinbare, versteinungsführende Mergelschicht nachgewiesen wurde. Es scheint also hier die Flötzspur vom Riesslgraben gänzlich in Wegfall gekommen zu sein. Unentschieden muss das Vorkommen von Philipp II. gelassen werden, da dort, wo man es zu suchen haben würde, der Graben vermurt ist. Die durch die Stollen im Engelsberger Graben aufgeschlossenen Flötze kann man nicht zu finden hoffen, da sie erst hinter der Grenze des Anstehenden in den Schmoderergräben vorkommen können. Die Entfernung von Beginn der Conglomerate bis zum Flötz im Stollen II beträgt 260 m.

Die Tagaufschlüsse reichen am Auerberge nicht bis zur Brackwassermolasse heran, so dass hier nicht die Grenze der Uebergangszone markirt werden kann.

Während noch zur Zeit der Bildung der ersten Hauptconglomerate sich der östliche Theil der Mulde in günstigeren Bedingungen für die Flötzbildung befand, wie die groben Conglomerate im Rabensteinergraben und die den Conglomeraten eingelagerten, häufigen Kohlenbrocken und Flötzspuren beweisen, die sich vom Riesslgraben bis zum Bruckthalgraben verfolgen lassen, so dauerte dies nur fort bis zur Ablagerung von Flötz Philipp II., das auch schon in ungleich geringerer Stärke (15 cm Kohle gegenüber 60 cm), als im Trachenthale erscheint. In den folgenden Schichten aber finden wir anstatt des Wechsels von Sandstein, Conglomeraten und Mergel, unterbrochen von Flötzen und bituminösen Spuren, eine schier endlose bis auf die Höhe des Auerberges reichende, über 160 m mächtige, einförmige Ablagerung von grobplattigen, gelblichen Sandsteinen, nur mit einer Zwischenschicht einer Meeresversteinerungen führenden Mergellage. Es ist hier an Stelle der fortschreitenden Hebung ein längeres Zurücksinken unter den Meeresspiegel zu constatiren. Im Allgemeinen ist diese Schichtengruppe arm an Versteinerungen. Häufiger und gleichmässiger verbreitet findet sich *Cardium Heeri* und wenn auch seltener *Pholadomya alpina*.

Cyrenenschichten.

Brackwassermolasse. Diese mächtigste, 760 m betragende Schichtengruppe einer annähernd eingehenden Betrachtung, wie die liegenderen zu unterwerfen, würde über den Rahmen dieser Zeilen hinausfallen, deren Zweck ist, die Thatsachen festzulegen, welche zur Identifizierung der durch den Auerquerschlag aufgeschlossenen Schichten dienen können. Die eingehendste Kenntniss der Brackwassermolasse der Haushamer Mulde verdankt man dem Leitzachquerschlage und den in neueren Zeiten auf der Leitzach- und Auer-Sohle beim Haushamer Schachte angesetzten Querschlägen.

Bei Bearbeitung, der durch den Leitzachquerschlag erhaltenen Aufschlüsse wurden von Herrn Markscheider Braun die Flötze, die bis dahin, je nach ihren obertägigen Fundpunkten, die verschiedensten Namen erhalten hatten und von denen oft das gleiche Flötz mehrere führte, mit Nummern bezeichnet, ein Verfahren, das bei der grossen Zahl der Flötze (26), den Vorzug verdient. Es ist nicht zu verkennen, dass bei den hiesigen, wechselnden Flötzverhältnissen die Nummerirung ihre schwachen Seiten hat. Flötze, die auf mehrere Kilometer Erstreckung als bauwürdig oder an der Grenze der Bauwürdigkeit stehend bekannt sind, ändern in weiterer Länge ihren Charakter derart, dass man sie kaum als der Bezeichnung werth ansehen würde und umgekehrt nehmen Spuren den Charakter von Flötzen an. Immerhin scheint es zweckmässig, diese mehr von dem zufälligen Gütezustande der Flötze im Leitzachquerschlagsprofile, als von vielfachen Erfahrungen beeinflusste Flötznummerirung zu adoptiren und sich gegebenenfalls durch Zwischennummerirung zu helfen, wie dies schon bei dem später bekannt gewordenen, oben erwähnten Flötze 3/2 geschehen ist.

Dies führt uns dazu, die Schwierigkeiten zu besprechen, die sich innerhalb der Brackwassermolasse den Identifizierungen überhaupt entgegen stellen.

Konnte in den älteren Schichtengruppen und selbst in der Uebergangszone noch, sofern sich nicht die Ablagerungsverhältnisse total änderten, dabei noch Gesteinsähnlichkeiten benutzt werden, so ist dies hier in minderer Weise der Fall. Mergel gehen in sandige Mergel und diese in Sandsteine über; Cementmergel und Sandsteine vertreten sich gern gegenseitig. Typisch bleibt zumeist nur der Gesteinscharakter grösserer Gruppen, so dass man auch bei weiteren Entfernungen auf gleiche Gesteinsverhältnisse rechnen kann, wenn diese einen ausgeprägt sandsteinartigen oder mergeligen Charakter und nicht die Neigung zeigen, durch Uebergänge unausgesetzt miteinander zu wechseln. Der feste

Sandstein mit kieseligem, oder kalkigem Bindemittel ist durch eine Unzahl von Zwischengliedern mit dem Mergel verknüpft, so dass die Benennung eines Gesteines häufig mehr minder willkürlich ist und gleiche Profile, von verschiedenen Beobachtern aufgenommen, ein recht abweichendes Bild zeigen können.

Ein weiteres Mittel, das anderwärts von grosser Brauchbarkeit ist, die Versteinerungen, versagen hier bei den subtilen Einzeluntersuchungen fast gänzlich ihren Dienst. Sie haben nur Gültigkeit zur Vergleichung ganzer Schichtenreihen. Leitfossilien für einzelne engbegrenzte Schichten aber giebt es nicht. Sie können nur, wenn noch mehrere andere Gründe für die Identität sprechen, bei Gleichartigkeit mit als ein Beweis herangezogen werden, ohne aber für sich allein entscheidende Kraft zu besitzen. Wohl aber kann man erfahrungsmässig erwarten, dass mächtigere Schichten, die ganz erfüllt sind mit *Cyrena*, *Cerithium* oder *Thracia*, an anderen Punkten den gleichen Fossilienreichtum zeigen.

Auf die Schwierigkeiten, die Aehnlichkeit der Flötze selbst zu benutzen, wurde schon oben hingewiesen. Die Flötze innerhalb der Brackwasserzone sind wohl ausnahmslos durch Pflanzen entstanden, die an Ort und Stelle wuchsen und diese Pflanzen verlangten zu ihrer Existenz Süsswasser. Sollten sie Material zur Kohlenbildung geben, so war ein sumpfiges Terrain Bedingung, trat aber Land an Stelle des Sumpfes, so konnte sich nur eine Humusschicht bilden, deren Reste vielfach noch erkennbar sind. Süsswasserbecken gaben Gelegenheit zum Absetzen der häufigen Stinksteine, den unerwünschtesten Vertretern der Kohle, die erfüllt sind mit Resten von Süsswasser- und Landconchylien. Vereinzelt zeigen sich wohl auch die Ablagerungen von Bächen, deren mergelige Absätze in vielfach gekrümmtem Verlaufe, erfüllt mit *Unionen*, einzelne der Zwischenmittel der Flötze bilden. Es brauchten also nur die Bodenverhältnisse zu wechseln, um gleichzeitig, aber räumlich entfernt, recht verschiedenartige Ablagerungen entstehen zu lassen, so dass wir Kohlenflötze, Stinksteine, bituminöse Spuren, Süsswasser- und Landmuschelschichten und auch Lettenlagen als Aequivalente ansehen können. Und dass dieser Wechsel stattfand, beweisen die Thatsachen.

Als weiteres Identificierungsmittel kann die Mächtigkeit der Schichten dienen. Im Einzelnen betrachtet wechselt sie erheblich; selbst in grösseren Gruppen, wenn man beispielsweise die Entfernungen zweier Flötze ins Auge fasst, finden sich vereinzelt noch Differenzen bis zu 100 %. Nimmt man aber noch grössere Complexe zusammen, so gleichen sich diese Differenzen gegenseitig ziemlich aus.

Es ergibt sich aus alledem, dass es in diesem Bergbaudistrikte schwerer ist, zu einem überzeugenden Resultate zu kommen, als dies mehrentheils der Fall ist und dass man nicht hoffen darf, auf wenige Aufschlüsse sichere und verlässliche Combinationen zu gründen. Nur ein Zusammenhalten aller Gründe wird uns Schlüsse gestatten, denen wir je nach Umständen mehr minder Wahrscheinlichkeit beimessen können.

Der Auer-Querschlag hatte bei seinem Eindringen in die Haushamer Mulde nord-südliche Richtung, ging mithin, da die Schichten mit geringen Abweichungen ost-westliches Streichen einhalten, im eigentlichen Sinne des Wortes querschlägig.

Da er aber in einer Gegend die Haushamer Mulde durchschneidet, wo die inneren Schichten derselben mulden, so änderte sich beim Weiterbetriebe

das Streichen. Zunächst hielt man querschlägigen Betrieb ein, indem man entsprechend der Streichungsänderung mit der Richtung des Querschlagcs einlenkte und ihn in einer Curve weiterführte. Dann aber gab man ihm eine diagonale Erstreckung. Mit der weiteren Annäherung an die Muldenmitte sank das Einfallen der Schichten von $36\frac{1}{2}^{\circ}$ auf $8\frac{1}{2}^{\circ}$ herab und stieg dann wieder, je weiter man nach Westen in den Südflügel der Mulde vordrang, auf 17° . Als man bei 6530 m ein etwas besseres Flötz erreicht hatte, ging man streichend auf demselben 100 m fort. Während dieser wenigen Meter überkippte das Flötz und änderte sein Einfallen stetig von $17^{\circ} 20'$ nach Nord in $60^{\circ} 20'$ nach Süd. Einfallen und Streichen entsprachen nun den normalen Verhältnissen des Südflügels. Von hier ab setzte man den Querschlag wieder in der Richtung des Meridianes an und trieb ihn fort, bis man bei 7120 m das charakteristische Flötz Nr. 4 (Kleinkohl) und bei 7135 m Flötz Nr. 3 (Grosskohl) anfuhr. Da dies Flötz den gehegten Erwartungen bezüglich seiner Güte in keiner Weise entsprach, so verlegte man den Betrieb auf Kleinkohl, setzte ihn auf diesem Flötze bis 9500 m fort und ging dann querschlägig nach Grosskohl hinüber und örterte mit der von Hausham hervorgerufenen Strecke durch.

Der Weg, den man behufs Identificirung der Schichten nehmen konnte, war nur einer. Wie ein Blick auf die beigegebene Karte lehrt, mussten von da ab, wo man dem Querschlag ein zweites Mal (von Au hergerechnet) nord-südliche Richtung gab, die Schichten in umgekehrter Reihenfolge wiederkehren. Es war mithin zunächst dieser zweite im Meridian gelegene Querschlagstheil zu identificiren mit dem Leitzachquerschlage und den Querschlägen bei Hausham. War dies gelungen, so konnte man dann dieses Querschlagsstück in Vergleich setzen mit dem diagonalen Theile.

Den umgekehrten Weg einzuschlagen und von bekannten Schichten der älteren Meeresmolasse auszugehen, konnte zu keinem Resultate führen, da die Untersuchungen ergeben hatten, dass die Uebergangszone hier und im Leitzachthale eine verschiedene Entwicklung nahm. Den Punkt aber zu bestimmen, von wo ab eine gleichmässige Entwicklung der Profile im Osten und in der Leitzach wieder eintritt, kann man nur erhoffen, wenn man den zuerst angedeuteten Weg einschlägt.

Um ihn beschreiten zu können, war die erste Aufgabe, die Schichten in den Querschlägen aufzunehmen. Da aber die Einfallswinkel, ebenso wie die Streichwinkel sehr verschiedenartige sind und somit ein direkter Vergleich der Mächtigkeiten nicht möglich ist, so mussten diese Profile Schicht um Schicht auf ihre wahre Mächtigkeit umgerechnet werden. Erst diese letzteren Profile gestatten einen Vergleich.

Ebenso wurden das Trachenthal, der Sulzgraben, der Schmoderer- und Riesslgraben genau aufgenommen und hieraus in gleicher Weise Querprofile entwickelt, um die Vergleiche bis zu den äussersten Schichten der Meeresmolasse durchführen zu können.

Diese sehr umfangreichen Detailuntersuchungen können ein allgemeines Interesse nicht in Anspruch nehmen und würden weit über den hier zur Verfügung stehenden Raum hinausgehen, weshalb das Resultat, soweit es die Brackwassermolasse anlangt, in tabellarischer Form gegeben wurde, da diese Art der Zusammenstellung gleichzeitig bessere Uebersicht gewährt und den Grad der Wahrscheinlichkeit deutlicher hervortreten lässt. (Forts. s. S. 62.)

Flötz No.	Haushamer Querschläge				Leitzach Querschlag			
	Mächtigkeit		Schichten- folge	Bemerkungen Erklärung der Abkürzungen s. S. 62.	Mächtigkeit		Schichten- folge	Bemerkungen
	einzel m	Summe m			einzel m	Summe m		
4			Flötz 4 schm m—sm s csp. s m s c + schfr. sm	0,47 c 0,60 schfr. 0,07 c <i>Cyrenenbank</i> viel <i>Cyr.</i> u. <i>Cer.</i> einzelne <i>Cyr.</i>			Flötz 4 schm m—s s l-Lage cm—s m cm csp m	0,52 c <i>Cyrenenbank</i> viel <i>Cyr.</i> u. <i>Cer.</i> <i>Cyr.</i> u. <i>Cer.</i>
5	30,5	30,5	Flötz 5 s sp. sm csp. s—m sp. m—s	0,17 c 0,15 m 0,32 c + schfr 0,10 c + m	24	24	Flötz 5 m 2 csp. s—cm csp. s—m csp. m—s	0,58 c + schfr
6	26,5	57	Flötz 6 s 0,05 c m s—cm m cm csp. s—m	0,23 c 0,07 St 0,09 l <i>Cyr., Cer., Thracia,</i> <i>Unio</i> <i>Cyr., Unio</i>	28	52	Flötz 6 m — m cm m cm — s—cm—m	0,44 c + schfr <i>Cyr., Cer.</i>
7	22,5	79,5	Flötz 7 m—cm—s 0,4 schfr. + c + St m—cm schm s — s—cm—m — sm — s — s m — m	0,13 c 0,49 St	18	70	Flötz 7 m csp. m — s m s—cm—m 2 csp. sm — s — s m csp m	0,07 c 0,32 schfr. 0,56 St
8	22	101,5	Flötz 8 m 0,05 c cm—s cg m sp m 3 csp. s—cm—m m s—cm	0,36 c <i>Cyr.</i> <i>Cyr., Cer., Thracia</i>	54	124	Flötz 8 m — s cg m — m — s m s m	1,28 schfr + m + c + St <i>Cyr., Cer., Thracia</i>
9	70,5	172	Flötz 9 m	0,14 c 0,25 St 0,12 l	38	162	Flötz 9 m	0,52 St 0,02 c 0,1 m

Flötz No.	Haushamer Querschläge				Leitzach Querschlag			
	Mächtigkeit		Schichten- folge.	Remerkungen	Mächtigkeit		Schichten- folge	Bemerkungen
	einzel m	Summe m			einzel m	Summe m		
Transport		172	— s m			162	— s m	
10	13	185	Flötz 10 m—s sp m s—m	0,20 schfr + c 0,18 c 0,08 schfr <i>Cyr., Cer.</i> 2 sp.	11	173	Flötz 10 m—s csp. m m	0,11 c 0,40 m 5 Spuren <i>Cyr., Cer., Thracia</i>
11	15	200	Flötz 11 m—cm csp. s—cm	0,24 c 0,08 St 0,05 schfr	14	187	Flötz 11 m csp. s—cm	0,07 c 0,07 St 0,1 m
12	7,5	207,5	Flötz 12 s—cm csp. s	0,12 c 0,3 St 0,25 schfr 0,25 m	9	196	Flötz 12 s—cm — s	0,21 c 0,16 St 0,1 schfr.
13	4,0	211,5	Flötz 13 s—sm sp. s—sm sp. s—cm	0,55 c	6	202	Flötz 13 cm — s—cm—m — s—cm—m	0,14 c 0,02 St 0,32 schfr. 0,14 l
14			Flötz 14		24	226	Flötz 14 s—cm l s—cm 2 sp. s—cm sp. s csp. m sm	0,56 c 0,00 St 0,07 schfr 0,02 St 0,1 schfr + m viel <i>Cyr., Cer., Thracia</i>
15					28	254	Flötz 15 m—sm—s csp s csp s l s l s m schsp m	0,06 c 0,32 schfr + m 0,15 St viel <i>Cyr.</i>
16					35	289	Flötz 16 m St m sm l s—sm schsp m schsp s	0,15 m + c 0,15 m z. Th. viel <i>Cyr.</i>

Auer Querschlag 6600 m bis 7100 m				Auer diagonaler Querschlag			
Mächtigkeit		Schichtenfolge	Bemerkungen	Mächtigkeit		Schichtenfolge	Bemerkungen
einzelne m	Summe m			einzelne m	Summe m		
	155	l mit 0,01 c s	mit <i>Palud.</i> -Schicht		138	<i>Palud.</i> -Schicht s	mit <i>Palud.</i> -Schicht
14	169	Flötz 10 m c Spuren m—s sm	0,22 c 0,22 St <i>Cyr., Cer., Thracia</i>	12	150	Plötz 10 m — m—s m	0,30 c 0,10 schfr 0,23 m <i>Cyr., Cer., Thracia</i> <i>Cyr., Cer., Thracia</i>
13	182	Flötz 11 m csp s	0,35 c + l	15	165	Flötz 11 m — m	0,25 c 0,05 St 0,09 l
4	186	Flötz 12 m—s csp m	0,1 c	3	168	Flötz 12 m csp m	0,6 <i>Palud.</i> -Schicht
7	193	Flötz 13 m—s 0,2 schfr s—cm sp s	0,32 c 0,05 St 0,15 m 1,0 S. 0,1 <i>Palud.</i> -Sch.	4	172	Flötz 13 m—s l s 2 sp. s	0,2 c 0,7 s einzelne <i>Cyr.</i>
27	220	Flötz 14 sm 0,1 St + csp. s 2 sp. s—m 0,09 c m 0,1 c 0,1 St m	0,32 c 0,43 schfr <i>Cyr.</i>	32	204	Flötz 14 m 0,25 St s 0,1 c 0,45 sm s 0,4 St 0,02 c m—s csp. m	0,5 c 0,85 schfr. + m csp viel <i>Cyr., Cer., Thracia</i>
30	250	Flötz 15 m csp s csp s <i>Palud.</i> -Schicht s m s m — m	0,5 St. <i>Cyr.</i>	33	237	Flötz 15 m <i>Palud.</i> -Schicht s csp s <i>Palud.</i> -Schicht s l s m sp. m	0,3 St + csp 0,4 schfr <i>Cyr.</i> 2 csp <i>Cyr., Cer.</i> 0,65 c 0,25 l
36	286	Flötz 16 cm csp cm m — s—m sp m <i>Palud.</i> -Schicht s	0,32 c 0,29 St 0,09 l <i>Cyr.</i>	40	277	Flötz 16 cm — sm—m sm schl m sd m—sm—s St s	0,08 c 0,16 St 0,14 schfr m mit <i>Cyr.</i> u. <i>Cer.</i> <i>Cyr.</i>

Flötz No.	Haushamer Querschläge				Leitzach Querschlag			
	Mächtigkeit		Schichten- folge	Bemerkungen	Mächtigkeit		Schichten- folge	Bemerkungen
	einzel m	Summe m			einzel m	Summe m		
Transport		211,5				289		
17					63	352	l s—sm—cm m schsp sm—m 0,07 c s—m Flötz 17	Cyr., Cer. 0,10 c 0,8 St
							m—s s—m sp. s l + schsp. s m s m s sp. s — s — s 0,06 c m s	Cyr. Cer. Cyr., Cer. 0,02 c 0,08 St Cyr.
18			Flötz 18—19 " 19—20 " 20—21 " 21—22 " 22—23 " 23—24 " 24—oberste Schicht Hierzu Flötz $\frac{3}{2}$ --4	53 403 28 431 20 451 85 536 45 581 7 588 30 618 60 678 82 760 = Gesamtmächtigkeit der Brack- wassermolasse im Leitzachthalprofile.	Flötz 18	0,17 c 0,25 St 0,1 m		

Auer Querschlag 6600 m — 7100 m			Auer diagonaler Querschlag				
Mächtigkeit		Schichtenfolge	Bemerkungen	Mächtigkeit		Schichtenfolge	Bemerkungen
einzelne	Summe			einzelne	Summe		
m	m		m	m			
	286	<i>Palud.</i> -Schicht s—sm—cm m schsp s—cm 0,01 c s	<i>Cyr.</i>		277	m s—sm—cm m <i>Palud.</i> -Schicht m—s 0,02 c sm—m	<i>Unio</i> <i>Cyr., Cer., Thracia</i> <i>Cyr.</i>
42	328	Flötz 17 m—s s — s 0,02 St s cm s m s sp. s	2 <i>Palud.</i> -Schichten getrennt durch 1,0 m S. <i>Cyr.</i>	54	331	Flötz 17 m sm <i>Palud.</i> -Schicht sm <i>Palud.</i> -Schicht s s s m s sp s—sm	0,55 St + c 0,2 <i>Palud.</i> -Schicht <i>Cyr., Cer., Thracia</i> <i>Cyr.</i> 0,07 c 0,04 schfr
40	368	<i>Palud.</i> -Schicht s—m <i>Palud.</i> -Schicht s 0,01 c 0,05 St s—m s—cm Flötz 18	im m einzelne <i>Cyr.</i> einzelne <i>Cyr.</i> mit einer Sp 0,2 c 0,2 St	41	372	<i>Palud.</i> -Schicht s—sm—m <i>Palud.</i> -Schicht s—sm <i>Palud.</i> -Schicht s—sm s—cm Flötz 18	einzelne <i>Cer.</i> <i>Cyr.</i> mit einer sp 0,2 c 0,2 St
			Leitzachprofil Meeresmolasse ¹⁾ Uebergangszone Brackwassermolasse			600 m 210 m 760 m	1570 m bis 1600 m Gesamt- mächtigkeit der Oligocänschichten der Haus- hamer Mulde.

¹⁾ Die Mächtigkeit der Meeresmolasse ist berechnet aus dem Profile Rabensteinergraben-Osterbach und giebt das Minimum, da die Grenze gegen die unterlagernden Schichten nicht fest gelegt werden konnte. 450—500 m gehören zur versteinungsleeren Zone, von der es unentschieden bleiben muss, welcher Tertiärstufe dieselbe zuzurechnen sei.

In diesen Tabellen sind die beiden auf der Leitzach- und Auer-Sohle vom Haushamer Ludwigsschacht aus angesetzten Querschläge als einer aufgefasst, da sie bei ihrer geringen Entfernung von nur 170m sählig selbstredend sehr unbedeutende Unterschiede zeigen. Die Entfernung von den Haushamer Querschlägen zum Leitzachquerschlage beträgt 3140 m im Streichen und von da bis zum Auerquerschlage weitere 3030 m. Zwischen diesem und dem diagonalen Theile wächst die Entfernung von 0m bei Flötz 18 auf 4600 m, bei Flötz 4 in der muthmasslichen Fortsetzung im Streichen durch die noch nicht aufgeschlossene Muldenwendung gemessen.

In der folgenden Zusammenstellung bedeutet:

s = Sandstein,
 sm = sandiger Mergel,
 cm = Cementmergel,
 m = Mergel,
 cg = Conglomerat,
 c = Kohle,
 csp = Kohlenspur,
 sp. = Spur (schwache Lage mit
 kohligen Beimengungen),

schr. = Schiefer (Gemenge von c u. m)
 schsp. = schwarze Spur (ohne deut-
 lich erkennbare Kohlenbei-
 mengungen),
 schm. = schiefriger Mergel.
 l = Letten,
 St = Stinkstein,
 Cyr = *Cyrena*,
 Cer = *Cerithium*.

Palud.-Schicht = Süßwasserschicht erfüllt mit *Paludina* etc.

Die Flötze sind nur ihrem Gesamtgehalte an Kohle, Stinkstein, Schiefer etc. nach angegeben und nicht ihrer wirklichen Schichtenfolge nach. Dort, wo eine Schichtengruppe mit in einander übergehenden Gesteinen als eine Schicht aufgefasst ist, ist das wesentlichste Gestein vorausgesetzt und mit dem unwesentlicheren durch einen Bindestrich verbunden.

Ueberblickt man diese Tabelle in Bezug auf die Uebereinstimmung der verschiedenen Querschläge unter sich, so findet man, dass im Haushamer Querschlage gegenüber dem Leitzachquerschlage 3 mal wesentlich verschieden geartete Gesteinsbänke auftreten, dass im Haushamer Querschlage sich 9 Spuren finden, die im Leitzacher Querschlage nicht auftreten und dass umgekehrt 2 Spuren fehlen. Im Leitzachquerschlage, in Beziehung gesetzt zum Auerquerschlage (nord-südlicher Theil), finden sich 6 mal wesentliche Gesteinsverschiedenheiten und 6 Spuren mehr, als im Auerquerschlage. Dagegen treten in letzterem 14 Spuren auf, für die man Analoga im Leitzachquerschlage nicht finden kann. Die beiden Theile des Auerquerschlages zeigen 2 mal wesentliche Gesteinsunterschiede und 11 Abweichungen in Spuren.

Unterschiede, die der diagonale Auerquerschlagstheil für sich hat, lassen sich im Gegensatze zu den anderen 3 Querschlägen folgende feststellen:

	Sonst	im diagonalen Auerquerschlage
Flötz 4—5	s-cm Spur	m fehlt
" 5—6	Spur	"
" 10—11	Spur	"
" 11—12	Spur s-cm	, m
" 16—17	Spur	fehlt.

Hat sich somit, wie die Tabelle erkennen lässt, bis Flötz 4 eine auffallend gute Uebereinstimmung zwischen den Querschlägen gezeigt, so ist von diesem Punkte ab von einer weiteren Aehnlichkeit keine Rede mehr und wir sind mit Kleinkohl an dem Punkte angelangt, wo sich im östlicheren Theile der Haushamer Mulde eine anders geartete Ablagerung zeigt, als im Leitzachthalprofile. Die Uebergangszone, die im Leitzachthalprofile nur bis Flötz 3/2 reicht, erstreckt sich hier bis zum Kleinkohl. Die Schichtenfolge im Querschlage entspricht im Weiteren genau der des Auerberges, wie sie oben beschrieben wurde, und ähnelt so wenig den sonst bekannten gleichalterigen Schichten, dass es nicht einmal möglich ist, gewisse auftretende bituminöse Spuren in sandigen Mergeln mit auch nur einiger Wahrscheinlichkeit für Vertreter von Grosskohl, Flötz 3/2 oder Philipp I. anzusprechen. Erst dort, wo man Flötz I. zu erwarten hat, stellt sich ganz ungesucht die Aehnlichkeit mit dem Profile des Sulzgrabens ein. Da ist wieder jede Spur im Auerquerschlage mit einer entsprechenden im Sulzgraben in Uebereinstimmung zu bringen. Es finden sich im Liegenden die Hauptconglomerate und weiterhin Schicht um Schicht, wie sie das gut aufgeschlossene Profil des oberen Trachenthalles bietet.

In seinen Versteinerungen schliesst sich der zwischen Kleinkohl und der eigentlichen Meeresmolasse gelegene Querschlagstheil eng an die Schichten des Auerberges an. Neben den charakteristischen *Cardien* tritt *Pholadomya* auf. *Cyprina* fehlt auch hier. In zwei allerdings engbegrenzten Schichten finden sich *Cyrenen* und wird dadurch der Uebergang zu der reichlich *Cyrenen* und *Cerithien* führenden Uebergangszone des Leitzachthales gebildet.

Dass die Identificirung des Flötzes 4 richtig sei, lässt sich noch durch andere Thatsachen stützen. Dieses Flötz ist die einzige Schicht, die bisher als Leitschicht in der mächtigen Reihe der Brackwassermolasse der Haushamer Mulde gedient hat. Es ist im Südflügel auf 7,5 Kil. und im Nordflügel auf 4 Kil. Länge und über eine flache Höhe von z. Th. über 500 m bekannt. In seiner Kohlenführung zeichnet es sich dadurch aus, dass Glanzkohle (entstanden aus Stammholz) den überwiegenden Bestandtheil bildet. Es ist weiter dadurch charakterisirt, dass es in seinem Hangenden von einer bis 20 cm starken, nur durch eine schwache Lage bituminösen Schiefers getrennten Bank, die in der Hauptsache aus *Cyrenen* besteht, begleitet wird. Auch andere Flötzchen der Haushamer Mulde führen im Hangenden eine *Cyrenen*bank oder bestehen in der Hauptsache aus Glanzkohle, keinem aber sind diese beiden charakteristischen Merkmale gleichzeitig eignen. Diese beiden Kennzeichen aber zeigt das Flötz 4 im diagonalen Querschlagstheile in deutlicher Weise.

Das Verschwinden von Grosskohl bereitet sich von Hausham her allmählich vor. Am Durchschlagpunkte, 9500 m von Au entfernt, tritt es noch als einheitliches Flötz auf. 750 m davon ostwärts ist es bereits in drei Bänke zerspalten und die einzelnen Trümmer sind durch Zwischenmittel von 1 und 2 m geschieden. Weitere 1630 m nach Osten (7120 m der Querschlagslänge) ist es in 4 Theile aufgelöst und die Zwischenmittel füllen sich mit *Cyrena* und *Cerithium* an und das ursprüngliche Flötz von 1 m Mächtigkeit beansprucht jetzt 5,5 m, wovon aber nur noch 25 cm reine Kohlen sind. Im diagonalen Querschlagstheile ist es verschwunden, oder aber, wofür sich freilich der Beweis kaum erbringen lässt, durch einen Schwarm bituminöser Schnüre im Sandstein ersetzt.

So sehen wir ostwärts sich einen ganz allmäligen Uebergang von Sumpfland (bei 9500 m) durch Brackwasser (bei 7120 m) in Meeresablagerung (diagonaler Querschlag bei 4000 m) vollziehen.

Die Kenntniss der Wandelbarkeit in der Ausdehnung und Zusammensetzung der Uebergangszone dürfte noch bei späteren Untersuchungen von praktischer Wichtigkeit sein. Aus dem Profile des Auerquerschlages geht soviel mit Sicherheit hervor, dass hinter dem nördlichen Rücken der älteren Meeresmolasse unvermittelt an die versteinierungslosen Mergel dieser Gruppe sich eine kurze Schichtenreihe der Uebergangszone anschliesst, ganz gleich in petrographischer und paläontologischer Beziehung mit der auf der Ostseite der Haushamer Mulde. Eine starke Zerrüttungszone an der Grenze der alten Mergel voller Spiegelflächen (Harnische) zeigt, dass man es an dieser Stelle mit einer Abrisspalte zu thun hat. Ursprünglich standen die Schichten der nach Nord vorliegenden Mulden mit denen der Mulde von Hausham in Verbindung, bis sie durch die von unten heraufgepresste ältere Meeresmolasse getrennt wurden. Bei späteren Arbeiten, welche die Identificirung der Flötze der Haushamer Mulde mit denen der nördlicheren Mulden zum Zweck haben werden, wird man sich dann vor Augen halten müssen, dass möglicherweise eine noch weiterschreitende Ausdehnung der Uebergangszone nach den höheren Schichten hin stattfinden kann, aber dass ebensowenig ein Rückgang ausgeschlossen ist, dass demnach nicht unbedingt das letzte Flötz auf der Haushamer Seite dem ersten auf der Auerbergseite entsprechen muss. Zieht man dann die Aehnlichkeit der Flötze, der Nebenschichten, die Stärke der Zwischenmittel und die Versteinerungen nach Art und Menge in Betracht, so ist es wohl unzweifelhaft, dass die Identificirung gehen muss.

Fassen wir zum Schluss noch einmal das Ergebniss der vorliegenden Betrachtung zusammen, so geht es dahin, dass:

1. zwischen die mitteloligocäne Meeresmolasse mit *Cyprina rotundata* als Leitfossil und die eigentliche Brackwassermolasse (Cyrenenschichten) eine Zwischengruppe (Uebergangszone) einzuschalten ist, in der im Osten der Haushamer Mulde nach einem kurzen Zwischengliede von Brackwasserschichten eine weitere Meeresablagerung folgt, die bis zum Flötz 4 (Kleinkohl) reicht und gekennzeichnet ist durch das Fehlen der *Cyprina rotundata*; dass

2. diese Uebergangszone im Leitzachthale dagegen fast ausschliesslich aus brackischen Schichten besteht, daher sich von den eigentlichen Cyrenenmergeln mehr in petrographischer als palaeontologischer Beziehung unterscheiden lässt und ihre Grenze aus diesem Grunde dort an das letzte Conglomerat und das Flötz 3/2 mit für die Cyrenenschichten typischer Kohlenführung gesetzt wurde; und dass

3. wie aus einem Vergleiche dieser beiden Profile hervorgeht, sich vorläufig die Grenze der Uebergangszone nach oben hin nur von Fall zu Fall festsetzen lässt.

Das Wendelstein-Gebiet.

Von

Dr. Eberhard Fraas.

Der Wendelstein und seine Umgebung*) ist ein so leicht zugänglicher und von München aus vielbesuchter Gebirgscomplex, dass er schon aus diesem Grunde und noch mehr durch die eigenartige Complication seiner Tectonik, wie durch den grossen Petrefactenreichthum seiner Schichten, zu einer Studie geeignet erscheint. Zu einer Specialaufnahme dieses Gebietes wurde ich vor allem durch die Herausgabe einer neuen Generalstabskarte im Maassstabe 1 : 25 000 mit Cotenlinien von 10 zu 10 Metern veranlasst, eine combinirte Karte, welche vom topographischen Bureau 1887 aufgenommen und 1888 auf Ersuchen des deutschen und österreichischen Alpenvereins zusammengestellt und herausgegeben wurde. Nur auf Grund einer derartigen genauen Karte war es möglich, die oft nur wenige Quadratmeter bedeckenden Formationen einzutragen.

Wer die Schwierigkeiten und die Langwierigkeit einer derartigen Aufnahme kennt, wird sich nicht darüber wundern, dass die Aufnahme dieses kaum eine Quadratmeile umfassenden Gebietes mehrere Monate beanspruchte; ausgeführt wurde sie während des Semesters und der Ferien im Frühjahr und Sommer 1889, worauf im Frühjahr 1890 eine abermalige Begehung zur Revision und Feststellung einzelner Grenzen vorgenommen wurde. Das gesammelte Material von Belegstücken und Fossilien wurde im paläontologischen Institute von München bearbeitet und ist in der neuen geologischen Sammlung von Bayern, einem Theile der Staatssammlung, aufgestellt. Die Bestimmungen der paläontologischen Funde wurde zum grössten Theil von mir selbst vorgenommen; nur die *Brachiopoden* des Muschelkalkes und der Partnach-Schichten überliess ich Herrn Dr. A. Bittner in Wien zur Bestimmung und Bearbeitung, da sie in dessen Monographie der *Trias-Brachiopoden* meiner Ansicht nach aufgenommen werden mussten, um

*) Ueber das Wendelstein-Gebiet finden wir in der Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins Bd. XVII. 1886 S. 361 ff. eine anziehende Schilderung der ethnographischen, geographischen und geschichtlichen Verhältnisse von Fr. Ratzel. Daran anschliessend sind die meteorolog. Beobachtungen von F. Erk, die botanischen von H. Dingler behandelt, so dass meine geologische Arbeit gleichsam den noch fehlenden Schlussstein in diesem allseitig durchforschten Gebiete bildet.

die ihnen gebührende Stellung unter den alpinen Trias-*Brachiopoden* zu bekommen. *)

Freilich war dieses Gebiet schon früher Gegenstand eingehender Untersuchungen von Seiten des Herrn Oberbergdirector v. Gümbel und lagen auch schon 2 kartographische Aufnahmen vor. Die erste Aufnahme fällt in das Jahr 1855—58 und bildet einen Theil der geologischen Aufnahmen des bayerischen Alpengebietes, Blatt Miesbach Nr. II; sie ist zugleich die Grundlage der in der geognostischen Beschreibung des Alpengebirges niedergelegten Beobachtungen über die einzelnen Formationen, Vorkommnisse und den geologischen Aufbau des Wendelsteingebietes.**) Die zweite noch eingehendere Aufnahme wurde zu Ehren der 1875 in München tagenden deutschen geologischen Gesellschaft angefertigt und umfasste das Miesbacher Tertiärgebiet, sowie die anschliessenden Theile der Alpen zwischen Tegernsee und Wendelstein.***) Es wäre aber sehr irrig, zu glauben, dass ich mit dieser dritten Aufnahme gleichsam eine Correctur der Gümbel'schen Karten vornehmen wollte; dieser Gedanke liegt mir ferne und ich spreche im Gegentheile Herrn v. Gümbel meine vollste Hochachtung aus für den grossen Scharfblick, mit welchem er die verworrenen geologischen Verhältnisse dieser Gegend zu lösen und kartographisch in richtigen Zügen wiederzugeben verstanden hat. Der Gedanke, welcher mich leitete, war, von diesem in grossen Zügen bekannten Gebiete eine möglichst genaue Detailkarte aufzunehmen, um an dieser die massenhaften kleinen Störungen und Verschiebungen nachzuweisen, welche für unser bayrisches Gebirge so charakteristisch sind und nicht selten den Grundzug in der Tectonik so sehr verwischt haben, dass derselbe kaum mehr zu erkennen ist. Dass eine derartige Aufnahme auf den Gümbel'schen Blättern im Maassstabe von 1:100000 und 1:50000 nicht zum Ausdruck kommen konnte, ist selbstverständlich, und es werden daher die früheren Aufnahmen in keiner Weise beeinträchtigt, da ihre Aufgabe nur darin lag, ein geologisches Gesamtbild der bayrischen Alpen und ihrer Tectonik zu geben, eine Aufgabe, deren Lösung im vollsten Maasse gelungen ist. Dass aber auch meine nachträgliche Detailaufnahme ihre volle Berechtigung hat und für den Geologen manches Neue und Interessante bietet, wird Jeder zugeben, der in den Alpen bekannt ist und die verwickelten Verhältnisse kennt, welche bei erstmaliger Untersuchung vollkommen zu klären nur selten gelingt.

Begrenzung und Gliederung des Gebietes. Das aufgenommene Gebiet ist ein wohl umgrenzter und für sich vollkommen abgeschlossener Complex, da darauf verzichtet wurde, die auf der topographischen Karte noch hereinragenden Ecken im Südwesten (Abfall des Geitauer Berg, Heuberg und Seeberg) und Osten (Zug des Riesenkopfes) geologisch zu kartiren. So schliesst unser Gebiet nach Norden mit dem Abfall der Flyschhöhen zum Flachlande, d. h. mit der nördlichen Grenze der Alpenzone überhaupt ab.

*) In der inzwischen erschienenen Arbeit: *Brachiopoden* der alpinen Trias von A. Bittner, Abhandlg. d. K. K. geolog. Reichsanstalt Bd. XIV, 1890, finden wir das Material auf Taf. XLI abgebildet u. auf Seite 8 u. 162—166 beschrieben.

**) Gümbel, C. W. v. Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes, 1861, mit 5 Blättern der geognost. Karte von Bayern.

***) Gümbel, C. W. v. Abriss der geognostischen Verhältnisse der Tertiärschichten bei Miesbach und des Alpengebietes zwischen Tegernsee und Wendelstein. 1875. Mit 2 geognost. Kartenblättern.

Im Osten bildet die Grenze bis Gross-Brannenburg die breite Innthalebene, dann das mit Diluvial- und Alluvialschotter erfüllte Querthal des Förchenbaches mit der Fahrstrasse Brannenburg-Tatzelwurm-Oberaudorf, welches das Wendelstein-Gebiet von der östlich gelegenen Gruppe des Riesenkopfes trennt. Im Süden schliesst das Blatt mit dem Rand der topographischen Karte; doch bildet auch hier die Einsenkung des Auer-Baches und der Larcher Alpe eine natürliche Grenze gegen die südlich wieder ansteigenden Höhen des Brünsteins, welche vom geologischen Standpunkt aus betrachtet in ein neues System gehören. Im Westen ist die natürliche Begrenzung durch das Thal der Leitzach vorgeschrieben. Dadurch wurde es nothwendig, auch den Höhenzug „Auf der Wand“ zwischen Birkenstein und Geitau mit hereinzuziehen, obgleich derselbe mehr in das geologische System des westlichen Gebirgszuges mit dem Röhnberg, als in das Gebiet des Wendelsteins gehört. Die wenigen Ecken, welche, durch das Format der Karte bedingt, an der „Wand“ im Westen und am Schwarzenberg und Feinbacher Berg im Norden abgeschnitten werden, sind zu unwesentlich, um das Gesamtbild zu stören und können leicht mit dem Blicke ergänzt werden.

Die Gliederung des Gebietes ist eine sehr deutlich ausgeprägte, und es ist natürlich, dass die orographische Physiognomie des Gebirges auf das engste mit dem geologischen Baue in Zusammenhang steht. Der Kern des Gebietes, wenn wir so die centrale höchste Erhebung nennen wollen, wird gebildet durch zwei steile Ketten, zwischen welchen eine tiefe Einsenkung sich befindet. Die südliche Kette beginnt im Westen mit den schroffen Abstürzen der Kirchwände und erreicht ihre höchste Erhebung im Wendelstein, (1838 m); durch das Wetterloch tief eingeschnitten setzt sie sich im Soin, 1757 m, und den östlich sich anschliessenden Schroffen bis zum Wildalpjoeh, 1720 m, und Käserwand, 1442 m, fort. In dem breiten Querthale des Arz-Baches an der Kronberger Alpe erfährt die Kette eine neue Unterbrechung, tritt aber dann nochmals in den Felsen des Schorten-Kopfes, 1312 m, deutlich hervor. Parallel dieser Kette zieht nördlich ein zweiter ganz ähnlicher Kamm, der im Westen durch den Breitenstein, 1623 m, gekrönt wird; das Thal des grossen Jenbaches schneidet tief in den Gebirgszug ein, welcher nach Osten als Haidwand, 1584 m, und Hoch-Salwand, 1625 m, eine ununterbrochene von West nach Ost streichende Kette bildet. Beide Ketten werden getrennt durch eine Einsenkung, welche zwar im Westen weniger ausgesprochen ist und durch die Erhebung des Schweinsberges etwas gestört wird, dagegen um so deutlicher zwischen Soin-Kette und Salwand in Folge des tiefen Reindler Thales hervortritt.

Südlich von diesem Kerne folgt zunächst eng sich an die besprochene Kette anlegend eine Reihe von steilen Erhebungen mit dem Bockstein, 1528 m, der Lacher Spitz, 1649 m, dem Jackel-Berg, 1413 m, und seiner östlichen Fortsetzung, der 1240 m hohen Erhebung zwischen Schorten-Kopf und Dämpfel. Erst südlich von diesem Zuge senkt sich das Terrain zu einer von Almen bedeckten Niederung mit gerundeten und wenig hervortretenden Bergrücken; es ist dies das wasserreiche Quellgebiet des Auerbaches, der mit dem Arzbach vereinigt unser Gebiet im Süden begrenzt.

Im Norden ist der Absturz der centralen Kette ein viel schärferer, als im Süden und es schliesst sich hier sofort an diese Abstürze der aus gerundeten Bergrücken gebildete Höhenzug an, der von den Thälern des Eibelsbaches, Jenbaches und Kirhbaches in einzelne Gruppen getheilt wird. Unter diesen,

im Westen beginnend, mögen folgende hervorgehoben sein: Durhamer Berg 1029 m, Eibel-Kopf 1304 m, Platte der Schloss-Alpe 1133 m, Rampold-Platte 1423 m, Mitter-Berg 1215 m und, den Rand gegen das Innthal bildend, der Zugsb-berg 1084 m, Breitenberg 1140 m und Schroffen 1027 m.

Eine ausgesprochene Waldzone mit hohen runden Bergkuppen und engen tief eingerissenen Thälern kennzeichnet den nördlichen Rand unseres Gebietes, der sich sowohl durch sein einheitliches landschaftliches Gepräge, wie durch den geologischen Aufbau als ein zusammengehöriges Ganzes, die Flysch-Zone, kundgibt. Durch die beiden Querthäler des Jenbaches und Litzeldorfer-Baches getrennt treten 3 Complexe besonders deutlich hervor, im Westen das Schwarzenberg-Eck mit dem Schwarzenberg-Kopf 1188 m und der Stern-Platte 1221 m, dann der Farrenpoint 1227 m und im Osten der Sulzberg 1119 m.

Obgleich das Streichen der Schichten, wie des ganzen Gebirgssystemes ganz ausgesprochen von West nach Osten geht, so haben wir doch nur ein einziges in dieser Richtung verlaufendes Längsthal, in welchem der Reindler und weiter abwärts der Mühlbach fliesst. In allen anderen Fällen hat das Wasser einen Abfluss durch Querthäler gefunden, durch welche das ganze Gebiet an Einheitlichkeit verloren hat. Die beiden Hauptquerthäler im Norden sind der Jenbach und Litzeldorfer-Bach. Die Thalschluchten des Jenbaches greifen tief bis in die centrale Mulde unseres Gebietes ein, während die Quellgebiete des Litzeldorfer Baches an dem Nordabfalle der Hoch-Sal-Wand liegen. Beiden Bächen ist eine ganz bedeutende Stauung vor dem Eintritt in die Flyschzone eigen, welche sich in dem Aufwerfen einer grossen sumpfigen Schotterterrasse kundgibt. Bei dem Litzeldorfer Bach war die Stauung so gross, dass er noch einen zweiten seitlichen Abfluss im Kirchbach gegen Brannenburg fand und dort zu einem mächtigen Bergrutsch Veranlassung gab. In dem südlichen Theile unseres Gebietes ist besonders das breite Querthal auffällig, welches den Arzbach aufnimmt und die ganze südliche Centralkette, wie das davor liegende Gebiet durchsetzt; es ist dies, wie wir sehen werden, eines jener durch die Tectonik des Gebirges bedingten Querthäler, bei welchen die Erosion den geringsten Antheil an seiner Bildung trägt.

Einen ganz eigenthümlichen Charakter besitzt der kleine hochgelegene Soin-See, der in einem tiefen, abflusslosen Kessel liegt; auch dessen Bildung ist weniger auf Erosion, als auf die Tectonik des Gebirges zurückzuführen. Eine ganz analoge Bildung werden wir in dem Sumpfgelände an der Schlossalpe kennen lernen, obgleich hier die undurchlässigen rhaetischen Schichten schon Veranlassung genug zu einem sumpfigen Boden geben könnten.

Die Oberflächengestaltung unseres Gebietes ist zum grössten Theil nur der Ausdruck des geologischen Aufbaues oder steht wenigstens mit der Tectonik des Gebirges in engstem Zusammenhang. Die beiden centralen Gebirgsketten bilden auch vom geologischen Standpunkte aus den Kern des Gebirges mit den ältesten Formationsgliedern, zwischen welchen eine Mulde tief eingesenkt ist, während sich an den Flügeln südlich und nördlich eine Zone jüngerer Gesteine anreicht. Auf das Zusammenfallen der nördlichen Flyschzone mit dem äusseren Waldgebiete habe ich schon aufmerksam gemacht.

Wir sehen zunächst von der äusseren Flyschzone ab und betrachten nur das innere Gebiet, das sich zusammensetzt aus den Schichtengliedern der alpinen Trias und des Jura und zwar treten sämtliche Formationen von dem oberen

Muschelkalk bis zu den ächt tithonischen Aptychenschiefeln mit *Terebratula diphya* auf, zum Theil in einer Entwicklung, wie sie kaum an anderen Localitäten schöner und paläontologisch reicher vorkommt. Auf die Formationen selbst und die paläontologischen Funde einzugehen, behalte ich mir für den zweiten Theil dieser Arbeit vor, und ich gehe daher zunächst auf die Strati-graphie unseres Gebietes ein, soweit diese nicht an und für sich schon aus der Karte ersichtlich ist.

Der Aufbau des Wendelstein-Gebietes zeigt im grossen Ganzen eine ausgesprochene Faltenbildung, wie dies auch schon in richtiger Weise von Gümbel*) erkannt und ausgesprochen ist.

Am deutlichsten tritt uns dies in dem centralen Theile entgegen, der eine wohl ausgebildete Faltenmulde mit einem südlichen und nördlichen aufgerichteten Flügel darstellt. Von diesem aus fallen die Schichten gegen die Mulde ein. Es müssen demnach an den beiden Abbrüchen der Muldenflügel die ältesten Schichten zu Tage treten, ein Verhältniss, das wir auf das klarste an dem Südrande der südlichen und dem Nordrande der nördlichen Centrankette beobachten können, wo die Muschelkalkschichten eine nahezu geschlossene Zone bilden und normal unter dem Wettersteinkalk austreichen. Im Inneren der Faltenmulde, welche zusammenfällt mit der Einsenkung des Schweinsberges und Reindlerthales, liegen die jüngeren Formationsglieder theils in normalem Anschluss an den Wettersteinkalk, wie an der nördlichen Kette, theils aber auch durch tiefgreifende Verwerfungen von diesem getrennt, wie an der südlichen Kette. Nördlich und südlich dieser Mulde müssten wir die Erhebung zu einem Faltensattel erwarten; dieser fehlt jedoch im Norden vollständig und ist auch im Süden nur theilweise und in gestörter Lagerung erhalten. Der schroffe Abfall der nördlichen Gebirgskette fällt zusammen mit einer mächtigen Bruchlinie, an welcher der sich an der Mulde anschliessende Sattel abgesunken ist, sodass er dadurch nahezu vollständig aus dem Verband mit dem centralen Theile gelöst erscheint. In directem Anschluss an die Muschelkalkschichten folgen hier Jura und jüngere Triasgesteine, unter welchen der Hauptdolomit das Grundgestein für die ganze nördliche Zone bildet. Abgesehen von den in anormaler Stellung an den Muschelkalk angelagerten Jura- und rhaetischen Schichten, kann das nördliche Gebiet für sich wieder als eine flache Faltenmulde angesehen werden, in deren tiefstem Theile noch die Kössener Schichten auf dem Hauptdolomit erhalten sind und an deren nördlichen aufgebobenen Flügeln die Raibler Schichten unter dem Hauptdolomit austreichen.

Mehr Schwierigkeiten macht das südlich von der centralen Mulde gelegene Gebiet; durch eine Zone tief eingesunkener meist jurassischer Schichten getrennt folgt der steil gegen Süden einfallende Zug vom Bockstein, Lacherspitz- und Jackelberg, den man als den an die Mulde sich anschliessenden Faltensattel anzusehen hat. An diesen aus Wettersteinkalk und Muschelkalk bestehenden Sattel reihen sich normal die weiteren Triasglieder an, welche für sich betrachtet wieder als eine ganz ähnliche flache Mulde aufgefasst werden können, wie sie im Norden vorliegt.

Dieses an sich klare und einfache Bild des Gebirgsbaues lässt sich zwar in grossen Zügen leicht durch das ganze Gebiet verfolgen, wird aber durch

*) Gümbel, C. W. v. Abriss u. s. w. S. 68—70.

eine ausserordentlich grosse Anzahl von Störungen getrübt, welche ihren Grund in Verwerfungen haben, die bald von West nach Ost als Längsspalten, bald mehr oder minder rechtwinklig zum Streichen des Gebirges als Querspalten auftreten. Um diese kennen zu lernen, ist es nothwendig, auf die einzelnen Züge etwas näher einzugehen und eine Anzahl von Profilen vorzuführen.

I. Die Flyschzone oder das nördliche Randgebiet mit dem Schwarzenberg-Eck, Farrenpoint und Sulzberg.

Das Gebiet des bayerischen Flysches ist sowohl für den aufnehmenden Geologen, wie für den Sammler ein recht unerquickliches, was seinen Grund in der grossen Petrefactenarmuth und dem monotonen Charakter des Gesteines hat. Dabei drängt sich uns immer noch das ungelöste Räthsel über den geologischen Horizont dieser eigenartigen alpinen Facies auf. Ich habe mir Mühe gegeben, in meinem Gebiete einen Beitrag zur Lösung dieser Frage geben zu können, aber ohne Erfolg, da in dem ganzen Gebiete die nördliche Randzone sowohl Nummuliteneocän wie die jüngere Kreide bis auf einen einzigen Aufschluss fehlen. Mehr Erfolg wäre in dem Gebiete von Neubauern, das im Osten die Fortsetzung unseres Zuges bildet, zu erwarten, doch betrachte ich die Studien über das dortige Profil noch nicht als abgeschlossen und zu einer Veröffentlichung geeignet.

Was die Lagerungsverhältnisse in der Flyschzone unseres Gebietes anbelangt, so bekommen wir theilweise durch Steinbrüche, wie bei Elbach und Brannenburg und durch Erdbeben und Entblössungen in kleinen Wasserrissen Aufschlüsse, vor allem aber bietet das Jenbachtal mit seinen mächtigen Bergstürzen ein ununterbrochenes Querprofil durch die gesammte Flyschzone. Grossartig, aber nicht besonders günstig zum Studium ist der klammartige Durchbruch des Litzeldorfer Baches zwischen Schittwein und Ulpoint; das Wasser hat sich hier tief in die weichen Zwischenbänke eingengagt, fliesst aber meist im Streichen der Schichten, welche steil aufgerichtet sind und die Schlucht mauerartig begrenzen.

Im Ganzen herrscht in der Flyschzone ein constantes Streichen der Schichten von SW. nach NO. vor mit nur geringen Abweichungen nach O. Es ist dies einigermassen auffällig, da die Streichrichtung des Gebirgszuges von W. nach O. gerichtet ist und somit von dem Streichen der Schichten um 45° abweicht; wir finden jedoch ein ähnliches Verhältniss auch in den angrenzenden Gebieten, ja beinahe in der gesammten bayerischen Flyschzone und es muss daher ein System von Querbrüchen angenommen werden, um nicht die ganze Masse der Schichten übereinander beugen zu müssen. Diese Querbrüche jedoch karto-graphisch nachzuweisen, ist bei dem Mangel an Aufschlüssen und der Gleichartigkeit des Gesteines unmöglich, und es wurde deshalb die Einzeichnung von Verwerfungslinien unterlassen, obgleich anzunehmen ist, dass die ausgesprochene topographische Gliederung mit der Geotectonik zusammenhängt, d. h. dass die Querbrüche in der Nähe der Querthäler zu suchen sind. Das Einfallen der Schichten ist meist gegen das Gebirge d. h. nach SO. gerichtet; doch ändert sich der Einfallwinkel ausserordentlich rasch und in dem Querprofile des Jenbaches können wir eine Reihe von Faltungen und Knickungen der Schichten beobachten, welche nicht selten ein Einfallen nach NW. oder ein vollständiges Seigerstehen bedingen.

Die grösste Breite gewinnt die Flyschzone im Westen in dem Gebiete des Schwarzenberg-Eckes; doch reicht sie keineswegs so weit südlich, wie auf der Karte von Gümbel angegeben wird, sondern schliesst mit dem Durhamer Thal und der Mulde zwischen Katzenköpfel und Stern-Eck ab. Nur an dem Westrande des Buchberges und Marbacher Berges lässt sich unter der alles bedeckenden Schuttmasse hier und da der Flysch nachweisen, der aber hier äusserst gestörte Lagerungsverhältnisse zeigt und an jedem Aufschlusse verschieden streicht und einfällt. Dieses weite Vorgreifen des Flysches nach Süden hängt mit einer grossen Bruchlinie zusammen, welche entlang dem Westrande unseres Gebietes läuft und dieses von dem westlichen Zuge des Röhnberges trennt. Ein Blick auf die Gümbel'sche Karte zeigt uns, dass auf dieser Bruchlinie eine Verschiebung der westlichen Schichtensysteme gegen Süden stattgefunden hat, welcher auch die Schichten des Flysches gefolgt sind. Wir werden derselben Bruchlinie nochmals begegnen bei Besprechung der Schichten südlich von Birkenstein auf der Wand.

Das schönste Querprofil ist, wie schon erwähnt, in dem Jenbachthale aufgeschlossen, wo die Bergabhänge bis zu 300 m Höhe entblösst sind. Das Streichen bleibt hier constant dasselbe von NO. nach SW.; um so zahlreicher sind dagegen die Verschiedenheiten im Einfallen, welche theils auf lokale Brüche, theils auf Faltungen zurückzuführen sind. Diese vielen Störungen erschweren ein directes Abmessen der Mächtigkeit des Flysches ausserordentlich, doch muss die Gesamtmächtigkeit sehr gross angenommen werden und dürften 600 bis 800 m kaum zu hoch gegriffen sein. In dem wilden, von grossen Blöcken erfüllten Thale gelangen wir im Bache abwärts in die Kohlstatt-Leiten, wo das ganze Terrain etwas sumpfig wird und mächtige Schuttablagerungen theilweise das anstehende Gestein bedecken. Einzelne Aufschlüsse klären uns jedoch mit Sicherheit auf, dass wir uns noch in dem Flysche befinden, den wir zum letzten Male etwa 250 m oberhalb der Schleuse in der Kohlstatt-Leiten am linken Bachufer anstehend sehen mit Streichen N. 60° O. und steilem Einfallen nach NW. Kaum 50 m von diesem Anschlusse entfernt sehen wir am linken und später auch am rechten Ufer die Wände aus lichten grünlich-grauen mergeligen Schichten bestehen, zwischen welchen einzelne härtere, aber leicht spaltbare Bänke durchsetzen. Etwas weiter unten im Bache nehmen die Schichten einen festeren Charakter an, während die Bänke zugleich dünnfaserig werden, auch eine rothe Färbung stellt sich ein, die in Flecken oder ganze Bänke erfüllend auftritt. (Besonders deutlich wenige Meter unter der Schleuse, wo die Schichten das Bachbett durchsetzen.) Das Streichen bleibt dasselbe, wie im Flysche (NO.—SW.), das Einfallen ist anfangs flach gegen N. gerichtet, später stehen die Schichten vollständig seiger. Ueber das Alter dieser Schichten gab der Fund von Petrefacten Aufschluss, welche für obere Kreide sprechen; so vor allen die Bruchstücke von grossen *Inoceramen*, welche an *I. Cripsii* erinnern und Spuren von Algen, welche sich nach Heer als *Münsteria cretacea* Ooster und *Caulerpa filiformis* Sternb. bestimmen liessen; auch eine kleine wohlerhaltene Auster wurde gefunden, welche Dr. J. Böhm*) als *Ostrea cf. curvirostris* Nils. bestimmt. Dr. Böhm, der sich

*) Böhm, J. Die Kreidebildungen bei Siegsdorf in Oberbayern. Paleontographica Bd. XXXVIII, 1891.

Böhm, J. Verhandlg. der K. K. geol. Reichsanst. 1890, No. 13, pag. 241. (Briefliche Mittheilung.)

zur Zeit auf das eingehendste mit der Kreide von Siegesdorf und den dortigen Lagerungsverhältnissen beschäftigt, spricht diese Schichten im Jenbach als Nierenthal-Schichten des Ober-Senon an und stellt sie den Schichten gleich, welche er in seinem Gebiete bei Mariaeck zusammen mit *Belemnitella mucronata* gefunden hat. — Gümbel*) bezeichnet diese Bänke als *Sewenkalke* und *Inoceramenmergeln*.

Die zahlreichen Aufschlüsse im Litzeldorfer Bache, den Gräben des Farrenpoint und am Sulzberg, besonders in dem Kirchbachthale und dem Steinbruche von Brannenburg, wiederholen nur das im Jenbach aufgeschlossene Profil. Bemerkenswerth ist hier, dass das Streichen am Südabfall des Sulzberges sich etwas ändert und in ein solches von W. nach O. umschlägt, was wohl seinen Grund in einer lokalen Längsverwerfung hat, welche im Süden des Sulzberges durchsetzt.

2. Das nördliche Gebiet des Hauptdolomites (Eibelkopf und Rampold-Platte).

Wie schon erwähnt, fasse ich diese Zone in ihrer Gesamtheit als eine flache Mulde auf, welche durch einen scharfen Bruch von der centralen Mulde abgeschnitten ist. Das Grundgestein bildet der Hauptdolomit, welcher ein annähernd gleiches Streichen von O. nach W. bewahrt, aber wie gewöhnlich von zahllosen kleinen Brüchen und Sprüngen durchzogen ist, zwischen welchen nicht selten das Gestein in schöne lokale Falten gebogen ist. Normal auf dem Hauptdolomit lagern die rhätischen Schichten (Plattenkalke und Kössener Schichten); sie sind uns jedoch nur in den tieferen Einsenkungen der Mulde erhalten und bilden daher einen Zug, der etwa in der Mitte des Complexes zwischen dem Hauptdolomit hinzieht und sich oberflächlich durch die weichen Bergformen und wasserreichen mit zahlreichen Alpen bedeckten Matten kundgibt. Nur am Nordrande ist die Mulde etwas aufgebogen und kommen daher die Raibler Schichten in Form von Rauhacken und Kalken zum Ausstreichen. Sie bilden eine Zone an der Grenze gegen die Flyschschichten und fallen mit etwa 45° nach S. unter den Hauptdolomit ein. Die Bruchlinie, welche den Flysch von den triassischen Schichten trennt, ist gekennzeichnet durch ein gegen 100 m breites Band von zerbröckeltem, meist stark verwittertem Gestein, das theils aus den sandigen Gesteinen des Flysches, theils aus Rauhacken und Hauptdolomit sich zusammensetzt.

Der grossartigste Aufschluss befindet sich am Schrofen bei Brannenburg, wo durch einen mächtigen Bergsturz von sehr jugendlichem Alter (vergl. hierüber Gümbel, bayr. Alpengebirge pag. 290 mit Profil Taf. XIV No. 100) der ganze Bergabhang entblösst wurde. In dem Bachbette des Kirchbaches selbst stehen die Schichten des Flysches an (N 70° O, Einfallen 80° S) zum Theile freilich schon bedeckt von der grossen Schutthalde des Bergsturzes, der das ganze Kirchbachthal als mächtige Mure überfluthete. Gümbel sucht den Grund des Sturzes in weichen, schlüpfrigen Liasmergeln, auf welchen das Gestein des Schrofen abgeglittet sein soll, es ist mir aber nicht gelungen, ein anstehendes Liasgestein dort zu finden, und macht es mir auch die Tectonik sehr unwahrscheinlich, dass ein solches dort ansteht, vielmehr dürften den Untergrund Raibler Schichten bilden. An den Aufrissen des Berges sehen wir die Raibler Schichten und den Hauptdolomit

*) Gümbel, C. W. v. Alpengebirge pag. 552.

aufgeschlossen, welche normal übereinander lagern und gegen den Berg hin einfallen. Die Raibler Rauhewacken machen sich besonders deutlich bemerkbar und lassen sich noch weit an den Gehängen des Innthales unter dem Diluvium beobachten. Verfolgen wir unser Profil weiter nach S., so sehen wir in der Schlucht zwischen Schrofen und Breitenberg zunächst den Hauptdolomit überlagert von Kössener Schichten; dann folgt aber ein scharf ausgeprägter Längsbruch, der eine Wiederholung derselben Schichten (Raibler Rauhewacken, Hauptdolomit und Kössener Schichten) mit sich bringt. Diese Schichten stehen sehr steil und sind durch eine Menge von kleinen Brüchen und Faltungen als ein sehr gestörtes und dislocirtes Gebiet charakterisirt. Auch im weiteren Verlaufe nach W. kennzeichnet sich dieser Einbruch durch einen Zug steil aufgerichteter Kössener und Hauptdolomitschichten. Die übrigen Kössener Schichten, welche sich noch in diesem Gebiete vorfinden, sind normal auf dem flach eingesenkten Hauptdolomit gelagert und bedecken meist grosse auf der Höhe gelegene sumpfige Flächen.

Zwischen dem Gebiete des Hauptdolomites und dem Muschelkalke des centralen Muldenflügels liegt noch eine Zone eingeklemmter Gesteine, deren stratigraphische Deutung viel Schwierigkeit macht. Es sind meist steil aufgerichtete oder durch verworrene Faltung und Fältelungen ausgezeichnete Schichten, die zum grössten Theile dem Jura und den rhaetischen Schichten angehören. Am besten zum Studium geeignet sind die Aufschlüsse an der Nordseite des Breitensteines an der Bucher und Steingrabner Alpe (vergl. das Profil auf Seite 76) ebenso ist auch das Profil nördlich der Haidwand durch einen Jägersteig zugänglich, der von der Schlossalpe nach der Reindler Alpe führt. Steigen wir auf dem Wege von Elbach zur Bucher Alpe an, so passiren wir anfangs ein normales Profil durch die vorgelagerte Mulde mit Raibler Rauhewacken, Hauptdolomit und Plattenkalken. Kurz vor der Bucher Alpe treten nochmals sumpfige obere Kössner Schichten auf, an welche sich wenig sandiger Lias und dann mächtige rothe Crinoidenkalke anschliessen, welche nach oben in die typischen faserigen Aptychen-Schichten übergehen; auf diese schliesslich folgt der Muschelkalk, der den Breitenstein an seinem Nordfusse bildet. Ueber die geologische Zugehörigkeit der einzelnen Horizonte werden wir am besten durch die Schichten zwischen Eibelkopf und Breitenstein aufgeklärt. Die Lagerung ist auch hier dieselbe, wie an der Bucher Alpe, nur sehen wir in Folge eines Treppenbruches den ganzen Schichtencomplex mit einem Theil des nördlich angrenzenden Hauptdolomites sich wiederholen. Die Schichten an der Steingrabner Alpe und unterhalb der Schwarzwand sind sehr petrefactenreich und lassen keinen Zweifel aufkommen, dass wir es mit den obersten Bänken des Rhaets, einem sandig ausgebildeten unteren Lias, und grauen fleckigen Kalken des mittleren und oberen Lias zu thun haben. Sehr interessant war die durch Petrefacten erwiesene Thatsache, dass die rothen Crinoidenkalke, welche ganz den Habitus des Lias tragen, nicht diesem, sondern der *Acanthicus*-Zone und dem Tithon angehören. Weiter nach O. sind nördlich der Haidwand an der sog. Rothwand (1438 m) dieselben oberjurassischen rothen Kalke in grosser Mächtigkeit entfaltet und aufgeschlossen.

Das Gebiet der Schlossalpe ist ein äusserst verwickeltes durch Zusammen-treten von mehreren Quer- und Längsspalten, welche dort durchsetzen. Auch landschaftlich drückt sich dies sehr deutlich aus durch eine tiefe Einsenkung, welche umgeben wird von den schroffen Wänden der Salwand in S. und den

steilen Hauptdolomit-Höhen zu beiden Seiten. Es erklärt sich dies daraus, dass die Atmosphaerilien und das Wasser in diesem durch Brüche gelockerten Gebiete, dessen Untergrund ausserdem aus leicht verwitternden Schichten bestand, ein leichtes Spiel hatten und so einen tief ausgewaschenen Kessel bilden konnten. Auch an der Schlossalpe treten wieder die Schichten unserer eingesunkenen Zone auf, wir können sie sowohl an dem westlichen Rande des Kessels, wie östlich von der Alpe beobachten, wo die Jura-Schichten steil aufgerichtet mit einem Streichen von SW.—NO. anstehen. Verfolgen wir das Profil von N. nach S., so steigen wir zunächst aus dem Jenbachthale durch Hauptdolomit an, auf welchem normal Plattenkalk (N. 80° O., Einfallen 10—20° N.) lagert, der noch zum Theil die Platte der Schlossalpe bildet, dann folgen plötzlich steil aufgerichtete rothe Kalke des Jura, sandige und den Fleckenmergeln ähnliche Liasschichten, eine breite und sehr petrefactenreiche Zone der Kössener Schichten und schliesslich Hauptdolomit, der bis an den Wettersteinkalk und Muschelkalk der Salwand anhält. Wir sehen also auch hier wieder einen tief eingesunkenen Complex von Schichten zwischen den beiden grossen Muldengebieten, nur ist die Reihenfolge der Schichten von N.—S. eine entgegengesetzte, als am Breitenstein. Im weiteren Verlaufe nach Osten tritt diese Zone weniger deutlich hervor, doch ist sie auch noch am Lechner Kopf (Jura und Kössener Schichten), ferner in der Mulde, welche sich östlich der Salwand gegen den schwarzen Ursprung hinzieht und schliesslich im Förchenbach-Thale beim Austritte des Mühlbaches zu beobachten. Es treten zwar hier keine Juraschichten auf, aber die seiger aufgerichteten Kössener und Hauptdolomitschichten lassen keine andere Deutung zu.

Eine Erklärung für derartige vollständig aus dem Zusammenhange gerissene Schichten giebt uns Rothpletz*) in seinem Karwendelgebirge, indem er bedeutende Dislocationen annimmt, welche schon vor der Aufrichtung der Alpen als Faltengebirge vorhanden waren. Nach dieser Anschauung würde unsere Zwischenzone schon vor der Faltung des Gebietes ein tief abgesunkenes Gebiet in Form einer Grubenversenkung dargestellt haben. Bei der später folgenden Faltung konnte es leicht geschehen, dass solche abgesunkene Stücke Störungen in dem Baue der Gebirgsfalte herbeiführten, da sie dem Drucke einen anderen Widerstand entgegengesetzten, als die angrenzenden Formationen. So sehen wir heute derartige dislocirte Complexe am häufigsten an den grossen Bruchrändern der gefalteten Gebirgtheile hinziehen, in unserem Falle auf dem Abbruch sowohl des nördlichen, wie des südlichen Flügels unserer Mulde. In Wirklichkeit waren diese dislocirten Schollen also nicht Folge, sondern zum Theile wenigstens Ursache des Abbruches und der Störung der Falte.

Bei sehr intensiven Faltungen wird ausserdem ein derartiges vorher abgesunkenes Gebiet nicht selten mit in den Faltungsprocess hereingezogen und erscheint dann als ein ganz ausserordentlich verzerrter oder, um Escher's Ausdruck zu gebrauchen, „gequälter“ Streifen ohne jeden Zusammenhang zwischen den gefalteten Gebirgsgliedern; doch ist auch in diesem Falle sein Auftreten immer mit bedeutenden Störungen der Gebirgsfalte verbunden. Während die dislocirten Schichten am nördlichen Abbruch der centralen Mulde nur eine Zone zusammenhangsloser Schichten bilden, treten uns auf den südlichen Abbrüchen

*) Rothpletz, A. Das Karwendelgebirge, Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins, 1888, pag. 64 ff.

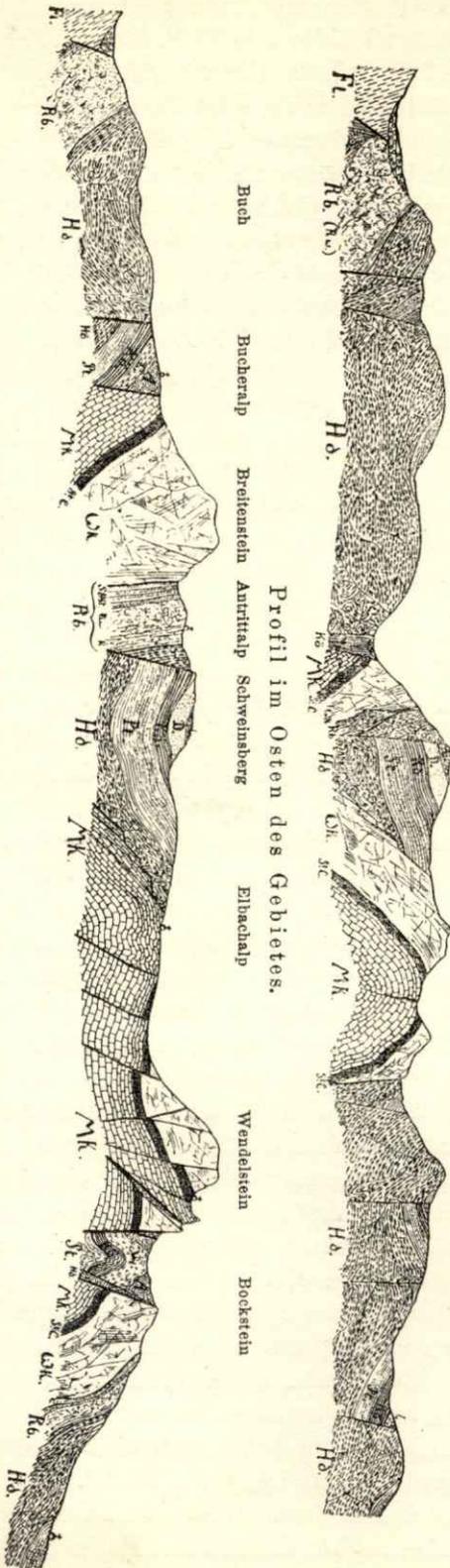
der centralen Mulde, wo wir dieselbe Erscheinung in noch ausgedehnterem Maasse wiederfinden, auch echte „gequälte“ Schichten im Sinne von Escher entgegen, welche zwischen dem gefalteten Muschelkalk eingeklemmt sind.

Als Anschluss an das vordere Hauptdolomitgebiet ist noch der südlich von Fischbachau und Birkenstein gelegene Höhenzug „auf der Wand“ zu betrachten, welcher der Vollständigkeit halber kartirt wurde, obgleich er in das westlich der Leitzach gelegene Gebirgssystem gehört. Die Wand besteht aus grauen, nahezu petrefactenleeren Kalken, welche überlagert werden von Rauhwacken und Hauptdolomit; ein kleiner Treppenbruch lässt eine Wiederholung der Schichten auftreten. Es ist durch die Lagerung zweifellos und durch Petrefacten ausserdem bewiesen, dass diese Kalke den Raibler Schichten angehören und die nördliche Randzone des Hauptdolomitgebietes darstellen, welche hier durch einen starken Querbruch, den wir schon im Flysche beobachten konnten, nach Süden verschoben ist. In dem Kothgraben am Nordabfalle der Wand treten Kössener Schichten auf, welche ich aber nicht mit den Schichten auf der Wand in Verbindung bringe, sondern mit den Begleitern der centralen Mulde des Wendelsteinzuges. Die Fortsetzung dieser Querverwerfung ist in die sumpfige Mulde der Rieder-alpe zu verlegen und setzt sich bei der Einsenkung am Riederberg in das Leitzachthal fort.

3. Die centrale Mulde mit den beiden Hauptketten.

Dieses Gebiet nimmt ohne Zweifel das grösste Interesse in Anspruch, nicht nur wegen der Fülle der hier auftretenden Formationen, sondern auch wegen des complicirten und doch wieder einheitlichen stratigraphischen Aufbaues.

Den klarsten Ueberblick bekommen wir durch einzelne Querprofile, welche wir von Norden nach Süden durch die Mulde legen. Wir beginnen im Westen mit einem Profile vom Breitenstein zum Wendelstein und Bockstein, wo wir die reichste Entfaltung der Schichten finden. Ueberschreiten wir an der Bucher-Alp die Zone der eingekeilten Juraschichten, so kommen wir in den Muschelkalk und die Partnachsichten, welche bei einem Streichen von N. 30° O. steil nach SO., also gegen den Berg, einfallen. Der Breitenstein besteht aus von zahlreichen Klüften durchsetztem Wettersteinkalk, auf welchen sich das Fallen der Schichten ändert. In nahezu senkrechten Wänden fällt der Wettersteinkalk auf der Südseite gegen die Kesselalp ein und bildet dort einen schwer zugänglichen Absturz. Mit demselben Streichen und Fallen (60° O. seiger stehend) schliessen sich an den Wettersteinkalk die Raibler Schichten der Kessel-Alpe an, bestehend aus Sandsteinen und gelben sandigen Mergeln, Rauhwacken und zu oberst Kalken, zwischen welchen sich die *Ostreen*-Horizonte mit einigem Petrefactenreichthum einstellen. Dann folgt der Hauptdolomit (gleichfalls seiger) bis zu den Wänden des Schweinsberges. Eine starke Längsverwerfung durchsetzt hier die Mulde, welche sich weniger in anormaler Zusammenstellung der geologischen Horizonte, als in einer plötzlichen Veränderung der Schichtenstellung kundgibt. Die Schichten am Schweinsberge streichen N. 40° W. und fallen mit geringer Neigung gegen NO. ein, sind also mit denen der Kesselalp nicht in Einklang zu bringen, sondern bezeichnen schon die südliche Hälfte der Mulde, welche von der nördlichen durch einen Bruch getrennt ist. Die Schichten am



Profil im Westen des Gebietes.
 Mk. Muschelkalk; StG. Patrnaschichten; Wk. Wettersteinkalk; Rb. Raiblerschichten; Rw. Raibwacken; k. Ostree-Kalk; Hd. Hauptdolomit; pl. Plattenkalk; KÖ. Rhaetische oder Kössener Mergel; D. Dachsteinkalk; L. Lias; j. oberer Jura; Fl. Flysch.

Schweinsberge gehören dem Rhaet an und zwar sind die unteren Plattenkalke, die mittleren thonigen Horizonte der *Avicula conorta* und die oberen *Megalodonten*-führenden Dachsteinkalke in schönster Weise entwickelt. Ich brauche nur an die herrlichen Fundplätze der Kothalpe in den Korallenkalken und der Durhamer Alpe (= Thierhamer Alpe mancher Karten) in den Muschelbänken der Kössener Schichten zu erinnern, welche an Reichthum ihres Gleichen suchen. Das Hangende der oberen Kössener Kalke finden wir auf dem Schweinsberge an der verfallenen Alpe, wo Kalke erfüllt mit Spongiennadeln auftreten, welche den unteren Lias charakterisiren; das Liegende der Plattenkalke bildet der Hauptdolomit, der in schmalen Streifen auf der Südseite dieses Gebietes zum Ausstreichen kommt.

Auf dem gegenseitigen Flügel der Mulde hätten wir bei normaler Stellung wieder unter dem Hauptdolomit die Raibler Schichten zu erwarten, doch fehlen diese vollständig und treten an deren Stelle sofort Muschelkalk und Wettersteinkalk auf, welche den südlichen Muldenflügel aufbauen. Es müssen also auch hier wieder Schichtenstörungen angenommen werden, welche in einem Absinken des inneren Muldentheiles an den aufgerichteten Flügeln bestehen. Unsere Profilinie geht über die Elbach-Alpe zum Wendelstein, der das Gegenstück zum Breitenstein bildet und in entgegengesetzter Stellung aus den älteren Triashorizonten sich aufbaut. An den Wänden auf der Westseite ist das Streichen des Wettersteinkalkes von W.—O.

- Kirchbachthal Schrofen
- Breitenberg
- Mühlbachthal Mutterberg
- Dümpfel
- Mühlberg

mit geringem Einfallen nach N. gut zu beobachten; unter dem Wettersteinkalk lagern die weichen Partnachschichten und der graue petrefactenreiche Muschelkalk. Diese beiden Horizonte kommen in den Niederungen zwischen dem neuen Wege von der Reindler Alpe zum Wendelstein und der Elbach-Alpe zum Ausstreichen und bilden auf einer grossen Fläche bei nahezu horizontaler Lagerung das Taggestein. Sie sind dadurch scheinbar auf der inneren Seite der Mulde gelagert; doch ist dies zum grössten Theile nur auf Kosten der tiefgreifenden Erosion zu setzen, welche den Wettersteinkalk über ihnen weggewaschen hat. Auf der SW.-Seite des Wendelsteines können wir die Partnach- und Muschelkalkhorizonte stetig verfolgen, welche, durch mehrere Brüche gestört, sich unter dem Wettersteinkalk hinziehen, bis wir zu dem schönen und normalen Aufschluss kommen, welchen das Wendelsteinhaus selbst bietet. Das Unterkunftshaus selbst ruht auf Partnachmergeln, welche N. 65° O. streichen und mit 50° Neigung gegen N., also unter den Wettersteinkalk des Gipfels einfallen; der Kamm mit dem Gachen-Blick und der Schwaigerwand besteht aus Muschelkalk (N. 50° O., Einfallen 30° NW.), der das Liegende der Partnachschichten bildet, so dass wir hier die normale Aufeinanderfolge der Schichten mit Sicherheit beobachten können. Damit haben wir den Abbruch des südlichen Muldenflügels erreicht, an welchem dieselben alten Triasschichten zum Ausstreichen kommen, wie am Nordrande. Steigen wir aber an den Wänden des Gachen-Blickes abwärts zur Wendelsteinalp oder beobachten von unten die Wand sehr scharf, so sehen wir unterhalb des Muschelkalkes ein rothes Band sich durchziehen, das sich bei genauer Untersuchung als ein schmaler Streifen von vollständig verquetschten und zerknitterten Schichten des Hauptdolomites und des Jura ergab. Diese bilden hier an der südlichen Bruchlinie eine gleiche Zone eingekeilter Schichten, wie im Norden. Dieses kaum 5 Meter breite Band „gequälter“ Schichten, das sich auf der ganzen Ost- und Südseite des Wendelsteines verfolgen lässt, bildet ein vorzügliches Beispiel von der Seite 74 besprochenen Erscheinung.

Dass auch diese Zone dislocirter Schichten auf einer bedeutenden Bruchlinie liegt, beweist die Fortsetzung unseres Profiles. Denn unter den Juraschichten und dem Muschelkalke des Gachen-Blickes folgt wieder Wettersteinkalk, der den unteren Theil der Wand bildet und sehr flach gelagert ist. Dieses Gebiet von Wettersteinkalk bildet den Uebergang zu dem Faltensattel, der sich südlich an die Mulde anschliesst und der sich in den steil nach Süden einfallenden Schichten des Bocksteines und der Lacher Spitze ausdrückt. Ehe wir jedoch an den Wettersteinkalk des Bocksteines gelangen, passiren wir abermals eine Zone von eingekeilten Schichten, welche die Gebirgsmulde zwischen Wendelstein und Bockstein ausfüllen. Auch hier treten in erster Linie Juraschichten auf und zwar können hier die Horizonte des Lias und der Aptychenschiefer, welche bis zum Tithon reichen, getrennt werden. Diese Schichten sind unter sich zu einem Faltensattel aufgetrieben, dessen Aufbau wir auf das Klarste an den Aufschlüssen gegen die Wendelsteinalpe erkennen. Eigenthümlich ist, dass auch bei diesen Schichten sich wieder Hauptdolomit einstellt, der sowohl im Norden, wie im Süden, auftritt und so gleichsam den Jurasattel in sich aufnimmt und umschliesst, während die zu erwartenden rhaetischen Schichten fehlen. Vom Bockstein und Lacher Spitz aus südlich geht der Faltensattel mit Wettersteinkalk und Raibler Schichten in normaler Weise in das flache, muldenförmig gelagerte Hauptdolomitgebiet über, ohne dass sich hier wesentliche Längsbrüche geltend machen würden.

Mit diesem Profile haben wir den Grundzug im Aufbaue der centralen Ketten kennen gelernt und bleibt nun noch übrig, den Verlauf dieses Systemes von W. nach O. zu verfolgen und die Störungen zu untersuchen, welche durch Querbrüche hervorgerufen wurden. Während der nördliche Muldenflügel im Breitenstein einen breit entwickelten Abschluss nach W. findet, setzt sich der südliche Flügel vom Wendelstein aus noch als schmale Kette von Wettersteinkalk über die Kirchwände nach W. und zugleich nach NW. verschoben bis zur Kothalpe fort, so dass die jüngeren Formationen der inneren Mulde ringsum von Wettersteinkalk umschlossen erscheinen. Dieser Zug entspricht jedoch nicht mehr dem Kalke des Wendelsteingipfels, also dem eigentlichen Muldenflügel, sondern schon jener zweiten Zone von Wettersteinkalk, der an der Wand gegen die Wendelsteinalpe zum Ausstreichen kommt und den wir als den Uebergang zum südlichen Sattel bezeichneten. Es beweist uns dies am besten die Zone von eingekeilten Juraschichten, welche sich zwischen dem Muschelkalke der Elbach-Alpe und dem Wettersteinkalke der Kirchwände verfolgen lässt. Eine Reihe von Querverwerfungen, welche unter sich parallel von SW. nach NO. streichen, setzen hier durch und verschieben den ganzen Zug stückweise nach N., d. h. die nördlichen Theile sind weniger tief eingesunken, als die südlichen und sind in Folge dessen in grösserem Massstabe durch die Erosion blogelegt.

Im Süden wird dieser Zug des Wettersteinkalkes begleitet von der breiten Zone eingesunkener Juraschichten, welche in einen Sattel aufgeworfen sind. Am besten lernen wir deren Lagerung ausser dem schon angeführten Profile zwischen Wendelstein und Bockstein an der Spitzing-Alpe kennen, wo der innere Kern des Sattels, bestehend aus Kössener Schichten, aufgeschlossen ist; diese werden auf beiden Flanken von Lias und Aptychenschichten umgeben und streichen gegen die sumpfige Niederung der Rieder Alpe, wo sie durch die grosse schon öfters erwähnte Querspalte abgeschnitten werden.

Sehr complicirt wird das Gebiet an dem Westabfalle des Breitensteins gegen Birkenstein und Fischbachau und die genaue Kartirung ist hier durch den massenhaften Bergschutt ausserordentlich erschwert und zum Theil unmöglich gemacht. Der Zug der eingesunkenen Jura- und Kössener Schichten streicht auch hier noch durch, ist aber sehr zusammengeschoben und durch den Längsbruch, der die ganze Mulde durchsetzt (zwischen Kesselalpe und Schweinsberg) stark zerrissen und dislocirt.

Verfolgen wir den nördlichen Zug der centralen Mulde nach Osten, so sehen wir zunächst den Wettersteinkalk des Breitensteines durch schief von NW.—SO. laufende Brüche am grossen Jenbachthal nahezu vollständig abgeschnitten; leider liessen auch hier Wald und Bergschutt keine vollständig sichere Kartirung zu, nur so viel ist sicher, dass im Thale selbst bis zum Antrittgraben die Kössener Schichten am Wege anstehen und direct an Hauptdolomit anschliessen. Um so schöner steigen dagegen die Schroffen zur Haidwand an, wo wir eines der schönsten Profile durch Wettersteinkalk, Partnachsichten und Muschelkalk haben, an welchen sich die Jurakalke und Kössener Schichten der nördlichen abgesunkenen Randzone anschliessen. In geschlossener Kette setzt der Wettersteinkalk zur Hoch-Salwand fort und nur das plötzliche Verschwinden des Muschelkalkes sowie geringe Verschiebungen der Grenzlinien lassen vermuthen, dass die starken Querverwerfungen von der Schlossalpe her auch in den Muldenflügel sich fortsetzen. Am Lechner Kopf und den Abfällen gegen die Lechner Alpe tritt wieder auf kurze Strecke

der Muschelkalk zu Tage. Am „schwarzen Ursprung“ durchsetzt der Wettersteinkalk das Reindler Thal und geht auf den Mutterberg über, dessen nördl. Fuss er bildet. Am Wasserfalle in dem Förchenbach-Thale haben wir nochmals ein klares Profil. Von Brannenburg her kommend haben wir zuerst den Hauptdolomit der nördlichen Dolomitmulde, dann durchschreiten wir die abgesunkene Randzone mit steil aufgerichteten Kössener Schichten und Hauptdolomit. Letzterer bildet bis zum Wasserfall das Grundgestein und stösst dort an den Muschelkalk des Mutterberges an. Die Kluft selbst ist es, welche zu dem Wasserfall Veranlassung gegeben hat, und wir sehen daher das Wasser in einem Falle sich vom Muschelkalk in den Hauptdolomit stürzen. Der Tunnelbau der Strasse ist vollständig im Muschelkalk ausgeführt, dann folgt eine Terrainsenkung, welche wahrscheinlich die Partnachsichten enthält und hinter dieser steht Wettersteinkalk an.

Die jüngeren Schichten innerhalb der Mulde schliessen sich, wie wir gesehen haben, bei der Kesselalp vollständig normal an den Wettersteinkalk des Breitensteines an, im weiteren Verlauf sind jedoch die Verhältnisse weniger klar zu beobachten. Am Anstieg vom Jenbachthal zur Kirchelwand, die selbst wieder einen vorgeschobenen Wettersteinkalk darstellt, fehlen die Raibler Schichten, was sich wohl aus den dortigen starken Querverwerfungen erklärt; an dem Abfall der Haidwand und Salwand verdeckt die mächtige Lage von Bergschutt jedes anstehende Gestein. Erst über der Mutteralpe stellt sich wieder ein Aufschluss mit dem normalen Profile Wettersteinkalk — Raibler Schichten — Hauptdolomit ein, das auch noch im Thale am „schwarzen Ursprung“ sich zeigt. Im weiteren Verlaufe konnten die Raibler Schichten nicht mehr aufgefunden werden.

Die südliche Hälfte der Mulde wird von der nördlichen durch eine Längsverwerfung getrennt, welche zwischen Kesselalp und Schweinsberg durchsetzt und bis zur Kirchelwand sich klar verfolgen lässt; an der Reindler Alpe lagern auf den oberen Kössener Kalken noch Liasablagerungen, wie auf dem Schweinsberge. Im oberen Theile des Reindler Thales ist der innere Theil der Mulde sehr stark zusammengeschoben und ausserdem die Beobachtung durch den Bergschutt der Haidwand gehindert. Die Plattenkalke, welche dort auftreten, stehen meist seiger (Str. 40° W.) und es scheint, dass sie sich direct an den Hauptdolomit anlegen; in diesem Falle würde die ganze südliche Hälfte der Mulde fehlen, da die Plattenkalke bis zum Wettersteinkalk des Soin reichen. Am Mutterberge dagegen wiederholen sich genau die Verhältnisse vom Schweinsberge; von N. nach S. haben wir Wettersteinkalk, Raibler Schichten und Hauptdolomit steil aufgerichtet, und hierauf folgen sofort die gegen den Hauptdolomit einfallenden Dachsteinkalke mit einer Decke von unterem Lias in der Facies der Spongienschichten. Bei dem steilen Einfallen gegen Norden kommen im Süden zwischen Mutterberg und Schörtenkopf unter dem Dachsteinkalk die rhaetischen Schichten und Plattenkalke zum Ausstreichen, dagegen fehlen auf dem südlichen Theile der Mulde der Hauptdolomit und die Raibler Schichten, so dass sich die Plattenkalke direct an den Wettersteinkalk des Schörtenkopfes anlegen.

Der südliche Flügel der Mulde braucht keiner weiteren Erklärung, da die Kette von Wettersteinkalk, Partnachsichten und Muschelkalk in geschlossener Kette vom Wendelstein über den Soin und die Kogler Alp zum Schörtenkopf durchzieht. Um so schwieriger gestaltet sich dagegen das Gebiet am südlichen Abbruch dieser Hauptkette, da die an sich schon verwirrenden Längsbrüche und

die mit ihnen verbundenen Zonen dislocirter „gequälter“ Schichten durch eine Anzahl Querverwerfungen verzerrt werden, so dass der Gesamtcharakter ein äusserst verwickelter genannt werden muss. Der erste schmale Streifen eingekelter Juraschichten, den wir am Wendelstein an der Wand des Gachen-Blickes zuerst kennen lernten, lässt sich nach Osten an dem Steilabfall gegen die Wendelstein-Alpe bis zur Zeller Scharte als rothes Band beobachten, wo ein Querbruch durchsetzt und diese Schichten etwas nach Norden verschiebt. Sie ziehen sich nun zum Grate zwischen Soinspitz und Kesselwand hinauf, wo sie auf's Neue nach Norden verschoben werden und dann nach der Soinalpe hinunterstreichen. Meist sind es rothe jurassische Gesteine, welche leicht in die Augen fallen und an einigen Lokalitäten Liasversteinerungen führen, doch fehlt auch die Begleitung von Hauptdolomit selten.

Der Soins-See kann als das Gegenstück zu dem Kessel der Schlossalpe bezeichnet werden und es ist nicht unwahrscheinlich, dass beide denselben Querverwerfungen ihre Entstehung verdanken. Durch diese Querbrüche werden auch wieder unsere gequälten Juraschichten vielfach verschoben und sind nur noch als schmale Ueberreste zwischen dem Muschelkalk und Wettersteinkalk zu beobachten; erst ziehen sie sich im Soinkaar abwärts, streichen dann plötzlich nach oben zur Spitze des Wildalpjoches, wo sie wieder als breites Gebiet von rothem Jura und Hauptdolomit wohl entwickelt auftreten. Oestlich vom Wildalpjoch hören die Juragesteine auf und nur der Hauptdolomit lässt sich der Käserwand entlang bis zur Mulde des Arzmooses verfolgen.

In dem Zuge, welcher östlich von dem Arzmooser Thale liegt, ist der tectonische Aufbau der Mulde wesentlich vereinfacht und es geht hier die Mulde in einen einfachen Sattel über, dessen Kern als Muschelkalk zwischen dem Schortenkopf und dem daran südlich anschliessenden Berge (Höhe 1230) entblösst ist. Namentlich fehlen hier die eingekelten Schichten zwischen dem Muschelkalk und Wettersteinkalk, wodurch das ganze Bild klarer und einfacher wird.

Wir kehren nochmals zum Wendelsteine zurück, um dort an unser Profil anzuknüpfen und zunächst den Zug von Wettersteinkalk zu betrachten, der den Fuss des Gachen-Blickes bildet und bereits als Uebergang zum Faltensattel resp. als eingebrochener Sattelkamm bezeichnet wurde.

Im Streichen nach Osten folgt die Kesselwand, welche aus Wettersteinkalk besteht, der diesem Zuge angehört und in seiner Lagerung ein Gewölbe bildet; freilich ist auch dieses Stück durch die schon erwähnte Querverwerfung in der Zeller Scharte etwas nach Norden verschoben. Im weiteren Verlaufe zieht sich der Wettersteinkalk, durch zahlreiche Brüche gestört, erst zum Soinssee hinab, dessen Untergrund er bildet, dann aber streicht er, wie die Schichten des eingekelten Jura, nach Südosten zum Wildalpjoch, dessen Felsen er bildet, und von hier aus weiter zum Jackelberg. Die Entwicklung der Schichten am Jackelberg bis zu den Käserwänden ist eine sehr schöne und zwar treten sowohl die Schichten des Wettersteinkalkes, wie diejenigen der Partnach- und Muschelkalk-Horizonte in einer Anordnung zu Tage, welche dem südlichen Flügel des Faltensattels entspricht, während der nördliche Flügel durch die Schichten der Käserwand gebildet wird. In der Mitte ist der Sattel eingebrochen und enthält den schon erwähnten dislocirten Hauptdolomit.

Um den Verlauf der weiteren Schichtenzüge zu verfolgen, müssen wir abermals zu unserem Profile am Wendelstein zurückkehren, um zunächst den

zweiten Zug eingekeilter Schichten zwischen Wendelstein und Bockstein ins Auge zu fassen. Wir haben gesehen, dass diese zu einem Faltensattel aufgetriebene Zone sich gegen Nordwesten ungemein erweitert und dort das ganze Gebiet der Spitzing-Alpe erfüllt. Nach Osten dagegen wird diese Zone schmaler, und beträgt zwischen Kesselwand und Lacherspitz kaum 50 m Breite. Südlich des Grates, der zum Wildalpjoch führt, streichen die Jura-Schichten gleichfalls aus, und an ihnen lassen sich die zahlreichen Verwerfungen besonders schön beobachten, welche in Gestalt von Treppenbrüchen die dreimal sich wiederholenden Verschiebungen gegen Norden hervorrufen. Kurz vor dem Wildalpjoch folgt eine starke Bruchlinie, an welcher unsere eingekeilten Jura-schichten weit nach Süden verschoben werden, um dann zum letzten Mal in der Mulde der Wildalpe aufzutreten, wo sie südlich vom Hauptdolomite abgeschnitten werden.

Die Schichtenstellung des Bocksteines wiederholt sich nochmals genau an der Lacherspitz und bildet auch hier wieder den ungestörten Uebergang zum Hauptdolomit des südlichen Gebietes. Dagegen haben wir den Wettersteinkalk des Jackelberges nicht als äquivalent mit demjenigen der Lacherspitz zu setzen; in Folge dessen ist auch dort das Profil zur südlichen Hauptdolomit-Mulde kein ungestörtes, sondern es fehlt die Zone der Raibler-Schichten.

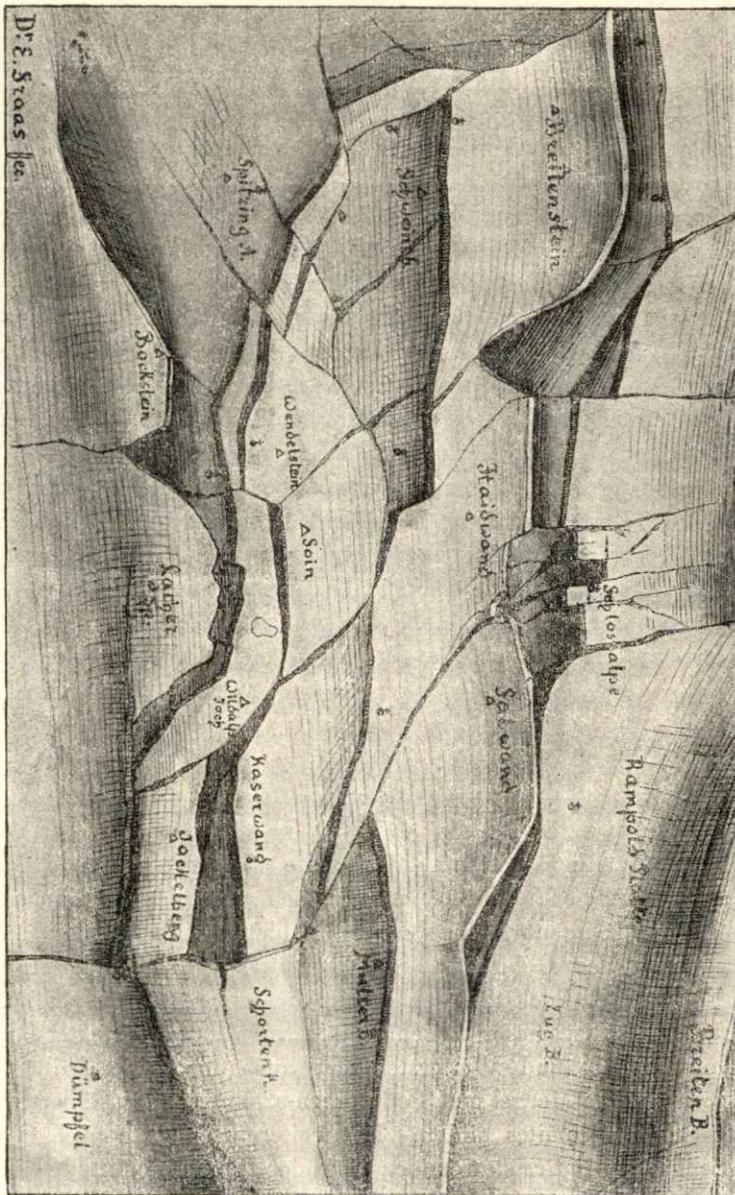
Die Grundzüge der Tectonik können durch beifolgende Skizze am klarsten wiedergegeben werden, in welcher ich eine beliebige Schichtenoberfläche darzustellen gesucht habe mit allen den Faltungen und Einbrüchen, welche sie erlitten hat. Da sich dieser Schicht auch alle übrigen anschliessen, so zeigt unser Bild zugleich das Wendelsteingebiet, wie es sich ungefähr nach der letzten Faltung, ohne auf irgend welche Erosion Rücksicht zu nehmen, dargestellt haben mag.

4. Das südliche Gebiet des Hauptdolomites.

Ueber das südlich an die Central-Kette sich anschliessende Gebiet kann ich mich sehr kurz fassen; denn es wiederholen sich hier im Ganzen die Verhältnisse, welche wir im nördlichen Dolomitgebiet kennen lernten. Wie schon bemerkt, lässt sich das Gebiet als eine flache Gebirgsmulde bezeichnen, die sich an den Faltensattel (Bockstein-Lacherspitz-Jackelberg) anschliesst. Am Bockstein und Lacherspitz ist dieser Anschluss ein vollständig normaler, indem sich zwischen Hauptdolomit und Wettersteinkalk auch noch die Raibler-Schichten als Rauhacken, dunkle Mergel und Petrefacten-arme Kalke einstellen, welche das Liegende des Hauptdolomites bilden. Im weiteren Verlaufe nach Osten fehlen die Raibler-Schichten, und es stossen hier entweder Hauptdolomit oder die Plattenkalk direct an den Wettersteinkalk.

Ein klares Querprofil durch diesen Theil lässt sich am besten im östlichen Zuge zwischen dem Thal von Arzmoos und dem Förchenberg beobachten, wo die nur wenig von Wald bedeckten Höhen des Dämpfel- und grossen Mühlberges klare Aufschlüsse bieten. Der Wettersteinkalk der centralen Kette hört südlich des Schortenkopfes (am Fussweg von Arzmoos nach Brannenburg) mit einer Steilwand auf; an ihn schliesst sich der Hauptdolomit mit 40° O Fallen flach S.O. an, der in dem Steilabfall des Dämpfel mächtig aufgeschlossen ist. Am Südgehänge wird der Hauptdolomit von Plattenkalk normal überlagert

(Staucher-Alm), und an diesen schliessen sich rhätische Schichten an, welche aber entgegengesetzt (70° O. Fallen 60° N.) einfallen und demnach eine etwas gestörte Mulde bilden.



Der Schreckenkopf besteht aus Hauptdolomit, auf dem an der Sattel-Alpe Kössner-Schichten und auch etwas Lias auflagern; diese Schichten sind jedoch am grossen Mühlberg abermals durch einen Bruch abgeschnitten, und es tritt wieder Hauptdolomit auf, der flach nach S.O. gegen den Tatzelwurm einfällt und an einigen Stellen von Plattenkalk bedeckt ist.

Ganz ähnliche Verhältnisse einer durch Längsbrüche etwas gestörten Mulde wiederholen sich auch in dem sich westlich anschliessenden Gebiete bis

zum Leitzach Thale, nur sind hier die Aufnahmen vielfach durch Wald und die breiten Moränenablagerungen, welche im Thale des Arz- und Auer-Baches, wie auf der Terrasse des Hochkreuzes lagern, erschwert.

Geologisch-paläontologischer Theil.

1. Muschelkalk.

Von der Gesamtformation des Muschelkalkes sind in unserem Gebiete nur die oberen Horizonte aufgeschlossen, welche sowohl an dem nördlichen wie an dem südlichen Flügel der Mulde zum Ausstreichen kommen. Ueber die Verbreitung brauche ich keine Worte zu verlieren, da diese schon aus der Karte und dem vorangehenden stratigraphischen Theile ersichtlich ist.

Trotz der Beschränkung auf den oberen Horizont gewinnen unsere Mergelkalkablagerungen doch für Bayern eine Bedeutung durch die normale Lagerung, die petrographische Ausbildung und vor allem durch den ausserordentlichen Reichthum an *Brachiopoden*, welche in ähnlicher Fülle und Schönheit der Erhaltung noch an keiner zweiten bayerischen Localität gesammelt wurden.

Die Lagerung ist, wie schon im Vorhergehenden erwähnt wurde, stets eine vollständig normale, und die Profile sowohl an dem nördlichen, wie an dem südlichen Muldenflügel lassen an Klarheit kaum zu wünschen übrig; der Muschelkalk fällt unter den Wettersteinkalk ein und ist von diesem durch einen Zwischenhorizont getrennt, der den Partnachsichten Gumbels entspricht, eine Ablagerung, auf welche ich später eingehend zu sprechen komme.

Das Gestein des Muschelkalkes ist leicht kenntlich durch die dunkle Färbung des Kalkes, welcher von unzähligen, regellosen, weissen Kalkspathadern durchsetzt wird. An der Oberfläche verwittert das Gestein licht grau, und nicht selten wittern hier die Petrefacten aus, indem sie einen leichten Anflug von Verkieselung zeigen. Gewöhnlich ist das Gestein dünnbankig und plattig abgelagert und gleicht dadurch dem Plattenkalke, mit welchem er auch früher an einigen Punkten verwechselt wurde.

Es ist kaum nöthig zu erwähnen, dass diese Horizonte als Aequivalente von Gumbels oberer Stufe mit „plattigen schwarzen Kalken“, Richthofens Virgloriakalk, und dem Horizonte des *Ceratites trinodosus* (Sintwag b. Reutte) von Mojsisovics aufzufassen sind.

Rothpletz hält nach den Petrefacten im oberen Muschelkalk des Karwendels einzelne Horizonte auseinander und zwar einen Gasteropoden-, Brachiopoden- und Ammoniten-Horizont. Die Schichten vom Wendelstein sind als typische Brachiopoden-Schichten zu bezeichnen, aber über ihnen fehlt ein ausgesprochener Ammoniten-Horizont, denn die wenigen Ammoniten, welche ich gefunden, stammen aus denselben Schichten, wie die Brachiopoden; ebenso tritt auch vereint mit diesen eine ausgesprochene Gasteropoden-Bank auf, so dass eine strenge Gliederung sich nur schwer durchführen lässt. Immerhin möchte ich als typisch für mein Gebiet folgendes Profil von oben nach unten aufstellen:

Partnach-Schichten:

- I. 3 m dünnbankige graue Kalke mit wenig Petrefacten.
- II. 2—3 m plattige Kalke erfüllt mit grossen *Terebratula vulgaris* und *Spiriferina Mentzeli*, selten *Retzia trigonella*; lokal eine Bank mit sehr grossen Exemplaren der *Retzia trigonella*, seltener *Sp. Mentzeli* und *T. vulgaris*.
- III. 3—10 m graue meist petrefactenarme Kalke, dünnbankig; charakterisirt durch das Führen von kleinen kugeligen und wurmförmigen Kieselausscheidungen und Kalkspathsphäroliten, welche häufig auf das zierlichste ausgewittert sind (*Beaumontia venetorum* Schath.) In diesen Kalken fand sich an der Elbach-Alpe eine Bank, die erfüllt war mit *Holopella gracilior*, andere Schichten waren als Crinoidenkalke ausgebildet, und zwar waren es bald die grossen Stielglieder des *Encrinus liliiformis*, bald die kleinen von *Encrinus gracilis* und *Entrochus dubius*. Vereinzelt *Waldheimia angusta* wurden an verschiedenen Lokalitäten gefunden.
- IV. 1 m Horizont der *Terebratula vulgaris*. Ein mit dieser Art häufig erfüllter Horizont, der besonders schön an der Elbach-Alpe entwickelt ist; neben *T. vulgaris* finden sich selten *Spiriferina Mentzeli*, *Retzia trigonella*, *Pecten discites* und *Ammoniten*; dagegen fehlt nahezu gänzlich *Waldheimia angusta*.
- V. 1—2 m Horizont der *Waldheimia angusta*; gleichfalls ausserordentlich reich an *Brachiopoden*, unter welchen *W. angusta* weitaus überwiegt; seltener ist *Spiriferina Koeskalliensis*, *Mentzeli* und *manca*. Nur vereinzelt und verkümmert finden sich auch *Terebr. vulgaris* und *Retzia trigonella*.
- VI. 20—30 m graue Kalke, meist grossbankig, mit rauher Oberfläche bilden das Liegende der Brachiopodenhorizonte. Petrefacten sind sehr selten und bestehen fast nur in den Stielgliedern des kleinen *Encrinus gracilis*.

Tiefere Horizonte sind im Wendelsteingebiet nicht aufgeschlossen; nach den Analogien im Karwendel und dem Zugspitzgebiet würde nach unten die mächtige Ablagerung der dünnbankigen wulstigen Bänke (Gasteropoden-Horizont von Rothpletz) folgen, welche das Hangende der Myophorien-Schichten bilden. Die grösste Aehnlichkeit mit unseren Schichten zeigt der bekannte Muschelkalk von Sintwag bei Reutte, in welchem sich zusammen mit *Ceratites trinodosus* und einer reichen Ammonitenfauna dieselben Brachiopoden, wie am Wendelstein, wiederfinden. Von dem Muschelkalke der Partnachgegend bei Partenkirchen zeichnet sich die Ausbildung am Wendelstein durch den grossen Petrefactenreichthum vortheilhaft aus.

Als besonders petrefactenreiche Fundstellen im Muschelkalke sind folgende Lokalitäten zu erwähnen:

Bucher-Alpe, nördlich des Breitensteines, im Walde gegen den Marbacher Berg, anschliessend an die Partnach-Schichten. (Horizont der *Waldh. angusta* mit *Sp. Mentzeli*.)

Haidwand. Der Fundplatz in den oberen plattigen Kalken (Hor. II) liegt in dem Sattel zwischen der Haidwand und dem Gipfelpunkt 1438,3 m.

Elbach-Alpe: Die flach gelagerten Bänke des Hor. III sind reich an Einschlüssen; besonders ergiebig ist ein Aufriss an dem unteren Steige von der Elbach-Alpe zum Brunnen bei 1371 m. Horizonte der *Terebrat. vulgaris* und der *Waldh. angusta*.

Wendelstein-Haus: An der vorletzten Serpentine des Weges auf der Westseite stehen die obersten Bänke (Hor. II) mit grossen Exemplaren der *Retzia trigonella* an.

Abstieg von der Soin-Alpe zur Mitteralpe; sehr reiche Ausbeute im Hor. V.

Kogler-Alpe östlich des Wildalpjoches. Anstieg nach dem Wetterloch in fossilreichen Schichten des Hor. IV und V.

Sattel zwischen Kaserwand und Jackelberg mit grosser Entblössung der oberen Bänke, Hor. II.

Petrefacten aus dem Muschelkalk.

Encrinus (Entrochus) liliiformis Schloth.

Grosse charakteristische Stielglieder nicht selten im Hor. III. Elbach-Alpe.

Encrinus (Entrochus) gracilis Buch.

Die Stielglieder dieser kleinen Art erfüllen nicht selten das Gestein und bilden so ächte Crinoiden-Kalke, diese treten vereinzelt in Hor. III, besonders aber in Hor. VI auf.

Encrinus (Entrochus) silesiacus Beyrich.

Zusammen mit *Encrinus gracilis*.

Entrochus dubius Gldf.

Die fünfkantigen *Pentacrinus*-ähnlichen Stielglieder bilden an der Elbach-Alpe im Hor. III einen Crinoiden-Kalk, der nur aus *Entrochus dubius* besteht. Die Glieder zeigen bald einen scharf ausgeschnittenen Stern, oder nur ein abgerundetes Pentagon, wie es Benecke in seinen Beiträgen, II. Bd., Taf. 4, Fig. 6 u. 7 als *E. dubius* und *pectinatus* abbildet. Im Hor. II und III nicht selten; Elbach-Alpe, Haidwand und Soinkaar.

Spiriferima Mentzeli Dunk.

Diese Art tritt unter den *Spiriferinen* am häufigsten auf und ist in sämtlichen Horizonten vertreten. Es ist eine eigenthümliche Erscheinung der am Wendelstein auftretenden *Brachiopoden*, dass sie sich durch Grösse und Fülle vor denen anderer Lokalitäten Bayerns und Südtirols vortheilhaft auszeichnen, ein Umstand, der uns gleich bei dieser ersten Art entgegentritt. Während die durchschnittliche Breite der Exemplare von Recoaro, St. Cassian, Karwendel und Reutte kaum mehr als 10 mm beträgt, muss diejenige der am Wendelstein gesammelten auf 15—18 angenommen werden; einzelne Exemplare erreichen sogar eine Breite von 22—23 mm. Im Uebrigen bleibt jedoch der Charakter ganz derjenige von *Sp. Mentzeli*, so dass ich keinen Anstand nehme, sie mit dieser Species zu identificiren.

Auftreten: besonders häufig in dem Hor. IV und V. Zusammen mit *Waldh. angusta* erfüllt sie an der Bucher- und Kogler-Alp einzelne Bänke vollständig. Die grössten Exemplare stammen aus dem Hor. II vom Wendelstein-Haus und der Haidwand.

Spiriferina Koeveskaliensis Suess.

In den Schichten der *Waldh. angusta* (Hor. V) finden sich nicht besonders selten kleine feinrippige *Spiriferinen*, welche mit *Sp. Koeveskaliensis*

übereinstimmen. Die gewöhnliche typische Art ist flach mit niedrigem Wirbel und nahezu ebenso breit als lang. Dazu treten noch sehr gestreckte und hohe Exemplare, welche von Bittner als *Var. microrhyncha* und als aff. *pannonica* bezeichnet wurden. Näheres Hierüber findet sich in Bittners Trias-Brachiopoden (Seite 27.)

Spiriferina aff. *manca* Bittner.

Kleine, 11—14 mm breite, scharfrippige *Spiriferinen* vom Typus der *Sp. fragilis*. Die Area ist ausserordentlich hoch, bei 9 mm Länge an der Basis beträgt die Höhe 6 mm, der Wirbel spitz, aber nicht eingezogen; von *Sp. fragilis* unterscheidet sie sich wohl nur durch den wohlausgeprägten medianen Sinus auf der grossen Klappe. Diese Art fand sich in mehreren Exemplaren in dem Hor. V der *Waldh. angusta* an der Elbach-Alpe, im Soinkaar und am Wendelsteinhaus.

Retzia aff. *Schwageri* Bittner.

Ein hübsches verkieseltes Exemplar, bei welchem theilweise die Spiralen herausgeätzt werden konnten, fand ich in Hor. V an der Elbach-Alpe. Die zierliche Form stimmt gut mit der ächten *Retzia Schwageri* aus dem Muschelkalk von Reutte, nur ist unsere Art etwas gestreckter und der mit grossem Loche versehene Schnabel ist auffallend gekrümmt.

Spirigera (*Retzia*) *trigonella* Schloth.

Dieser typische Muschelkalk-*Brachiopode* findet sich vereinzelt in allen Horizonten des oberen Muschelkalkes. Die vereinzelt Exemplare zeigen den gewöhnlichen Typus; sie sind von geringer Grösse und stark aufgebaucht. Leicht von ihnen zu unterscheiden sind die Exemplare, welche in dem eigentlichen *Trigonella*-Horizont (Hor. II) zusammen mit *Terebr. vulgaris* in grosser Häufigkeit vorkommen. Diese unterscheiden sich sowohl durch ihre abnorme Grösse, wie durch ihre flache Gestalt. Die Exemplare mittlerer Grösse besitzen eine Breite von 20 mm bei einer Länge von 16 und einer Höhe von 9 mm, die grossen Exemplare erreichen 26—28 mm Breite ohne die stark hervorragenden Rippen. Im Uebrigen bleibt der Charakter ganz derjenige von *Sp. trigonella*, so dass ich diese Form nur als eine sehr grosse Varietät ansehen kann. Ein sehr interessantes Stück fand ich am Wendelsteinhaus, das beim Aufbrechen die Spiralkegel im Innern zeigte; die einzelnen Spiralen sind mit Kalkspat inkrustirt und gewannen dadurch an Haltbarkeit. Die Spiralkegel sind sehr lang und reichen bis in die Winkel der Schale; an dem vollständig erhaltenen Kegel zähle ich 14 Windungen.

Der *Trigonella*-Horizont fand sich am schönsten entwickelt am Gachenblick unterhalb vom Wendelsteinhaus und nördlich der Haidwand, von letzterer Lokalität konnte ich Handstücke schlagen, auf welchen die grosse *Spirigera* in Menge ausgewittert ist.

Rhynchonella decurtata Gir.

Sehr selten, nur ein einziges schlecht erhaltenes Exemplar aus dem Hor. II vom Wendelsteinhaus.

Terebratula vulgaris Schloth.

Von dieser häufigen Art liegt eine Sammlung von über hundert gut erhaltenen Exemplaren vor, welche alle Altersstadien und Varietäten repräsentiren. Sie zeichnen sich vor denen anderer alpiner Lokalitäten durch Grösse und Fülle aus und kommen darin selbst den grossen ausseralpinen Arten gleich; Exemplare von 23 mm Länge können als Durchschnitt angenommen werden, doch fehlen

auch solche von 30 mm Länge nicht. Die Horizonte der *T. vulgaris* sind scharf begrenzt, und so massenhaft die Art auch in diesen auftritt, so gehört sie doch ausserhalb derselben zu den allergrössten Seltenheiten.

Besonders reiche Lokalitäten im Hor. II sind der Gache-Blick, die Haidwand und der Sattel zwischen Kaserwand und Jackelberg; beinahe noch schöner sind die Exemplare aus Hor. IV von der Elbach-Alpe und Kogler-Alpe.

Waldheimia (Aulacothyris) angusta Schloth.

Auch von dieser Species liegt eine grosse Anzahl vor, welche die verschiedenen Varietäten auf das schönste zeigt. Es lässt sich leicht eine schmale, meist kleine Varietät abtrennen, welche sich durch eine seichte Einbuchtung auf der kleinen Klappe auszeichnet; der Uebergang zu den typischen breiteren Exemplaren ist ein ganz allmählicher. Dieser Typus erreicht am Wendelstein eine ausserordentliche Grösse und Fülle und geht über in die Varietät, welche Bittner als *W. angusta* var. *incrassata* (Bittner Trias-Brachiopoden: Tab. 41, Fig. 23—26) abtrennt. Die Originale stammen aus meiner Sammlung. Diese Varietät zeichnet sich durch ausserordentliche Anschwellung der grossen Klappe aus, so dass die Höhe gleich der Breite wird.

Waldheimia angusta ist der verbreitetste *Brachiopode* im oberen Muschelkalk und erfüllt häufig in Nestern das ganze Gestein. Sie findet sich vereinzelt im Horizont III, während ihr Hauptlager der Horizont V bildet. Die schönsten Lokalitäten sind an der Bucher-Alpe, der Elbach-Alpe, dem Soinkaar und der Kogler-Alpe.

Ostrea difformis Gldfs.

Findet sich vereinzelt in dem oberen Horizonte der *Terebr. vulgaris* (Hor. II).

Lok. Haidwand und Kogler-Alpe.

Pecten discites Schloth.

Typische Exemplare nicht selten in dem unteren Horizonte der *Terebr. vulgaris* (Hor. IV).

Lok. Elbach-Alpe und Kogler-Alpe.

Lima lineata Desh.

Ein recht seltenes Petrefact, das sich nur in 2 Exemplaren fand. Das eine stammt aus dem Hor. II der Haidwand, zeigt beide Klappen im Zusammenhang und besonders schön den Schlossrand mit dem seitlichen Ausschnitt. Das andere Exemplar aus dem Hor. V vom Soinkaar zeichnet sich durch Grösse und schöne Erhaltung der Schale aus.

Lima regularis Kloeden.

Schön erhaltenes Fragment aus Hor. II der Haidwand.

Modiola triquetra Seeb.

Ein schlecht erhaltenes Exemplar aus Hor. V von Soinkaar.

Nucula gregaria Mnstr.

Die kleinen Steinkerne von dreieckiger Gestalt mit scharf gebrochenem Schlossrande und hohem eingebogenem Wirbel lassen sich am besten in die Gruppe der *Nuculiden* einreihen. Hor. II der: Haidwand.

Homomya (Myacites) ventricosa Schloth.

Ein gut erhaltener vollständiger Steinkern aus Hor. II vom Jackelberg.

Holopella gracilior Schauroth.

Dieser zierliche Gasteropode erfüllt eine Bank im Hor. III an der Elbach-Alpe und ist sehr hübsch auf den Schichtflächen ausgewittert.

Cephalopoden gehören im ganzen Gebiete des Wendelsteins zu den grössten Seltenheiten, und ist es mir nicht gelungen, nennenswerthe Ueberreste zu finden. Mit Sicherheit ist nur ein schönes Fragment von *Ptychites gibbus* Benecke vom Jackelberg zu bestimmen, welcher bis auf die innersten Windungen aus dem Gestein sich löste. Kleine, stark angewitterte Exemplare von der Elbach-Alpe mögen derselben Species angehören. Von derselben Lokalität liegt der Abdruck eines scharfrippigen *Balatonites* vor, ebenso ein kleines Exemplar, das sich mit *Gymnites Palmi* Mojs. vergleichen lässt, und ein Exemplar aus der Gruppe der *Ceratiten*, das mit *Dinarites* (?) *cuccensis* Mojs. viel Aehnlichkeit hat. Von der Gegend des Wildalpjoches stammt ein Fragment eines grossen *Ptychites megalodiscus* Beyr., das sich in der Sammlung des kgl. Oberbergamtes befindet.

2. Partnach- oder St. Cassianer-Schichten.

Der Schichtencomplex zwischen Muschelkalk und Wettersteinkalk, welcher in den Südalpen und speciell im Gebiete der Dolomiten als St. Cassianer- und Wengener-Schichten einen wohl charakterisirten Horizont bezeichnet, konnte bisher in den bayrischen Alpen, abgesehen von der Partnachklamm, nur schwer nachgewiesen werden. Während in der Gegend von Partenkirchen*) zwischen Muschelkalk und Wettersteinkalk sich ein mächtiger Complex von schwarzen Thonen und Kalken mit *Daonella Parthanensis* und vielleicht dazugehörigen pflanzenführenden Sandsteinen**) einschaltet, welche Gumbel als Partnach-Schichten oder unteren Lettenkeuper bezeichnet, schien dieser wohlcharakterisirte Horizont in dem übrigen Theile der bayrischen Alpen nahezu ganz zu fehlen oder ist er wenigstens wegen Mangel eines petrographischen Unterschiedes und von Versteinerungen sehr schwierig festzustellen. So im Karwendelgebirge,***) wo sich zwar der obere Muschelkalk, wie der untere Wettersteinkalk vorzüglich charakterisiren lassen, aber dazwischen bleibt noch eine ca. 100 m mächtige Zone fester grauer Kalke übrig, in denen es nicht gelang, charakteristische Fossilien aufzufinden. Rothpletz sieht in diesen Kalkschichten ein Aequivalent der Cassianer- oder Partnach-Schichten und ein neuerer Fund von *Daonella* (*D. Parthanensis*) in der Lindlahn bei Mittenwald hat diese Ansicht vollkommen bestätigt. Ebenso zeichnen

*) Schafhäutl (Jura und Keupersandst.).

Gumbel, 1858, unterer Alpenkeuper (geognost. Karte von Bayern).

v. Richthofen, 1859, Jahrb. d. geol. Reichsanst. Seite 95.

Gumbel, 1860, unterer Lettenkeuper der Alpen. Bavaria S. 21.

Gumbel, 1861, bayr. Alpengebirge S. 215 ff.

Schafhäutl, 1863, Lethaea geognostica S. 313 u. f. (die Schichten sind auch hier vollständig verkannt.)

**) v. Wöhrmann (Cardita- u. Raibler-Sch. Jahrb. der geol. Reichsanst. 1889, S. 242) stellt die Sandsteine in die untere Zone der Raibler-Schichten; vergl. hierüber auch Mojsisovics (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1874, pag. 110) und Gumbel (Sitzungsber. der Acad. d. Wiss. München 1874, S. 189).

***) Rothpletz, Das Karwendelgebirge. 1888, Zeitschr. d. D. Oe. A.-V. S. 22.

sich die Cassianer - Kalke in der Gegend von Füssen*) durch Petrefacten-armuth aus, obgleich es nicht an einzelnen guten Leitfossilien fehlt. Auch hier gelang es im vorigen Jahre, weitere sichere Leitfossile zu finden (*Spirigera Fraasi* Bittn. und *Rhynchonella bajuvarica* Bittn.). Aus dem Gebiete des Wendelsteines erwähnt zwar G ü m b e l**) den Horizont der Partnach-Schichten, ohne jedoch charakteristische Leitfossile anzuführen; daher bot es nicht geringe Ueberraschung, als vor 4 Jahren auf einer geologischen Exkursion von Prof. v. Zittel am Wendelsteinhause Mergelbänke mit *Koninckina Leonhardi*, also sichere Cassianer-Schichten, gefunden wurden.

Bei meinen Aufnahmen konnte ich bald diesen Horizont an vielen Orten nachweisen und zwar an einzelnen Lokalitäten mit ungeahntem Petrefactenreichtum. Das Verbreitungsgebiet fällt mit demjenigen des Muschelkalkes zusammen und haben wir demnach drei Bänder von Partnach-Schichten zu constatiren, ein nördliches, das vom Breitenstein an der Haidwand und Hoch-Salwand sich hinzieht, ein weiteres, das den südlichen Abbruch der Mulde begleitet, und schliesslich ein drittes kleines Gebiet am Jackelberg in dem südlichen Sattel. In allen drei Complexen lagern die Schichten normal auf dem Muschelkalk und unter dem Wettersteinkalk.

Was den petrographischen Habitus betrifft, so sind diese Partnach-Schichten scharf von den umgebenden Kalkschichten dadurch zu unterscheiden, dass in ihnen eine ausgesprochene Mergelfacies vorwaltet. Es tritt dies auch in der Landschaft sehr deutlich zu Tage, indem die leicht verwitternden und wasserführenden Partnach-Schichten einen muldenförmigen Absatz an den sonst steilen und schroffen Abstürzen bilden. Die Gesamtmächtigkeit beträgt im Durchschnitt etwa 35 m, und die sehr klaren Profile an der Haidwand und am Soin ergeben folgende Verhältnisse:

Wettersteinkalk (weiss mit Grosseolithstructur).

8 m schwarzer schiefriger Mergel.

1 m graue Kalkbank mit gelben Flecken (petrefactenleer).

1,5 m schwarzer Mergel.

1 m Kalk in zwei Bänken, von welchen die obere mit wulstiger Oberfläche sehr reich an *Koninckina* und anderen Petrefacten ist.

10 m schwarzer Mergel mit wenigen Fossilien.

3 m Kalk, theilweise in sehr dicken Bänken. Auch hier lieferte die oberste Bank die beste Ausbeute an Brachiopoden.

10 m schwarzer Mergel mit einigen dünnen Kalkbänken; am Soin ist eine derartige Bank erfüllt mit grossen *Spiriferinen*.

Muschelkalk, dünnbankiger grauer Kalk.

Die besten Lokalitäten, welche eine Fülle von schönen Versteinerungen ergeben haben, sind folgende:

*) G ü m b e l, 1861, bayr. Alpengebirge S. 218.

Beyrich, 1862, Monatsber. der Acad. d. Wiss. Berlin.

Rothpletz, 1887, Monographie der Vilser Alpen. Palaeontographica S. 15.

Schafhäütl, 1851, geognost. Untersuchung der südbayr. Alpen (fasst die Schichten als Jura auf).

Schafhäütl, 1856, N. Jahrb. f. Min. S. 820 (Keupersandstein).

**) G ü m b e l, 1861, bayr. Alpengebirge S. 219.

„ 1875, Abriss der geognost. Verhältnisse etc. S. 67.

Breitenstein. Einsenkung südlich der Bucher-Alpe, anschliessend an den Muschelkalkfundplatz.

Haidwand. Die tiefe Mulde, welche sich von der Schlossalpe der Haidwand entlang zieht, bietet ein reiches Gebiet zum Sammeln; ein vollständig aufgeschlossenes Profil vom Muschelkalk zum Wettersteinkalk treffen wir auf dem Sattel gegen den Jenbach-Graben.

Wendelstein-Haus. Die Partnach-Schichten ziehen sich auf der SW.-Seite des Berges nahezu dem ganzen neuen Weg von Brannenburg entlang bis zum Hause, wo sie in der botanischen Versuchsstation zum Theil sehr reich an *Koninckina* und anderen Brachiopoden sind.

Soin und zwar die schmale Mulde, welche sich südlich von der Wettersteinkalkwand des Soin zur Soin-Alpe hinabzieht; auf der Höhe des Sattels zwischen Kesselwand und Soin findet sich ein klares Profil und der grösste Reichthum an Petrefacten.

Jackelberg. Dem ganzen Nordrande des Jackelberges entlang sind die wasserhaltenden Partnach-Schichten zu verfolgen, welche in den Wassergräben gegen die Wildalpe, wie an dem neuen Weg der oberen Arzmoser-Alpe gute Ausbeute lieferten. *)

Die Fauna, welche ich in diesen Schichten gesammelt habe, ist beinahe ausschliesslich eine Brachiopoden-Fauna von so eigenartigem Charakter, dass es Anfangs grosse Schwierigkeiten machte, aus den Funden auf das geologische Alter der Schichten zu schliessen. Wie schon bemerkt, habe ich Herrn Dr. Bittner die Bearbeitung und Bestimmung der *Brachiopoden* überlassen und bleibt es mir hier nur noch übrig, dessen Bestimmungen sowie die weiteren Funde aufzuzählen und zusammenzustellen. **)

Cidaris sp., kleine unbestimmbare Stachelfragmente vom Soin.

Koninckina Leonhardi Wissm. ist das verbreitetste und beste Leitfossil für diese Schichten; sie wurde an sämtlichen oben angeführten Lokalitäten in grosser Anzahl gesammelt.

Koninckella cfr. *triadica* Bittner, meist sehr kleine unscheinbare Exemplare, welche zusammen mit *Koninckina Leonhardi* vorkommen.

Spiriferina Fraasi Bittner. Originale zu Bittn. Trias-Brachiop. Taf. 41, Fig. 15, 16, 17. Zuerst fand ich an dem Soin eine Kalkbank, welche erfüllt war mit grossen Spiriferinen vom Typus der *Sp. palaeotypus* Loretz und *Sp. Mentzeli* Dunk, später konnte ich dieselbe Art auch noch am Wendelstein-Haus, der Haidwand und am Arzmoos (Jackelberg) constatiren; doch blieb sie an diesen Lokalitäten immer eine grosse Seltenheit, gegenüber der Fülle am Soin.

Spiriferina ampla Bittner. Orig. zu Bittn. Trias-Brach. Taf. 41, Fig. 10 u. 11. Die grösste bis 37 mm breite Form aus diesen Schichten. Nicht so häufig wie *Sp. Fraasi*, aber doch nicht besonders selten in dem Brachiopodenkalk vom Soin.

Spirigera cfr. *Wissmanni* Münstr, selten im Brachiopodenkalk vom Soin.

Retzia Schwageri var. *media* Bittn. Orig. zu Bittn. Trias-Brach. Taf. 41, Fig. 12; eine zierliche und sehr charakteristische Art, welche sich ausser der Lokalität am Soin auch am Wendelstein-Haus in mehreren Exemplaren fand.

*) v. Wöhrmann hält die Mergelschichten am Jackelberg fälschlich für untere Raibler Schichten (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1889, S. 249).

**) Vergl. hierüber: Bittner Trias-Brachiopoden S. 161—167.

Rhynchonella aff. *generosa* Bittn. Orig. zu Bittn. Trias-Brach. Taf. 41, Fig. 9. Brachiopodenkalk vom Soin. Auffallend ist diese Form durch die Verwandtschaft mit der für den Hallstädter Kalk leitenden Form.

Rhynchonella bajuvarica Bittn. Orig. zu Bittner l. c. Taf. 41, Fig. 1 bis 5. Nicht selten im Brachiopodenkalk vom Soin. *

Rhynchonella subacuta Mnstr. Ein Exemplar vom Soin.

Rhynchonella sp. aus der Gruppe der *Inversen*, jedoch wegen mangelhafter Erhaltung nicht näher bestimmbar. Soin.

Walldheimia cfr. *subangusta* Mnstr., eine mit der *W. subangusta* von St. Cassian sehr nahe verwandte Art. Soin.

Walldheimia oder *Aulacothyris* sp. ind. nach Bittner wohl etwas Neues, aber für eine Beschreibung nicht genügend erhalten.

Terebratula sp. Zusammen mit *Koninckina* am Wendelstein-Haus fand sich noch die grosse Klappe einer *Terebratula*, welche sich durch bedeutende Grösse (Länge 26 mm, Breite 25 mm) und breite Form mit langausgezogenem spitzigem Schnabel auszeichnet. Eine sichere Bestimmung ist kaum möglich und kann nur auf die Aehnlichkeit mit *T. Ramsaueri* Suess. hingewiesen werden.

Während die Brachiopodenfauna einen so eigenartigen Charakter bewahrt, dass sich nur vereinzelt Arten finden, welche Anklang an südalpine Formen des St. Cassianer-Horizontes bieten, fand ich neuerdings noch eine Anzahl von *Daonellen*, welche eine sichere Bestimmung zulassen.

Daonella Richthofeni Mojs., eine für die St. Cassianer-Kalke sehr charakteristische Form, fand sich in grosser Anzahl in einem Blocke, der zugleich viele *Koninckina Leonhardi*, seltener *Koninckella triadica* und *Spiriferina Fraasi* einschloss, so dass über die Zugehörigkeit zu dem Brachiopodenhorizont kein Zweifel bestehen kann. Das Stück lag in den Mergeln am Anstieg von der Schlossalpe nördl. der Haidwand.

Daonella cfr. *Lommeli* Wissm. Als solche bestimme ich ein Fragment von der Bucher-Alpe am Breitenstein, welches die für diese Art charakteristische Zeichnung der Schale zeigt.

An *Daonella Parthanensis* Schafh. erinnern einige schlechte Abdrücke vom Jackelberg.

Cephalopoden gehören zu den grossen Seltenheiten und fanden sich nur in wenigen, aber doch recht charakteristischen Exemplaren in dem Brachiopodenkalk vom Soin. Die meisten Arten gehören in die Gruppe des *Trachyceras Aon* und zwar ist *Trachyceras Aon* Mnstr. selbst vertreten und noch häufiger eine Art, welche sich an *Trachyceras dichotomum* Mnstr. anschliesst. Zwei weitere Fragmente lassen sich nach Mojsisovics als *Celtites Buchii* Klipst. und *Trachyceras* cfr. *acutocostatum* bestimmen.

Es ist aus diesen Versteinerungen zu erkennen, dass wir in diesem Partnachhorizonte zwischen Muschelkalk und Wettersteinkalk eine ganz eigenartige Facies haben, welche sich durch den Reichthum an *Brachiopoden* von theilweise ganz neuem Charakter auszeichnet. Andererseits aber weist der Einschluss von *Koninckina Leonhardi*, *Daonella Richthofeni* und *Trachyceraten* aus der Gruppe des *Aon* mit grosser Sicherheit auf eine Analogie mit den südtiroler ächten St. Cassianer-Schichten hin. Wir haben demnach eine neue, wahrscheinlich specifisch bayrische Facies der Cassianer- oder Wengener-Schichten vor uns, welche sich von den ächten Partnach-Schichten durch ihren grossen Brachiopodenreichthum, vor allem

durch das Vorkommen von *Koninckina Leonhardi* als Leitfossil unterscheiden, während die schwarzen Kalke und Schiefer mit *Daonellen* in den Hintergrund treten.

Auf die grosse Analogie dieser Schichten mit den von Rothpletz als „Cassianer-Schichten“ beschriebenen Horizonte vom Calvarienberge und Gerenjochberge bei Füssen ist schon hingewiesen worden.

3. Wettersteinkalk.

Der Wettersteinkalk, der den Hauptantheil an der Zusammensetzung der centralen Ketten nimmt, ist in der typischen Weise als körniger weisser Kalk entwickelt. Im Allgemeinen herrscht eine massige Structur in dieser Formation vor und ist die Schichtung nur wenig ausgesprochen. Diese tritt erst in den oberen Lagen des Wettersteinkalkes, wie am Breitenstein und der Hoch-Saalwand deutlich hervor und nimmt dort sogar einen plattigen Charakter an. Die Mächtigkeit darf mit Sicherheit bis zu 500 m geschätzt werden, doch ist das Abmessen am Breitenstein, wo die gesammte Formation entblösst ist, durch zahlreiche Brüche und Gebirgsstörungen sehr erschwert.

Ueber die Versteinerungen lässt sich wenig sagen. Es ist ja gar kein Zweifel, dass der Wettersteinkalk an manchen Lokalitäten erfüllt ist von organischen Resten, aber dieselben sind so schlecht erhalten, dass eine Untersuchung und Bestimmung derselben nicht möglich ist. *Gyroporellen*, und zwar die gewöhnliche *Gyr. annulata* Schafh. ist sehr selten erhalten und mir nur in grösserer Menge vom Gipfel des Wendelsteines neben der Capelle bekannt. Im unteren Wettersteinkalk, besonders am Nordfuss des Wendelsteines, herrscht die sog. Gressoolith-Structur vor; jene eigenartige, an Kalksinter erinnernde Structur, welche Stoppani als *Evinospongia*, Schafhäutl als *Chaetetes* und *Radioliten* deuteten. Zwischen den Oolithen, gleichsam den Kern derselben bildend, finden sich häufig Spongien und korallenähnliche Gebilde (Schafhäutl,*) *Dictyophyllia reticulata*, *Calamophyllia dichotoma* u. a.), welche jedoch keine Spur der Structur mehr erhalten haben und daher zur Untersuchung unbrauchbar sind.

4. Raibler-Schichten.

Die Raibler-Schichten, welche in neuester Zeit von S. v. Wöhrmann**) monographisch bearbeitet worden sind, bilden auch im Wendelstein-Gebiet einen sehr charakteristischen Horizont, welcher in drei Zonen durch unser Gebiet streicht.

Der nördlichste Zug tritt an dem aufgebogenen Nordrande des Hauptdolomitgebietes zu Tage und schliesst dort das Triasgebiet gegen den Flysch ab, eine Erscheinung, die sich noch weithin gegen Osten verfolgen lässt. Die Schichten in diesem Zuge sind durchgehends durch die mächtige Entwicklung der Rauhacken charakterisirt, welche hier eine ganz bedeutende Mächtigkeit

*) Schafhäutl, Südbayerns Lethaea geognostica S. 337 ff. Taf. LXVI u. a. (Die Originale Schafhäutl's stammen vom Wendelstein.)

ib. S. 298 ff. Taf. LXVII Fig. 1, LXIX Fig. 11 u. a.

**) v. Wöhrmann, Cardita- und Raibler-Schichten (Jahrb. der geol. Reichsanst. 1889, p. 249).

erreichen. Ueber diesen Rauhwaacken lagern noch etwas petrefactenarme Kalke, welche an den Hauptdolomit anschliessen. Den schönsten Aufschluss in dieser Zone bietet uns der von G ü m b e l*) eingehend besprochene Bergsturz am Schroffen bei Brannenburg. Wir sehen dort die mächtige Entwicklung der Rauhwaacken, welche auf weichen schwarzen Schiefen abgerutscht sind; das Hangende der Rauhwaacken bilden Kalke mit seltenen *Ostreen* (oberer Ostreen-Horizont von W ö h r m a n n), und auf diese folgt der Hauptdolomit. Noch vollständiger sind die Raibler-Schichten der nördlichen Randzone „auf der Wand“ bei Birkenstein aufgeschlossen, da wir dort unter den Rauhwaacken noch einen gegen 100 m mächtigen Complex von schwarzen festen Kalken entwickelt finden, in welchen es mir erst nach langem Suchen gelang, charakteristische Fossilien (*Cardita crenata* var. *Gümbeli* Pichler) zu finden. Auf diesen Kalken lagern normal die Rauhwaacke und der Hauptdolomit, so dass schon aus diesem Grunde das geologische Alter der schwarzen Kalke als Raibler-Schichten bestimmt werden muss.

Der zweite Zug von Raibler-Schichten fällt in die centrale Mulde, und haben wir deren schönste Entwicklung am Südfusse des Breitensteines, wo uns ein geschlossenes Profil vom Wettersteinkalk bis zum Hauptdolomit entgegentritt.***) Die Schichten stehen saiger und streichen N. 60° O.; von N. nach S. überschreiten wir folgendes Profil:

Wettersteinkalk dünnbankig.

ca. 70 m dünnplattige braune Sandsteine mit Thonbänken wechsellagernd (Spuren von Pflanzenresten).

ca. 100 m Rauhwaacken und dolomitische Kalke.

ca. 50 m dünnbankiger Kalk mit *Ostrea montis caprilis*.

Hauptdolomit.

In dem Ostreehorizont liegt eine bekannte Fundstelle für Raibler Fossilien an dem Brunnen unterhalb der Kessel-Alpe.***) Derselbe Horizont, gleichfalls reich an Petrefacten, ist im weiteren Verlaufe unseres Zuges nach Osten am Abfall der Hoch-Saalwand gegen die Mitter-Alpe aufgeschlossen.

In dem dritten südlichen Zuge, der uns am Südrande des Bocksteines und der Lacher-Spitz entgegentritt, sind die Raibler-Schichten besonders als Kalke mit thonigen Zwischenbänken ausgebildet; doch fehlen auch typische Rauhwaacken weder am Bockstein, noch an der Lacher-Spitz. Petrefacten sind selten und meist sehr schlecht erhalten.

5. Hauptdolomit.

Diese für den Paläontologen so öde Formation bietet trotz der grossen Verbreitung in unserem Gebiete nichts Neues und Bemerkenswerthes. Das Dolomitgestein ist entweder fest und wohlgeschichtet, oder aber gleicht es einer feinkörnigen Dolomitbreccie und in diesem Falle ist die Schichtung nicht mehr deutlich ausgeprägt. Bituminöse Fischechiefer sind nicht entwickelt.

*) G ü m b e l, 1861, bayr. Alpengebirge S. 290.

**) Vergl. G ü m b e l: Abriss der geognost. Verh. etc. pag. 65.

***) Vergl. G ü m b e l: ib. pag. 65 u. bayr. Alpengebirge S. 264.

6. Rhätische Schichten.

Auch bei diesem Complexe lohnt es nicht, hier näher auf die Ausbildung und den grossen Petrefactenreichthum einzugehen, da derselbe schon lange speciell aus diesem Gebiete untersucht und bekannt ist. Ist es doch das Gebiet, aus welchem schon Schafhäütl und Winkler ihr Hauptmaterial gesammelt und beschrieben haben,*) ebenso giebt G ü m b e l eine vollständige Liste der Versteinerungen von der Kothalpe. Nehmen wir noch dazu die Bearbeitung der Korallen durch Reuss und Frech,**) so dürfte das Gesamtbild einer der reichsten Faunen der Rhaetischen-Schichten vollendet sein.

Ich habe bei der Kartirung nach Möglichkeit 3 Horizonte des Rhaetes auseinandergehalten; die Plattenkalke als den tiefsten Kalkhorizont, der auf dem Hauptdolomit in Form von grauen und schwarzen Kalken aufgelagert ist und nur selten die Reste von kleinen Bivalven und Gasteropoden (*Rissoa alpina*, G ü m b e l) einschliesst. Auf ihm lagern die mergelreichen K ö s s e n e r - S c h i c h t e n, an manchen Lokalitäten mit einem unglaublichen Reichthum an Versteinerungen; den höchsten Horizont bilden lichte obere rhaetische Kalke mit *Megalodon triquetus*, der sog. Dachsteinkalk von G ü m b e l. Das schönste und klarste Bild giebt das von G ü m b e l***) beschriebene Profil, welches über die Kothalpe zum Schweinsberg gelegt ist.

Als besonders interessant muss hervorgehoben werden, dass sich in dem aufgenommenen Gebiete, so klein es auch ist, doch schon eine ausgesprochene Faciesdifferenzirung in den rhätischen Schichten beobachten lässt. In dem nördlichen und südlichen Dolomitgebiet, wie in den eingesunkenen Zonen lagert auf dem Hauptdolomit zunächst typischer Plattenkalk von nur geringer Mächtigkeit, dann stellen sich Mergelhorizonte zwischen den Kalkbänken ein, welche allmählig zunehmen, und so der Ablagerung den Charakter der ächten Kössener Mergel-Facies verleihen. Die ganze rhätische Ablagerung beträgt nicht viel mehr als 50 m und auf den weichen Kössner Mergeln folgt sofort der untere Lias mit Adnether-Facies.

In der centralen Mulde am Schweinsberg und Mutterberg dagegen ist schon der Plattenkalk bedeutend mächtiger und ohne Mergeleinlagerungen entwickelt, dann folgen die petrefactenreichen Mergelhorizonte der Kothalpe und auf diesen lagert noch ein mächtiger Complex weisser Dachsteinkalke, welche den Gipfel des Schweinsberges, die Weisswand und den Mutterberg aufbauen.

Die Ablagerung des Lias ist, wie wir sehen werden, auf den Dachsteinkalken, in der Facies der Hirlatz-Schichten entwickelt und unterscheidet sich dadurch noch viel mehr von dem umliegenden Gebiet, als das Rhät.

*) Schafhäütl im Neuen Jahrb. 1856, pag. 821, 1853, pag. 299; *Lethaea geognostica* 1863, pag. 454.

Winkler: die Schichten der *Avicula contorta*, 1859; Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. 1861, Bd. XIII, S. 459.

G ü m b e l, 1861, bayr. Alpengebirge S. 375 und 391, 1875, Abriss der geognost. Verhältnisse etc. S. 62.

**) Reuss, 1865, Sitzungsber. d. Wiener Acad. d. W. Bd. L, I. Abth. 1864 pag. 160.

Frech, 1890. Die Korallen der juvavischen Triasprovinz. *Palaeontographica*, Bd. XXXVII.

***) G ü m b e l, bayr. Alpengebirge, Taf. V, 38.

5. Jura.

Es ist nicht immer leicht, den Lias in dem Wendelsteingebiet mit Sicherheit festzustellen, da, wie soeben bemerkt wurde, merkwürdigerweise ganz bedeutende Schwankungen der Facies in den kleinen Gebiete vorkommen und guterhaltene Fossile in dem meist verdrückten Gestein sehr selten sind. Auf der Karte wurde der Lias nur da ausgeschieden, wo er durch Versteinerungen nachweisbar ist.

Abgesehen von wenigen Stellen in der centralen Mulde, ist das Auftreten des Jura an die stark dislocirten Zonen gebunden, welche am nördlichen und südlichen Abbruch der Muldenflügel sich hinziehen.

Ich beschränke mich hier auf die Anführung der besten Fundplätze, soweit diese überhaupt gut genannt werden dürfen, und des Charakters der jeweiligen Fauna, ohne Listen von Versteinerungen zu geben, da dieselben doch keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen dürften.

Im nördlichen Abbruchgebiete ist der Jura zunächst an der Bucheralpe nördlich dem Breitenstein zu constatiren, wo er im unteren Theile aus schwarzen und gelben Kalken des unteren Lias besteht, welche nach oben in graue fleckige Hornsteinschichten und rothen Crinoidenkalk übergeht. Interessant waren in den Hornsteinschichten, welche reich an Kieselausscheidungen sind, das Auftreten von leider nicht näher zu bestimmenden Corallen und der *Terebratula valfinensis* Loriol, einer Art des oberen weissen Jura. Die Crinoidenkalken, welche über den Hornsteinschichten liegen, gehören also trotz der petrographischen Uebereinstimmung mit Lias einer höheren Stufe an, wie dies auch an einer anderen Lokalität sicher nachgewiesen werden konnte.

Die interessanteste Lokalität finden wir auf der nordöstlichen Seite des Breitensteines an der Steingrabener Alpe, wo uns gute Aufschlüsse und theilweise grosser Petrefactenthum zum Sammeln einladen. In den Wasserrissen, welche nach Norden in den Eibelsgraben abfliessen, sind die Grenzbänke des Lias und der Kössener Schichten aufgeschlossen. Die Grenze ist kaum mit Sicherheit festzustellen, da auch der untere Lias als schwarzer bröckelnder Kalk wie derjenige der Kössener Schichten ausgebildet ist; nur das häufige Auftreten von Liasversteinerungen: *Cardinia (Thalassites) depressa*, *Plagiostoma duplum*, *Pinna* cfr. *Hartmanni*, zahlreiche zierliche *Gasteropoden* vor allem aber *Rhynchonella gryphitica*, *Nautilus aratus* und *Ammonites (Schlotheimia) angulatus* beweisen die Zugehörigkeit zum Lias. Auf diesen schwarzen Kalken, welche mit den Garland-Schichten Winklers (n. I. f. Min. 1886 Bd. II pag. 1) zusammengefallen, liegen (östlich der Alpe) rothe *Ammoniten*-Kalken des mittleren und oberen Lias in geringer Mächtigkeit. Der Abhang gegen den Schwarzengraben wird von grauen, theilweise mergelreichen Schichten gebildet, in denen uns graue fleckige Kalken, ähnlich den Hornsteinschichten an der Bucheralpe auffallen. Die Flecken zeigen nicht selten einen concentrisch schaligen Aufbau und geben sich bei mikroskopischer Untersuchung als die Spuren von Algen vielleicht aus der Gruppe von *Sphaerocodium* Rothpletz zu erkennen.

Steigen wir nun den etwas beschwerlichen Weg dicht an den Abstürzen der Schwarz-Wand hinauf, so finden wir dort in mächtiger Entwicklung dunkelrothe Crinoidenkalken vollständig vom Typus des mittleren und oberen Lias in anderen Gegenden. Diese Kalken bergen jedoch nicht selten wohlerhaltene

Versteinerungen, welche jeden Gedanken an Lias ausschliessen und mit Bestimmtheit das jüngere geologische Alter dieser Schichten beweisen.

Zunächst sind wieder jene dunkeln Flecken und Knauer zu nennen, welche hier dunkelrostbraun gefärbt sind und gute mikroskopische Bilder mit der Structur von Kalkalgen liefern. Die Crinoidenreste, welche das Gestein erfüllen, scheinen weniger von *Millericrinus*, als von *Eugeniocrinus*, *Phyllocrinus* und *Solanocrinus* herzuführen, wenigstens sprechen hierfür die geringe Grösse der Stielglieder und einzelne bestimmbare Kelche. (*Solanocrinus* cf. *costatus* Gdfr. *Phyllocrinus nutantiformis* Schaueroth u. *Phyllocrinus* sp.)

Ein nicht näher zu bestimmendes *Pseudodiadema* wurde gleichfalls gefunden. Der wichtigste Fund zur Bestimmung des geologischen Alters dieser Schichten bildet ein wohlerhaltenes Exemplar von *Terebratulula diphya* Col., meines Wissens erst das zweite Exemplar aus der Janitor-Gruppe, das in den bayerischen Alpen gefunden wurde. *)

Das grösste Interesse nehmen die *Cephalopoden* in Anspruch, welche nesterweise das Gestein vollständig erfüllen, aber durchgehend nur geringe Grösse besitzen; nur selten finden sich zwischen den Hunderten 5—10 mm grossen Ammonitchen einzelne grössere Exemplare oder wenigstens die Fragmente derselben. Die *Ammoniten* sind meist mit der Schale erhalten und lösen sich häufig sehr schön aus dem Gestein heraus, ein Umstand, durch welchen sie sich sehr vorthellhaft von denen anderer Localitäten auszeichnen. Das Material, welches ich bei dem zweimaligen kurzen Besuch dieser interessanten Localität gesammelt habe, halte ich jedoch noch für zu mangelhaft, um die zum Theile neue Fauna zu bearbeiten, und behalte mir dies für später vor. Für jetzt sei nur bemerkt, dass wir eine Zwergfauna aus den tithonischen Schichten vor uns haben; welche sich durch folgende Arten auszeichnet: *Lytoceras* cf. *quadrisulcatum* D'Orb., *L. Liebigi* Opp., *Phylloceras consanguineum* Gem. (= *serum* Opp.), *Ph.* cf. *mediterraneum* Neum., *Ph. tortisulcatum* D'Orb., *Haploceras* cf. *elimatum* Opp. H. jungens Neum. *Simoceras pulchellum* Gem., *S.* cf. *Sartoriusi* Gem., *Sutneria* aff. *Eumelus* D'Orb., *S.* aff. *Galar* Opp. *Aspidoceras* cf. *iphicerus* Opp.; — *Aptychus gracilicostatus* Gieb., *A. Beyrichi* Opp., *A.* cf. *lamellosus* Voltz, *A.* n. sp. (Gruppe des *latus* Voltz); *Belemnites* sp.; ausserdem *Unicardium* sp., *Neaera Lorioli* Neum., *Cerithium supraplicatum* Zitt.

Diese Liste ergibt schon mit Sicherheit das tithonische Alter unserer Schichten und zwar lassen sich dieselben parallelisiren mit den Haselberger Kalken, sowie mit den rothen tithonischen Kalken vom Legam bei Vils, welche eine ganz ähnliche Zwerg-Fauna beherbergen.

Dieselbe Zone finden wir wieder am Anstieg vom Jenbach-Thale zur Haidwand in mächtigen rothen Kalkwänden aufgeschlossen, welche unter dem Volke als „Rothwand“ bezeichnet werden. Der Lias ist an der Schlossalpe (am westlichen Abhang) gleichfalls wie an der Steingrabner Alpe als dunkler zum Theile sandiger Kalk entwickelt, in welchem sich *Avicula sinemuriensis* Orb., sowie zahlreiche *Belemniten* und *Ammoniten* (*Arietites* cf. *geometricus*) finden. Die petrographische Ausbildung trägt dort ungemein den Charakter der Garland-Schichten.

*) Das erste Exemplar fand 1877 v. Ammon in den analogen Schichten am SW.-Fuss des Wendelsteines. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1877, Bd. XXIX, S. 199.

Sehr verschieden von dieser Facies ist die Ausbildungsweise des Lias, wie wir ihn in dem Kerne der centralen Mulde am Schweinsberge, der Reindler Alpe und dem Mutterberge finden. Auf den oberen Kössener Kalken folgen weisse, petrographisch kaum zu unterscheidende kieselsreiche Kalke, welche an günstigen Anwitterungsflächen wie mit einem Filze von zarten monactinelliden Spongiennadeln bedeckt sind, ein Vorkommniss, das vollkommen demjenigen vom Schafberg beim St. Wolfgang-See analog ist. Sie finden sich besonders schön an dem neuen Holzwege, der vom Schwarzen Ursprung im Reindler Thale zur Kronberger Alpe hinaufführt, dort stecken auch in den festen Kalken zahlreiche Knollen mit löchriger Oberfläche, welche ich geneigt bin, für die Spongienkörper zu halten. Eine mikroskopische Untersuchung zeigte, dass diese Knollen erfüllt sind mit zierlichen *Foraminiferen* und Kieselnadeln, ohne jedoch einen bestimmten Aufbau der Spongie zu verrathen. Es wäre schwierig, das geologische Alter dieser Spongienschichten als Lias zu bestimmen, wenn wir nicht in der direkten östlichen Fortsetzung unseres Gebietes am Riesenkopf bei Brannenburg die nächst höhere Stufe über den Spongienschichten in Gestalt von mittelliasischen Brachiopodenkalken beobachten könnten, welche direkt auf den Spongienschichten aufruhem. Während also im nördlichen Bruchgebiete der Lias in der Facies der Adnether-Schichten entwickelt ist und auf mergeligen Kössener Schichten ruht, finden wir ihn in der centralen Mulde seiner Unterlage auf Dachsteinkalk entsprechend in der Facies des Hierlatzkalkes entwickelt, wovon allerdings in unserem Gebiete nur die untere Stufe, die Spongienkalke, noch erhalten sind. An der Reindler Alpe stellen sich auch noch etwas rothbraune und rothe Kalke ein, doch ist es mir nicht gelungen, bestimmbar Fossile darin zu finden.

In dem südlichen Abbruchgebiete herrscht ein ähnlicher Charakter der Facies, wie im nördlichen Randgebiete. Die untersten Liasschichten bestehen aus schwarzen und braunen Kalken, in welchen in einem Blocke von dem Südabfall des Breitensteins bei Birkenstein grosse Mengen von *Rhynchonella genifer* Winkler und *Terebratula punctata* Sow. gesammelt wurden; dieselben Kalke stehen an der Spitzingalpe an und enthalten *Pleurotomaria polita* Gldf. und *Lima punctata* Sow., sowie Spuren von *Psiloceras*. Der mittlere und obere Lias ist in der Facies der rothen Adneter-Kalke entwickelt, ohne sich jedoch durch Petrefactenreichthum auszuzeichnen; die Lokalitäten, an welchen *Ammoniten* in grösserer Häufigkeit vorkommen, liegen an der Spitzing-Alpe am neuen Wege von Birkenstein bis zum Wendelstein, am Grat zwischen Wendelstein und Bockstein auf der Ostseite gegen die Wendelstein-Alpe, schliesslich am Abstieg vom Soin-Grat und vom Grate südlich der Kesselwand zum Soin-See.

Auch in diesem Theile sind die *tithonischen*-Schichten in Gestalt von rothen Crinoiden-reichen Kalken entwickelt, in welchen sich *Aptychen* und *Ammoniten* finden. Platten bedeckt mit kleinen *Aptychen* (*A. gracilicostatus* Gieb.) finden sich in dem Kesselgraben, der von der Kesselalpe nach Birkenstein führt; *Ammoniten* (*Perisphinctes* aff. *Geron* Zitt., *P. contiguus* und *Aspidoceraten*), sowie das schon erwähnte Exemplar von *Terebratula janitor* oder *diphya* wurden in den rothen Crinoidenkalken gesammelt, welche zwischen Spitzingalpe und Wendelsteinalpe sich am Abbruche des Wettersteinkalkes hinziehen.

Die oberste Stufe des Jura bilden rothe und graue Aptychenschiefer, und diese sind es hauptsächlich, welche in stark gedrücktem und gepresstem Zustande die Jurazone zwischen Kesselwand und Wildalpjoch bilden. Oestlich

vom Wildalpjoch treten dann nochmals rothe Ammoniten- und Crinoidenkalke auf, als Fortsetzung des Zuges vom Soin-See.

Der Lias, welcher am grossen Mühlberge normal auf den Kössener Schichten liegt, ist als rother Kalk entwickelt.

7. Flysch.

Ich übergehe das einzige kleine Vorkommniss von Senoner Kreide im Jenbachthale, da es ausserhalb der Karte liegt und zudem schon ausführlich (pag. 71) besprochen worden ist. Auch über den Flysch kann ich mich sehr kurz fassen; es liegt in unserem Gebiete die typische bayrische Entwicklung dieser Zone vor, mit einer monotonen Wechsellagerung von Sandsteinen, sandigen Kalken und grauen, beim Verwittern leicht bröckelnden Kalken und Mergeln. In dem Steinbruche von Elbach nimmt der Flysch den Charakter eines festen feinkörnigen Conglomerates an, das mit Sandsteinen wechsellagert.

Von Petrefacten finden sich nur die bekannten *Chondriten* (*Chondrites aequalis*, *furcatus*, *intricatus* und *Targioni*), welche namentlich im Jenbachthale und im Litzeldorfer Bache sehr häufig und in guter Erhaltung angetroffen werden.

8. Diluvium.

Die ächten Diluvialschotter, welche im Gebiete des Wendelsteines abgelagert sind, stehen alle mit dem grossen Innthalgletscher in Zusammenhang und sind daher gekennzeichnet durch das Führen centralalpiner Geschiebe.

Die Seitenäste des Innthalgletschers drangen tief in die Seitenthäler ein und vereinigten ihre Moränengeschiebe mit denjenigen der dortigen lokalen kleineren Gletschergebiete; so drang ein Arm durch das Landel in das Leitzachthal vor und schob sich über die „Wand“ bei Birkenstein weg in das tertiäre Vorland, überall seine Spuren in Form eines Gemisches von einheimischem und centralalpinem Material hinterlassend. Am ganzen Thalgehänge zwischen Birkenstein und Elbach, in den sumpfigen Niederungen der Rieder Alpe und Klooleiten und am ganzen Südfusse des Wendelsteines gegen Bayrischzell, besonders auf dem Plateau der Hochkreut-Alpe, treffen wir die Ablagerungen der Seitenmoränen dieses Gletscherarmes.

Ein zweiter Seitenarm drang durch das Aubach-Thal ein und zwängte sich weit in den Seitenthälern empor, wie uns die Ablagerungen von Innthalgeschieben im Auerbach und Arzbach bis herauf an ihre Quellgebiete in einer Höhe von 1100 m, also 600 m über dem Innthale beweisen. Die Hauptmasse dieses Armes schob sich durch das Förchenbach-Thal wieder in das Innthal zurück, so dass der Riesenkopf rings von Eismassen umringt war. Die Moränen dieses Armes waren sehr bedeutend und bedecken heute noch in mächtigen Ablagerungen den Ostfuss des Mutterberges, sowie das ganze Hügelland von Grossbrannenburg und Brannenburg bis herauf zum Wege nach dem Reindler Thale. Dass aber die Höhe der einstigen Gletscherbedeckung noch viel grösser war, beweisen die glacialen Schotter auf dem Zug-Berge, 1084 m, und der Mulde zwischen Breitenberg und Schroffen, 1000 m. Ueber diese Höhen weg drang

das Eis auch in das Kirchbach- und Litzeldorfer-Bach-Thal ein und führte dort zu mächtigen Geröllablagerungen, in welchen nirgends die charakteristischen centralalpinen Gesteine fehlen.

Alles dieses Material gehört der zweiten Periode der Eiszeit an und trägt den Charakter einer typischen Seiten-Moräne mit dem Schlamme der Grundmoränen, in welchen gekritzte Geschiebe eingebacken sind. Die Ablagerungen der ersten Eiszeit treten in unserem Gebiete in Gestalt von Nagelfluhen auf, wie sie den sog. Biber zusammensetzen, einen mitten im Innthal bei Brannenburg gelegenen Höhenrücken, der ausschliesslich aus leicht geschichteter Nagelfluhe von ausserordentlicher Härte und Festigkeit besteht. Das Gestein wird als Baumaterial besonders für die Uferbauten am Inn sehr geschätzt und in grossen Steinbrüchen gebrochen. Auch im Förchenbachthale, an der Sägemühle und am Wasserfall finden sich noch Spuren dieser alten Glacialbedeckung in Form von Nagelfluhen, auf welchen das junge Diluvium auflagert.

Alluvium.

Als Alluvionen bezeichne ich nicht nur die theilweise sehr mächtigen Thalausfüllungen, welche diesen Namen mit Recht verdienen, sondern auch die grossen Ablagerungen von Bergschutt, welche an den Gehängen häufig in solcher Masse aufgehäuft sind, dass deren Ausscheidung auf der Karte nothwendig wurde. Zum grössten Theil sind dies jüngere Bildungen, wie der grosse Bergsturz an der Nordseite des Breitensteines, zum Theil aber scheinen sie auch ein sehr hohes geologisches Alter zu besitzen und stellen Schuttmassen dar, welche von den Eismassen der Diluvialzeit liegen gelassen wurden. Hierher zähle ich namentlich den mächtigen Gehängeschutt, welcher die Haidwand und Hoch-Saalwand an ihrem Südabfall gegen das Reindlerthal bedecken und dem Geologen den Einblick in den Aufbau des Untergrundes erschweren.

Von einigem Interesse sind auch die Alluvialgebilde im Litzeldorfer Thal an der Schlipfgrub-Alpe. Sie ruhen hier auf junger Moräne auf und es ist der Unterschied zwischen dem Blocklehm mit gerundeten Geschieben und dem nur wenig gerundeten Bergschutt an einer grossen Abrutschung am Wege ein sehr auffälliger. In dem Material des Bergschotterers an den Schlipfgruben findet sich merkwürdiger Weise sehr viel petrefactenreicher Lias, der in der ganzen Umgegend nicht mehr ansteht, und es lässt dies mit Sicherheit darauf schliessen, dass der Rest der Liasdecke auf den Kössener Schichten erst in postglacialer Zeit aus diesem Gebiete weggerodirt wurde.

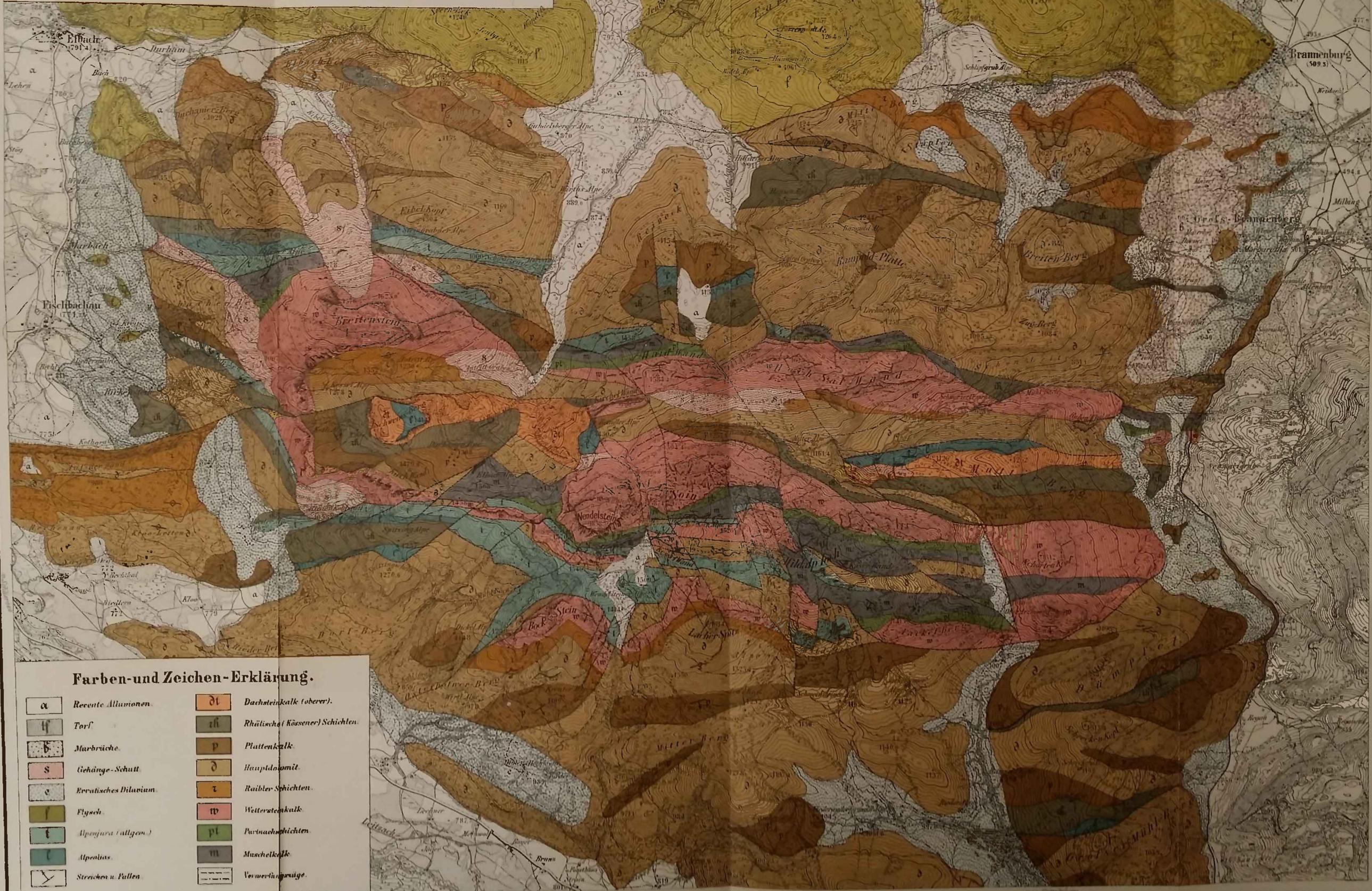
GEOLOGISCHE KARTE des WENDELSTEIN-GEBIETES

aufgenommen und ausgearbeitet

von
Dr. Eberhard Fraas

veröffentlicht von der geognostischen Abtheilung des kgl. bayr. Oberbergamtes
in München in dem geognostischen Jahreshefte für 1890.

Maassstab 1: 25000.



Farben- und Zeichen-Erklärung.

a	Recente Alluvionen.	dl	Dachsteinkalk (oberer).
h	Torf.	rh	Rhätische (Kässener) Schichten.
b	Murbrüche.	p	Plattenkalk.
s	Gehänge-Schutt.	d	Hauptdolomit.
e	Eozänes Diluvium.	r	Raitler Schichten.
f	Flysch.	w	Wettersteinkalk.
g	Alpenzoo (allgem.).	pl	Plattenschichten.
l	Alpenzoo.	m	Muschelkalk.
x	Strecken u. Pallen.	v	Verwerfungsgrünge.

Karte des kgl. bayr. Oberbergamtes. Die Zahlen geben die absolute Höhe in Meter an.

Maassstab 1: 25000

Verf. des Topographischen Bureau's in München.
Art. Anst. v. Th. Fischer, Cassel.

Veröffentlicht von der geognostischen Abtheilung des kgl. bayr. Oberbergamtes in München in dem geognostischen Jahreshefte für 1890.