

# Geognostische Jahreshefte.

Vierter Jahrgang.

1891.

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.

Verlag von Theodor Fischer.

1892.

*f m*

Bayer. Geolog. Landesamt	
Bücherei	
Inv. No.	<i>2738</i>
	<i>8617</i>
<i>215</i>	Jahr

ADALBERT MARKER  
BUCHBINDEKUNST  
MÜNCHEN

**Bücherverzeichnis**

Nr. Fz-1a-4/1

Bayer. Geolog. Landesamt

**Bücherei**

Inv.No. 1a

1. Exempl. Jahr.....

## Inhalts-Uebersicht.

	Seite	
<b>v. Sandberger, F.</b> Uebersicht der Mineralien des Regierungsbezirks Unterfranken und Aschaffenburg . . . . .	1—34	
Vorbemerkungen . . . . .	1—2	
Aufführung der Mineralien . . . . .	3—32	
(Graphit S. 3, Ged. Wismuth S. 3, Ged. Kupfer S. 3, Speiskobalt S. 3, Kupfernickel S. 3, Eisenkies S. 3, Strahlkies S. 4, Bleiglanz S. 4, Zinkblende S. 4, Kupferglanz S. 4, Buntkupfererz S. 4, Kupferkies S. 4, Fahlerz S. 5, Klaprothit S. 6, Quarz S. 7, Hyalit S. 8, Rutil S. 8, Rotheisen S. 8, Titaneisen S. 9, Roth-Kupfererz S. 10, Lepidokrokit S. 10, Stülpnosiderit S. 10, Brauneisenstein S. 10, Magneteisen S. 11, Spinell S. 12, Braunit S. 12, Psilomelan S. 12, Kupfermanganerz S. 12, Enstatit S. 13, Bronzit S. 13, Wollastonit S. 13, Chromdiopsid S. 13, Augit S. 13, Diallag S. 14, Hornblende S. 14, Chrysolith S. 14, Serpentin S. 14, Disthen S. 15, Andalusit S. 15, Sillimanit S. 15, Kaolin S. 15, Orthoklas S. 15, Sanidin S. 15, Mikroklin S. 16, Albit S. 16, Oligoklas S. 16, Andesin S. 16, Beryll S. 17, Nephelin S. 17, Epidot S. 17, Orthit S. 17, Gadolinit S. 18, Granat S. 18, Staurolith S. 18, Glimmer S. 19, Phillipsit S. 20, Mesotyp S. 20, Desmin S. 20, Chabasit S. 20, Chlorit S. 20, Glaukonit S. 21, Nosean S. 21, Hauyn S. 21, Turmalin S. 21, Titanit S. 21, Kobaltblüthe S. 22, Würfelerz S. 22, Cornwallit S. 22, Leukochalcit S. 22, Kupferschaum S. 22, Kupferglimmer S. 22, Apatit S. 23, Eisenblau S. 23, Grüneisenstein S. 23, Picit S. 23, Coelestin S. 23, Schwerspath S. 23—25, Anhydrit S. 25, Gyps S. 25, Wattevillit S. 25, Bittersalz S. 26, Eisenvitriol S. 26, Keramohalit S. 26, Plagiocitrit S. 27, Klinophaeit S. 27, Klinocrocit S. 27, Gelbeisenerz S. 28, Eisenalaun S. 28, Natronalaun S. 28, Weissblei S. 28, Aragonit S. 28, Kalkspath S. 28—30, Dolomit und Braunspath S. 30, Eisenspath S. 30, Bismuthit S. 30, Kupferlasur S. 31, Malachit S. 31, Kali-Salpeter S. 31, Steinsalz S. 31, Flussspath S. 32.)		
<b>Schwager, Adolf.</b> Untersuchungen von Quell- und Flusswasser aus dem Fichtelgebirge und dem angrenzenden fränkischen Keupergebiete . . . . .	35—86	
Einleitung . . . . .	35—36	
Vorbereitende Arbeiten . . . . .	36—39	
Gang der Untersuchung . . . . .	39—42	
Die chemische Untersuchung . . . . .	42—44	
Berechnung (Ermittelung der Constitution) . . . . .	44—46	
Ergebnisse der Untersuchung . . . . .	46—86	
a) Beobachtungen im Felde . . . . .	46—52	
b) Der chemische Befund . . . . .	52—86	

1. Allgemeineres . . . . .	52—54
2. Tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse für die Wässer des Fichtelgebirges und der angrenzenden Gebiete . . . . .	55—60
3. Ausführlichere Bemerkungen über die chemische Beschaffenheit dieser Wässer . . . . .	61—81
4. Untersuchungsergebnisse an Wässern des fränkischen Keuper- gebietes mit erläuternden Bemerkungen . . . . .	82—86
<b>Skuphos, Theodor G.</b> (aus Paros). Die stratigraphische Stellung der Partnach- und der sogen. nnteren Cardita-Schichten in den Nordtiroler und bayerischen Alpen . . . . .	87—142
Einleitung . . . . .	87
A. Historischer Theil . . . . .	88—107
B. Specieller Theil . . . . .	108—133
I. Vilser Alpen . . . . .	108—114
II. Wettersteingebirge . . . . .	114—118
III. Das Gebiet von Mötz SW. des Mieminger Gebirges . . . . .	118—121
IV. Das Karwendelgebiet . . . . .	121—124
A. Zug zwischen Ron- und Thorthal . . . . .	121—122
B. Lafatscher Thal . . . . .	123—124
V. Das Wendelsteingebiet . . . . .	124—125
VI. Das Kaisergebirge . . . . .	126—129
VII. Das Gebiet der Steinberge bei St. Leogang . . . . .	126—131
VIII. Das Gebiet des steinernen Meeres . . . . .	131—133
C. Palaeontologischer Theil . . . . .	133—139
Tabellarische Zusammenstellung der Fossilien . . . . .	134
Besprechung einiger Arten . . . . .	135—139
Schlussbemerkungen . . . . .	139—141
Litteratur-Verzeichniss . . . . .	142
<b>Reis, Otto.</b> Zur Osteologie und Systematik der Belonorhynchiden und Tetragonolepiden . . . . .	143—170
Einleitung und Litteratur-Verzeichniss . . . . .	143—144
I. Crossopterygii ( <i>Belonorhynchidae</i> ) . . . . .	145
1. Zur Gattung <i>Saurorhynchus</i> ( <i>S. acutus</i> ) . . . . .	145—148
2. Zur Gattung <i>Saurichthys</i> . . . . .	148
<i>Saurichthys striolatus</i> . . . . .	148—151
" <i>tenuirostris</i> . . . . .	151—153
" <i>gypsophilus</i> . . . . .	153
" <i>apicalis</i> und <i>Mougeoti</i> . . . . .	153—154
" <i>macrocephalus</i> . . . . .	154—155
" <i>gigas</i> und <i>gracilis</i> . . . . .	155
3. Ueber die Gattungsmerkmale von <i>Saurorhynchus</i> u. <i>Saurichthys</i> . . . . .	155—157
4. Ueber die Stellung der Belonorhynchiden im System . . . . .	157—160
II. Lepidostei ( <i>Tetragonolepidae</i> ) . . . . .	160—166
Zur Gattung <i>Tetragonolepis</i> ( <i>T. semicinctus</i> ) . . . . .	160—166
Anhang über <i>Dorypterus</i> . . . . .	167—170

# Uebersicht der Mineralien des Regierungsbezirks Unterfranken und Aschaffenburg.

Von

**F. von Sandberger.**

## Vorbemerkungen.

Die folgenden Seiten sollen vielfachen Wünschen entsprechend die Resultate meiner langjährigen Beobachtungen der Mineralien des oben bezeichneten Landes- theiles bieten. Die der politischen Grenze entsprechende Abgrenzung des Gebiets wurde gewählt, weil die Abhandlung auch localen Interessen dienen soll, für welche der Verfasser fortwährend in Anspruch genommen wird. Dass mir die weitere Umgebung Unterfrankens wie in geologischer, so auch in mineralogischer Beziehung wohl bekannt ist, brauche ich kaum zu versichern, diese aber hier mit zu berücksichtigen schien mir um so weniger nothwendig, als die Aufzählung der Mineralien dadurch eine beträchtliche Bereicherung nicht erfahren haben würde.

Ausser mir selbst haben sich auch einige meiner Schüler, namentlich die Herren Dr. H. Thürach, z. Z. Assistent am k. Oberbergamt in München, Dr. H. Lenk, jetzt Privatdocent an der Universität Leipzig, Dr. S. Singer, Fabrikant in Prag, und Dr. F. Knapp, Lehrer an dem grossh. landwirthschaftlichen Institute in Grossumstadt mit unterfränkischen Mineralien und Felsarten beschäftigt und die Resultate ihrer Untersuchungen in ihren Inaugural-Dissertationen\*) niedergelegt. Werthvolle Analysen von Mineralien und Felsarten des Gebiets verdankt man den Hrn. Hofrath Hilger in Erlangen und Dr. Th. Petersen in Frankfurt a. Main.

\*) H. Thürach, Ueber das Vorkommen mikroskopischer Zirkone und Titan-Mineralien. Würzburg 1884. H. Lenk, Zur geologischen Kenntniss der südlichen Rhön. Würzburg 1887. S. Singer, Beiträge zur Kenntniss der am Bauersberg bei Bischofsheim v. d. Rhön vorkommenden Sulfate. Würzburg 1879. F. Knapp, Die doleritischen Gesteine des Frauenbergs bei Schlüchtern. Würzburg 1880.

Für die Aschaffenburg Gegend hatte schon viel früher der vor einigen Jahren verstorbene Hofrath Kittel eine für die damalige Zeit (1840) vortreffliche „Skizze der geognostischen Verhältnisse der nächsten Umgebung Aschaffenburgs“ veröffentlicht, durch welche die meisten dort vorkommenden Mineralien zuerst bekannt geworden sind. Der verstorbene Hut-Fabrikant Dr. C. Rössler in Hanau hatte s. Z. eine prachtvolle Sammlung der Mineralien und Felsarten der Wetterau zusammengebracht, zu welcher er auch noch die Gegend von Aschaffenburg rechnete.\*) Ich habe diese öfter sehen können und bedauere in hohem Grade, dass es mir nicht möglich war, dieselbe für die Universität Würzburg zu erwerben.

Was die geologischen Verhältnisse betrifft, unter welchen die hier zu besprechenden Mineralien vorkommen, so verweise ich in erster Linie für das ganze Gebiet auf C. W. von Gümbel, „die geognostischen Verhältnisse des fränkischen Trias-Gebiets“, Bavaria Bd. IV, Heft XI, 1865, dann auf dessen Abhandlung „der bayrische Spessart“ in den deutschen geographischen Blättern Bd. IV, S. 5 ff. Für das Trias-Gebiet speciell findet man das Nöthige in meiner Arbeit „die Gliederung der Würzburger Trias und ihrer Aequivalente“, Würzburger Naturw. Zeitschrift Bd. VI. 1866 S. 131—192 und für die Braunkohlen-Formation der Rhön in meiner Abhandlung in der Berg- und Hüttenm. Zeitung 1879, S. 177 ff.

Neuerdings hat noch H. Thürach werthvolle Notizen für den Spessart in J. Schobers „Führer durch den Spessart“, Aschaffenburg 1888, S. 17—26 mitgetheilt.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass noch viele bisher im Gebiete nicht gekannte Mineralien\*\*) zu Tage kommen werden, wohl aber neue Fundorte von bekannten. Ich werde für Mittheilungen über solche dankbar sein und gern, wie bisher, die gewünschte Auskunft darüber ertheilen.

Würzburg, Weihnachten 1891.

---

\*) Jahresbericht der wetterauischen Gesellschaft f. d. gesammte Naturkunde. 1850/51. S. 116—142.

\*\*) In dem nachfolgenden Verzeichnisse sind einige Beisätze hinzugefügt, welche sich auf das Vorkommen von Mineralien oder auf anderweitige Fundorte nach den Beobachtungen vom Oberbergdirektor v. Gümbel und Ass. Dr. Thürach oder nach in der geognostischen Sammlung des k. Oberbergamtes niedergelegten Exemplaren beziehen. Diese Zusätze sind durch den Beisatz: (G.), (Th.) oder (S.) kenntlich gemacht.

### **Graphit.**

In dunkel bleigrauen schuppigen Massen am Fussberge und an der Grubenhöhe bei Schweinheim, bei Grünmorsbach, Keilberg und Laufach, sowie bei Alzenau und Michelbach in der Umgegend von Aschaffenburg in den Gneissen mit schwarzem Glimmer eingemengt, welche meist auch Granat enthalten.

### **Gediegen Wismuth.**

Fand sich in früherer Zeit auf den Gruben bei Huckelheim, ich habe noch Proben davon in der ehemaligen Sammlung des Herrn C. Rössler in Hanau gesehen. Kommt noch jetzt sehr selten fein eingesprengt in Schwerspath auf der Grube Ceres bei Vormwald vor.

### **Gediegen Kupfer.**

In sehr kleinen Octaëdern und in Blechen in den verwitterten Kupferschiefen von Grosskahl und Huckelheim, sehr selten.

### **Speiskobalt.**

Früher reichlich auf dem Gange bei Huckelheim, z. Z. nur in geringer Menge eingesprengt auf der Grube Ceres bei Vormwald.

### **Kupfernickel.**

Kam ebenfalls früher in geringer Menge bei Huckelheim vor (C. Rössler).

### **Eisenkies.**

Fand sich in Krystallen  $\left(\frac{\infty O_2}{2}\right)$  auf Anhydrit der Zechsteinformation im Schönborn-Bohrloche bei Kissingen und im Zechsteindolomit daselbst\*). Gut ausgebildete Krystalle  $\left(\frac{\infty O_2}{2} \cdot \infty O \infty\right)$  erscheinen in Menge eingewachsen in der Lettenkohle von Euerfeld bei Dettelbach. Grössere und kleinere Knollen kommen in den Sandsteinen der Lettenkohlengruppe am Faulen Berge, bei Feuerbach u. s. w., oft Pflanzen umhüllend oder als Versteinerungs-Material von solchen vor, welche auch Kupfer, Blei, Kobalt, Zink und Thallium, aber kein Arsen enthalten. Dieselben sind an der Oberfläche nicht selten mit kleinen Krystallen  $\infty O \infty \cdot \frac{\infty O_2}{2}$  bedeckt. Kleinere Knollen trifft man zuweilen im Rhät (Infraliassandstein) von Burgpreppach. Sehr häufig ist Eisenkies in der

\*) Sandberger, Verhandl. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. Bd. I. S. 162 f.

Braunkohle und dem anstossenden verwitterten Basalte bei Bischofsheim v. d. Rhön. Nicht selten in Knollen, welche Knochenfragmente umschliessen, und als Anflug auf letzteren in der Moorerde des Würzburger Pfahlbaues.

### Strahlkies.

Sehr kleine Zwillinge der Form  $OP.\frac{1}{3}P^{\vee}\infty.\infty P$ , nach  $\infty P$  verwachsen, fanden sich gruppenweise in Braunspath-Drusen eines splitterigen Kalksteins der Zone des *Ceratites semipartitus* bei Würzburg. Der Kies enthält kein Arsen.

### Bleiglanz.

Grossblättrige Parthien über Mangankalkspath in dem Kupferschiefer von Huckelheim und Grosskahl. Kleinkörnige derbe Massen bis zu Kopfgrösse wurden beim Eisenbahnbau im Wellenkalk nahe an der Terebratelbank unweit Neustadt an der Saale getroffen. Octaëder mit eingefallenen Flächen und eingesprenzte Körner sind charakteristisch für die Bleiglanzbank des unteren Keupergypses und finden sich sehr schön bei Hofheim und Hüttenheim, wie an vielen anderen Orten von Unter- und Mittelfranken und dem angrenzenden Württemberg. Sämmtliche Vorkommnisse enthalten ziemlich viel Antimon, das von Neustadt a. d. Saale auch ein wenig Arsen, aber keines Silber. Der Bleiglanz ist demnach in Unterfranken kein bergmännisch wichtiges Mineral.

### Zinkblende.

Mit Hornstein verwachsen in den Hornstein-Bänken des Muschelkalkes, welche in geringer Tiefe vor dem Platz'schen Garten in Würzburg aufgedeckt waren. Auch eingesprengt in höheren Lagen des Muschelkalkes bei Würzburg, namentlich in den Bänken mit *Ceratites nodosus* und in den Septarien der Zone des *Ceratites semipartitus* am Giesshügel und Marsberg bei Randersacker, (auch in kleinen Krystallen der Drusen, Th.), sowie im Anoplophora-Sandstein der Lettenkohlengruppe, reichlicher in dem Hauptsandstein derselben bei Rothenburg a. d. Tauber, nicht weit von der Grenze Unterfrankens, auch in der Bleiglanzbank des Keupers bei Junkersdorf unfern Hofheim (S.)\*)

### Kupferglanz und Kupferindig

kommen nicht selbständig, sondern nur als dünne Ueberzüge auf in Zersetzung begriffenem Kupferkies und Buntkupfererz bei Grosskahl, Sommerkahl und Waldaschaff vor.

### Buntkupfererz

bildet mit Fahlerz in Quarz eingewachsen Gangtrümer im Gneisse der Grube Wilhelmine bei Sommerkahl.

### Kupferkies.

Eingesprengt in Schwerspath-Gängen des Urgebirgs bei Waldaschaff und Laufach unweit Aschaffenburg, sowie (S) mit Buntkupfererz und Fahlerz zusammen auf Gangtrümmern im Gneiss der Grube Wilhelmine bei Sommerkahl;

\*) S bedeutet Sammlung des Oberbergamtes in München, G die Einsammlung durch v. Gümbel, T die durch Dr. Thürach.

ferner auf Trümmern im Gneiss am Abtsberg bei Hörstein (Th.); dann derb und undeutlich krystallisiert ( $\frac{P}{2}$ ) auf den Halden der Kupferschiefer bei Huckelheim und Grosskahl, an beiden Orten mit sehr geringem, aber deutlich nachweisbarem Kobaltgehalt. Einzeln eingesprengt im Wellenkalk bei Thüngerstheim und im oberen Muschelkalk bei Würzburg und Schweinfurt. Scharf ausgebildete Sphenoide  $\frac{P}{2}$  kommen in den Drusen der Septarien der Zone des *Ceratites semipartitus* an der Rosenmühle bei Würzburg, dem Marsberg bei Randersacker u. a. O. vor, sie sind selten noch ganz frisch, vielmehr meist mit scharfer Erhaltung der Form in Ziegelerz, seltener in Malachit umgewandelt. Nicht häufig auch eingesprengt in der Bleiglanzbank des unteren Keupers, z. B. bei Hüttenheim unweit Iphofen und (S.) von Junkersdorf bei Hofheim mit Bleiglanz, woselbst Bergbau-Versuche stattfanden.

### Fahlerz.

Ist in Unterfranken zwar nicht reichlich, aber besonders in krystallographischer Beziehung ausgezeichnet vertreten.

a. **Arsen-Fahlerz.** Das lichtgraue Erz findet sich derb und meist mit Buntkupfererz zusammen auf quarzigen Gangtrümmern im Gneisse auf der Grube Wilhelmine bei Sommerkahl. Einmal

wurden auch ausgezeichnete Krystalle  $+\frac{O}{2} \cdot \infty O \cdot \infty O \infty, -\frac{2O2}{2} \cdot +\frac{2O2}{2}$  gefunden, welche Groth\*) beschrieben und abgebildet hat. Das spec. Gew. beträgt 4,87. Th. Petersen\*\*) fand darin

Schwefel . . . . .	27,45	Kupfer . . . . .	46,66
Arsen . . . . .	20,63	Eisen . . . . .	3,03
Antimon . . . . .	Spur	Zink . . . . .	0,88
Wismuth . . . . .	0,98	Kobalt und Spur Nickel	0,30
			99,93

Aus diesem Fahlerz gehen Kupferarseniate, namentlich Leucochalcit, Kupferglimmer, Kupferschaum und Cornwallit hervor, auch Würfelierz soll neuerdings gefunden worden sein. (Auch G. und S.)

Derbe Massen eines anderen Arsenfahlerzes mit 0,1 proc. Silbergehalt finden sich in Schwerspath-Nestern des Zechstein-Dolomits nahe der Grube Ceres bei Vormwald und am Gräfenberg (Th.)

b. **Antimon-Arsen-Fahlerz.** Dunkel stahlgraue Krystalle und derbe Massen fanden sich besonders in Mangankalkspath-Drusen des Kupferschiefers bei Huckelheim und Grosskahl, genau so wie bei dem benachbarten Bieber. Zu Grosskahl kamen folgende ausgezeichnete Combinationen vor, welche s. Z. von Hessenberg\*\*\*) beschrieben und abgebildet worden sind:

\*) Mineralien-Sammlung der Universität Strassburg S. 67.

\*\*) Jahrb. f. Min. 1881. I. S. 26.

\*\*\*) Hessenberg, Mineralog. Notizen IV. S. 36. Fig. 12, 13.

$$1. + \frac{O}{2} \cdot \frac{O}{2} \cdot \infty O \infty + \frac{2O2}{2} \cdot \frac{4O4}{2}$$

$$2. + \frac{O}{2} \cdot \frac{O}{2} + \frac{2O2}{2} + \frac{9/5 O 9/5}{2} \cdot \infty O \infty \cdot \infty O \cdot \frac{2O2}{2} \cdot \frac{4O4}{2} \cdot \frac{5O5}{2} \cdot \frac{12/5 O 12/7}{2}$$

Ebenso interessant, wie durch den ganz ungewöhnlichen Flächenreichtum ist das Grosskahler Fahlerz auch durch die allerdings sehr seltenen Durchkreuzungs-Zwillinge  $\frac{2O2}{2} \cdot \frac{O}{2}$  mit parallelem Achsensysteme, welche ich in einer Septarie des Kupferschiefers auf Mangankalkspath sitzend auffand\*) und die genau jenen entsprechen, welche H. Kopp\*\*) von dem benachbarten Bieber beschrieben hat. Hilger hat derbes, von mir gesammeltes Material vom spec. Gew. 4,75 quantitativ analysirt und gefunden

Schwefel . . . . .	25,9	Eisen . . . . .	3,6
Arsen . . . . .	2,6	Zink . . . . .	4,5
Antimon . . . . .	24,9	Silber . . . . .	0,5
Wismuth . . . . .	Spur	Kobalt . . . . .	0,5
Kupfer . . . . .	36,3		
			98,8

Unter den Producten der längst aufgegebenen Kahler Hütte, welche ich in der Sammlung des k. Oberbergamts in München zu sehen Gelegenheit hatte, fielen mir ungewöhnlich grosse prächtig metallglänzende hexagonale Tafeln des von den Hüttentechnikern „Kupferglimmer“\*\*\*) benannten Körpers auf. Dieser entsteht bei der Verhüttung von Antimonfahlerz häufig und ist bekanntlich antimonigsaures Kupferoxydul ( $3 Cu^2 OSb^2 O^3$ ) und sehr schwer reducirbar. Natürlich ist er darum sehr ungerne gesehen (S.).

**Klaprothit.**

In gefurchten Nadeln und Körnern in geringer Menge eingewachsen in Schwerspath bei Oberbessenbach (Th.), Waldaschaff und auf der Grube Ceres bei Vormwald, hier aber meist theilweise mit etwas Fahlerz gemengt und zu Bismuthit und Malachit zersetzt. Th. Petersen†) fand bei einer approximativen Analyse einer solchen Substanz:

Schwefel . . . . .	14,46	Arsen, Antimon, Kobalt u. Zink	Spur
Wismuth . . . . .	47,52	Kohlensäure, Wasser und Sauer-	} 13,07
Kupfer . . . . .	25,36	stoff (Verlust) . . . . .	
Eisen . . . . .	0,59		
			101,00

Der reine Klaprothit würde enthalten:

Schwefel . . . . .	19,08
Wismuth . . . . .	55,67
Kupfer . . . . .	25,25
	100,00

\*) Jahrb. f. Min. 1877. S. 275.

\*\*) Jahrb. f. Min. 1877 S. 63.

\*\*\*) Nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Minerale, welches ein Kupfer-Arseniat ist.

†) Jahrb. f. Min. 1881. I. S. 263 f.

**Quarz** \*).

Ein besonders im Urgebirge massenhaft verbreitetes, aber nur selten, z. B. an der Aumühle, gut krystallisirt zu treffendes Mineral. Besonders charakteristisch ist der weisse oder durch organische Substanz grau, seltener durch Eisenrahm-Einmischung roth gefärbte derbe fettglänzende Quarz in Nestern oder Gängen an der Aumühle, dem Pfaffenberg, Gottelsberg, bei Glattbach, Goldbach u. a. O., welcher auch nicht selten andere Mineralien umschliesst. Diese Varietät wird vielfach technisch benutzt. Feinkörniger Quarz bildet einen wesentlichen Bestandtheil des Quarzit-Glimmerschiefers am Rande des Kahlthales. In abgerolltem Zustande ist er ferner Hauptbestandtheil sämtlicher Sandsteine des Gebiets, deren Charakteristik indess nicht hierher gehört. Im Quarz-Porphyr von Sailauf und im Aschaffit von Gailbach findet sich grauer Quarz in Krystallen  $\pm R$  mit untergeordnetem  $\infty R$ , im Aschaffit sind diese oft von einer Hülle von Chlorit umgeben. Die secundär auf Klüften auftretenden Quarze zeigen aber stets die Säulenflächen stärker entwickelt als die rhomboëdrischen. Weisse Adern sind im unteren Buntsandstein nicht ungewöhnlich, zuweilen treten auch Krystall-Aggregate ebenso wie in den Schwerspath-Gängen bei Waldaschaff und Oberbessenbach (Th.) in guter Ausbildung auf, Drusen auch in der Carneol-Bank bei Gambach und Kissingen, sowie (G.) im Zechsteindolomit von Huckelheim in Dihexaëdern. Die sämtlichen sedimentären Kalksteine enthalten bald mehr (Schaumkalk, Trigonodus-Kalkstein bei Würzburg), bald weniger mikroskopische, an beiden Enden ausgebildete Bergkrystalle  $\infty R. \pm R$ , welche leicht durch Salzsäure isolirt werden können. Prächtige, bis 12 mm lange Krystalle finden sich nach Art der „Lippe'schen Diamanten“ einzeln aufgewachsen in den Septarien der Zone des *Ceratites semipartitus* an der Rosenmühle bei Würzburg. Längliche rauhe krystallinische Körner sind im unteren Gypskeuper, z. B. bei Opferbaum und Neuhof unweit Würzburg und (nach Thürach) besonders in den Hassbergen in der Umgegend von Königshofen i. Gr., hier auch in den höheren Schichten der Blasensandsteingruppe bei Trappstadt und Sternberg, in den Gypsen massenhaft eingewachsen und bilden nach Wegführung des Gypses ganz eigenthümlich lockere Quarzgesteine. Krystalldrusen sind im Keupermergel von Ebenhausen bei Kissingen und in dem am Neuhof bei Dettelbach häufig. Blum führt Speckstein (Steinmark) als Pseudomorphose nach Quarz vom Gartenhof und von der Oelmühle bei Aschaffenburg an. (Pseudom. I. S. 69.)

**Chalcedon.** Hell bläulichgrau in traubigen und stalaktitischen Ueberzügen und Umhüllungs-Pseudomorphosen nach Braunspath und Schwerspath im Zechsteindolomit bei Alzenau, öfter durch Malachit oder Kupferlasur grün oder intensiv blau gefärbt.

**Carneol.** In grösseren und kleineren Knollen im obersten Zechsteindolomit bei Schweinheim unweit Aschaffenburg und in der Carneol-Bank des Buntsandsteins am Rothen Berg bei Gambach nächst Karlstadt.

**Hornstein.** In tiefschwarzen Knollen in den „Hornsteinbänken“ des unteren

\*) Zirkon ist zwar in Unterfranken wie überall häufig, kommt aber nur in mikroskopischen Individuen vor.

\*\*) Flüssigkeits-Einschlüsse, welche Chlornatrium und schwefelsaures Natron enthalten, sind in jedem Fettquarze, oft sehr reichlich nachzuweisen.

Muschelkalks allgemein verbreitet, z. B. in geringer Tiefe vor dem Platz'schen Garten in Würzburg, bei Heidingsfeld, Randersacker, Oberzell, Neustadt a. d. Saale, Brückenaue u. s. w. Als Versteinerungsmaterial von Hölzern im ganzen Keupergebiete, häufig aber auch in der Tertiär-Formation der Rhön in mächtigen Stämmen, z. B. am Bauersberg bei Bischofsheim. Gelber Hornstein mit *Foraminiferen*, *Rhynchonella lacunosa*, *Terebratula bisuffarcinata*, *Ammonites polyplocus* u. a. Leitversteinerungen aus dem Franken-Jura durch die Regnitz eingeschwemmt, ist in höchstens faustgrossen Geröllen im Pleistocän- und Alluvial-Schotter bei Schweinfurt, Würzburg und weiter mainabwärts nicht selten.

**Kieselschiefer**, schwarz mit weissen Quarzadern, ist ein gewöhnliches und charakteristisches Gerölle in Pleistocän- und Alluvialbildungen des Mainthals, welches aus Oberfranken und (Th.) aus den Keupersandsteinen Mittelfrankens stammt.

**Eisenkiesel**. 1. Roth mit weissen Quarzadern, aus dem oberfränkischen Diabas-Gebiete herabgefösst, kommt selten als Gerölle im Maine vor. 2. Gelb. Soweit mir bekannt, nur als Product lokaler Verkieselung des oberen Zechstein-Dolomits vorkommend, findet sich sehr charakteristisch z. B. an dem Fahrwege von Aschaffenburg über den Heisser-Ackerhof nach Hörstein, bei diesem Ort und nordöstlich von Alzenau, völlig übereinstimmend mit jenem am Stift Neuburg bei Heidelberg.

#### **Hyalit.**

Dünne traubige Ueberzüge, sehr selten auf Klüften des glimmerfreien Epidot-Gneisses bei Goldbach.

#### **Rutil.**

Ist bei Aschaffenburg, in der Regel in Fettquarz eingewachsen und von schuppigem Kaliglimmer umhüllt, nicht selten, wie am Gottelsberg, Pfaffenberg, der Aumühle, bei Goldbach, Glattbach, am Sternberg (Th.) und bei Schöllkrippen in bis 32 mm langen, dicksäulenförmigen Krystallen, aber nur  $\infty P$  und  $\infty P\infty$  sind fast immer deutlich, die Endflächen meist abgebrochen. Nur von Schöllkrippen kenne ich  $\infty P.P.\infty P\infty$  in deutlicher Ausbildung und ebendaher auch einen grösseren knieförmigen Zwilling. Die Krystalle sind zuweilen am Rande in Titaneisen umgewandelt (s. dieses). Sehr kleine intensiv rothe Kryställchen kommen in den Quarzit-Chromglimmerschiefern bei Huckelheim und Nieder-Steinbach im Kahlthal vor. Aeusserst feine, oft gitterförmig gruppirte Nadeln, wie ich\*) sie zuerst aus Canada beschrieben habe, wurden von Thürach in den Glimmerblättchen des Aschaffits bei Gailbach entdeckt\*\*). Bezüglich des Vorkommens von mikroskopischem **Rutil**, sowie von **Anatas** und **Brookit**, die zwar häufig, aber nur in mikroskopischen Individuen in Unterfranken gefunden werden, findet man ausführliche Mittheilungen in Thürachs Dissertation S. 4—39.

#### **Rotheisenstein.**

Als feinschuppiger Anflug auf Klüften der Gesteine und Quarz-Gänge des Urgebirgs bei Aschaffenburg weit verbreitet. Auf dem Schwerspathgang vom

\*) Jahrb. f. Min. 1881. I. S. 258.

\*\*) Thürach, Ueber das Vorkommen mikroskopischer Zirkone und Titan-Mineralien in den Gesteinen. Inaug.-Dissertation. Würzburg 1884. S. 21.

Silberhof kommt derselbe mit Brauneisenstein vor (G.) Derbe Massen treten als Ausscheidung im Leberschiefer (nach G. einen geol. Horizont kennzeichnend) bei Sodenthal, am Bischling bei Laufach u. a. a. O. unweit Aschaffenburg auf und wurden z. Th. in früherer Zeit abgebaut. Knollen, welche offenbar aus Eisenkies entstanden sind, trifft man im Schilfsandstein des Keupers in den Hassbergen.

### Titaneisen.

Nachdem in neuerer Zeit die schon vor langen Jahren von H. Rose\*) ausgesprochene Ansicht, dass das Titan in den Titaneisen nicht als Titansäure, sondern als Oxyd  $Ti^2O^3$  enthalten sei, in Folge der künstlichen Darstellung des letzteren Körpers und des Nachweises seiner Isomorphie mit  $Fe^2O^3$ , sich als für alle Titaneisen gültig erwiesen hat, welche wenig oder keine Magnesia enthalten, muss das hier zu besprechende Mineral seinen Platz natürlich unmittelbar nach dem Rotheisenerz erhalten. Es kommt in Unterfranken in zwei Modifikationen vor:

a) **Spessartit.** Breithaupt\*\*). Ausser einem Bruchstücke eines grossen Krystalls der Form  $\infty P_2.R.$ , welcher der Würzburger Sammlung angehört, kenne ich das Mineral nur in eingewachsenen Körnern und in gekrümmten dicken schaligen Massen, zwischen welchen sich zuweilen Glimmer, Quarz oder Orthoklas eingeschoben hat. Es tritt in quarzigen Ausscheidungen des Gneisses bei Haibach, am Pfaffenberg, Sternberg u. a. O., in Körnern in Fibrolith eingewachsen meines Wissens aber nur am Pfaffenberge auf und kommt zuweilen in beträchtlicher Grösse vor. Breithaupt bestimmte das spec. Gew. zu 5,1 und v. Kobell fand als Zusammensetzung:

Titansäure . . .	14,16
Eisenoxyd . . .	75,00
Eisenoxydul . . .	10,04
Manganoxydul . . .	0,80
	100,00,

was nach Berechnung der Oxydule auf Oxyd der von H. Rose vorgeschlagenen Formel  $Ti^2O^3 + 6 Fe^2O^3$  vollkommen entspricht. Bei einer von Thürach in meinem Laboratorium ausgeführten qualitativen Analyse wurde auch ein wenig Chromoxyd gefunden. Dieses Titaneisen kommt zuweilen bei Schöllkrippen auch als Umwandlungs-Product am Rande von Rutilkrystallen vor, aber allerdings bei weitem nicht so schön wie bei Deggen Dorf (Niederbayern) und in der Bretagne. Breithaupt hat auf diese Erscheinung schon 1847 aufmerksam gemacht\*\*\*) und v. Lassaulx†) dieselbe später richtig erklärt.

b) **Ilmenit.** Die Dolerite des Struthbergs bei Oberelzbach, des Windbühl bei Rossbach und des Stromes bei Kahl a. Main enthalten wie jene von Kurhessen und der Frankfurter Gegend als wesentlichen Bestandtheil ein Titaneisen in sehr dünnen, stark metallglänzenden und meist bläulich angelaufenen Tafeln. Krystalle sind nur sehr selten in kleinen Drusen deutlich ausgebildet,  $\infty P$  herrscht

\*) Poggendorffs Annalen LXII. S. 128.

\*\*) Vollst. Handb. d. Min. III. S. 815 f.

\*\*\*) Vollst. Handb. d. Min. III. S. 797.

†) Zeitschr. f. Krystallogr. u. Min. VIII. S. 73 ff.

stets stark vor,  $\infty P_2$  ist noch ziemlich häufig, R aber nur ganz selten deutlich erkennbar. Die von Th. Petersen auf meinen Wunsch ausgeführte Analyse dieses Titaneisens vom spec. Gew. 4,70 habe ich in meiner Abhandlung über den Dolerit\*) veröffentlicht. Sie ergab:

Titansäure . . . .	46,21	Magnesia . . . .	1,54
Eisenoxydul . . . .	40,50	Eisenoxyd . . . .	12,32
Manganoxydul . . . .	Spur	Chromoxyd . . . .	Spur
			100,57

Das Mineral ist daher mit dem allerdings in ganz anderen Formen (Rhomboëdern und der Pyramide  $\frac{4}{3}P_2$ ) krystallisirenden Ilmenit aus dem Miascit des Urals fast gleich zusammengesetzt und dem entsprechend =  $4 Ti_2O_3 + 5 Fe_2O_3$ . Wie in älteren Eruptiv-Gesteinen lässt das Mineral auch im Dolerit des Struthberges die beginnende Umwandlung in weisse matte Titanitsubstanz deutlich wahrnehmen\*\*).

### Rothkupfererz.

In schön ausgebildeten Octaëdern auf zersetztem Kupferschiefer bei Grosskahl (Sammlung des k. Oberbergamts in München), lebhaft diamantglänzende Würfelchen fanden sich auf mittelalterlichen Münzen bei Erdarbeiten in der Büttnergasse zu Würzburg.

### Lepidokrokit.

Sehr selten in dünnen Schnüren mit Brauneisenstein bei Huckelheim und Silberhof unweit Brückenau.

### Stilpnosiderit

findet sich ebenfalls bei Silberhof unweit Brückenau.

### Brauneisenstein.

Am Salbande des Schwerspathganges bei Silberhof unweit Brückenau in traubigen Aggregaten. Das Mineral vom spec. Gew. 3,668 enthält nach Dr. Niemeysers Analyse

Eisenoxyd . . . .	87,35
Wasser . . . .	12,65,

der Formel  $3 Fe_2O_3 + 4 H_2O$  entsprechend, und ist stellenweise schon ganz in

### Hydrohaematit

umgewandelt. Dieser besitzt das spec. Gew. 4,363 und ist nach Lenk's\*\*\*) Analyse zusammengesetzt aus:

Eisenoxyd . . . .	92,18
Wasser . . . .	7,82,

der Formel  $3 Fe_2O_3 + 2 H_2O$  entsprechend. Derbe Massen kommen besonders im Bereich des Zechsteins in der Umgegend von Aschaffenburg öfter, z. B. am

\*) Sitzungsber. d. k. b. Acad. d. Wissensch. math.-naturw. Cl. Jahrg. 1873. S. 146 ff.

\*\*) Lenk, zur geologischen Kenntniss der südl. Rhön. Inaug.-Dissert. Würzburg 1887. S. 91.

\*\*\*) Lenk, a. a. O. S. 15.

Kalmus bei Langenborn unfern Schöllkrippen vor und wurden auch bergmännisch gewonnen, sind aber in der Regel stark mangan- und arsenhaltig. In Drusen eines solchen fanden sich auch die von Blum\*) beschriebenen Pseudomorphosen nach Würfelierz. Umhüllungs-Pseudomorphosen nach Braunspath kommen im Zechstein-Dolomit bei Alzenau öfter vor. Auch sonst ist Brauneisenstein häufig als Ueberzug auf Klüften und in knolligen Ausscheidungen der verschiedensten Gesteine, die jüngsten, z. B. den pleistocänen Schotter in der Sanderau bei Würzburg, nicht ausgenommen, wo hohle Knollen nicht selten sind. Sehr dünne, in den prächtigsten Regenbogenfarben schillernde Anflüge fanden sich auf Klüften des Muschelkalks bei Sennfeld unweit Schweinfurt.

Thoniger Brauneisenstein wurde (G.) in Gruben an den sog. Eisenlöchern des Käulings in der Nähe des h. Kreuzbergs, dann bei Gr.-Wallstadt, bei Gr.-Ostheim am Farrenberg (S.), bei Eisenbach unfern Obernburg, am Hungerberg und am Grundgraben (S.) früher gewonnen; derselbe findet sich ferner bei Hörstein, bei Wasserlos am Ringloch, bei Michelbach am Goldberg und an der Sandkuppe, bei Hofstätten im Buchwäldchen.

Als unreine (thonige) Varietät mag noch das stark manganhaltige **Bohnerz** erwähnt werden, welches in Höhlungen des Muschelkalks am Seeshof bei Hammelburg vorkommt.

**Thoneisenstein** findet sich auf dem Dammersfeld, wo derselbe früher bergmännisch gewonnen wurde (G.).

**Raseneisenstein** findet sich in Torfwiesen bei Aschaffenburg und (G.) in alten Bergwerksgruben der Rhön am kleinen Auersberg, am Oetscherberg, sowie auf dem Todtmannsberg bei dem Jägerhäuschen.

**Gelbeisenstein.** Die Ocker der Mineralquellen von Neuhaus, Kissingen Oberebersbach, Bocklet, Brückenu und Kothen, sowie (G.) bei Unsleben, Heustreu und Mühlbach bestehen grösstentheils aus ihm und enthalten in der Regel Arsen. Der Oberebersbacher wird zu Ockerfarben verarbeitet; Versuche zu seiner Gewinnung fanden an den zuletzt genannten Orten statt.

### Magneteisen.

Sehr kleine Octaëder häufig in den Glimmerschiefern der Gegend von Hörstein mit Rutil, Zirkon, Turmalin, im Gneisse von Schöllkrippen, Mainaschaff, dem Pfaffenberge, Gottelsberge, Gartenhof u. s. w. Kleine Octaëder mit dodekaëdrischer Streifung im glimmerfreien feinkörnigen Gneisse mit Epidot bei Goldbach. Sehr häufig in Wasserrissen in diesen Gesteinen. In sämtlichen Basalten und in geringer Menge neben Titaneisen auch in den Doleriten.

Sog. schlackiges Magneteisen mit höherem Titangehalte findet sich im Basalte der Strieth bei Aschaffenburg und des Südhangs der Schwarzen Berge bei Brückenu\*\*), genau so wie ich es s. Z. aus dem Basalte von Naurod\*\*\*) bei Wiesbaden beschrieben habe und wie es von Unkel am Rhein schon sehr lange bekannt ist. Kleinere Parthien finden sich auch in dem Phonolith am Käuling bei Bischofsheim v. d. Rhön und bei Rückersbach unweit Alzenau.

\*) Pseudomorphosen. S. 200.

\*\*) Lenk a. a. O. S. 99.

\*\*\*) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1883. S. 54.

### Spinell.

a. **Blauer Spinell** bleibt in scharf ausgebildeten Octaëdern beim Auflösen des körnigen Kalkes von Gailbach, Schweinheim und Grünmorsbach bei Aschaffenburg in Salzsäure zurück \*) und gleicht den grösseren von Tiriolo in Calabrien.

b. **Schwarzer Spinell (Picotit)**. In Körnern oder gut ausgebildeten Octaëdern in allen Olivinfels-Einschlüssen der Basalte, besonders schön am Bramberg und Zeilberg in den Hassbergen, aber auch an vielen Orten der Rhön, im Basalte der Strieth bei Aschaffenburg. Erbsengrosse Körner fanden sich in blätterigem Enstatit eingewachsen in einem Einschlusse des Basalts am Ostheimer Hügel bei Hofheim. Dieselben wurden von Hilger \*\*) analysirt und ergaben:

Magnesia . . .	23,59
Eisenoxydul . . .	3,85
Eisenoxyd . . .	11,40
Thonerde . . .	53,93
Chromoxyd . . .	7,23
	<hr/>
	100,00.

### Braunit.

In körnigen Aggregaten am Salbande des Schwerspath-Ganges bei Silberhof unweit Brückenau, von mir 1876 in geringer Menge aufgefunden.

### Psilomelan.

Sehr häufig in Dendriten und Anflügen in dem Urgebirge, Zechsteindolomit und Buntsandstein. Bisher wurde nur Baryt-Psilomelan beobachtet. Dasselbe findet sich auch in grösseren Knollen z. Th. mit schaliger Struktur in Begleitung von Brauneisenstein am Kalmus zu Langenborn bei Schöllkrippen, es enthält ausser Mangan und Eisen auch Kupfer, Blei, Kobalt, Kalk, Baryt, wenig Kali und Lithion. Das dort mitvorkommende Würfel erz erscheint häufig von ihm umhüllt und zuweilen später ganz ausgewaschen. Die Pseudomorphosen, welche auf diese Weise entstehen, sind ebenso wie jene von Brauneisenstein nach Würfel erz schon seit langer Zeit bekannt, aber sehr selten \*\*\*). In hartem quarzigem Buntsandstein im Stadtwalde bei Lohr, dünne traubige Ueberzüge in Klüften des Muschelkalks bei Thüngen im Werthale u. a. a. O.

**Manganmulm** als eine weiche erdige Masse, welche aus einem wechselnden Gemenge von Psilomelan, Pyrolusit und anderen Manganoxyden besteht, findet sich häufig im Gebiet des Zechsteins und wird neuerdings auf der Grube Johanna bei Sailauf mit einer Jahresförderung von 132 Tonnen gewonnen (G.)

### Kupfermanganerz.

Ebenso schwarz wie Psilomelan, aber viel weicher (H. 3,5) und mit braunem Strich, ist in Klüften des von Kupfererz-Gängen durchzogenen Gneisses bei Sommerkahl nicht selten.

\*) Thürach a. a. O. S. 49.

\*\*) Jahrb. f. Min. 1866. S. 399.

\*\*\*) Blum, Pseudomorphosen. S. 662.

### Enstatit.

In geringer Menge in allen Olivinfels-Einschlüssen der Basalte, ziemlich gross in jenem des Brambergs bei Ebern. Bildet in grossblättrigen, mit erbsengrossen Picotit-Körnern verwachsenen Aggregaten einen Einschluss im Basalt des Ostheimer Hügels bei Hofheim.

### Bronzit.

In Einschlüssen unterfränkischer Basalte ist derselbe bis jetzt nicht vorgekommen, findet sich aber nahe der Grenze bei Schwarzenfels. Grosse Ausscheidungen dieses Minerals betheiligen sich an der Zusammensetzung des Gabbrogesteins auf der Höhe zwischen Wenighösbach und Feldkahl (G. u. S.).

### Wollastonit.

Im körnigen Kalke an mehreren Stellen zwischen Schweinheim und Gailbach in krystallinischen Schüren, nicht selten.

### Chromdiopsid.

In zahlreichen tiefgrünen Auswürflingen, welche aussen geschmolzen und wieder zu einem Aggregate von kleinen Krystallen erstarrt sind, kommt er in dem Schlacken-Agglomerate am Nordabhang des Kreuzbergs vor. Das Mineral vom spec. Gew. 3,3 wurde von Lenk\*) analysirt und ergab in 100 Theilen:

Kieselsäure . . . . .	54,50	Manganoxydul . . . . .	0,70
Thonerde . . . . .	6,46	Kalk . . . . .	17,87
Chromoxyd . . . . .	1,98	Baryt . . . . .	0,23
Eisenoxydul . . . . .	4,00	Magnesia . . . . .	14,58

Sehr bemerkenswerth ist das hier zum erstenmale nachgewiesene Auftreten des Baryts in einer Substanz der Augit-Gruppe. Schöne weitere Vorkommen sind die am Bramberg und Zeilberg bei Ebern, Dreistelz bei Brückenau, an der Strieth bei Aschaffenburg, stets in Olivinfels-Einschlüssen der Basalte. In den gänzlich ausgelaugten und in weisse lockere Massen umgewandelten der Strieth bei Aschaffenburg ist auch der Chromdiopsid in eine hochgrüne, weiche, stark chromhaltige Masse übergegangen, welche leider in zu geringer Menge vorlag, um sie quantitativ analysiren zu können. Genau ebenso erfolgt die Zersetzung jener Einschlüsse im Basalte vom Scheibenberg bei Sasbach in Baden, woher Walchner\*\*) s. Z. dieses Zersetzungs-Produkt als „Chromocker“ aufgeführt hat.

### Augit.

a. **Gemeiner Augit.** Obwohl als constituirender Bestandtheil der Basalte und Dolerite weit verbreitet, findet sich dieses Mineral doch fast nie in grösseren Krystallen in denselben.

b. **Grüner Augit** ist gut erkennbar in dem gewöhnlichen Phonolith von Rückersbach bei Alzenau und dem Plagioklas-Phonolith am Käuling bei Bischofsheim v. d. Rhön. Auf Kosten der Quarz-Einschlüsse neugebildeter Augit

\*) a. a. O. S. 97.

\*\*) Mineralogie 1829. S. 524.

von grüner Farbe (Porricin) umgibt diese im Basalt von Silberhof bei Brückenau, genau wie in jenem von Naurod bei Wiesbaden\*).

c. **Sog. schlackiger Augit** ist von mir und Lenk\*\*), verwachsen mit sog. schlackigem Magneteisen und Apatit am Todtmannsberge und am Südabhang der Schwarzen Berge gefunden worden. Ebenso an der Strieth bei Aschaffenburg. Ersteres Vorkommen entspricht genau jenem von Naurod bei Wiesbaden\*\*\*).

### Diallag.

In grünlich grauen, auf der Hauptspaltfläche gefaserten Ausscheidungen des Gabbros auf der Höhe zwischen Wenighösbach und Feldkahl (Heigenberg).

### Hornblende.

a. **Gemeine Hornblende** (*Amphibolus ferrosus* Breith.) in den reinen und dioritischen Hornblendegesteinen der Gneiss- und Glimmerschiefer-Zone bei Gailbach, Dürrmorsbach u. s. w., Alzenau, Schöllkrippen u. a. O. Im Dioritschiefer von Oberbessenbach ist sie in bläulichen Asbest umgewandelt (Thürach). Einschlüsse aus solcher oft strahligen gemeinen Hornblende finden sich in den Basalten der Schwarzen Berge, des Arnsbergs und Maria-Ehrenbergs.

b. **Basaltische Hornblende.** Kleine Krystalle  $P.\infty P\infty P.O P$  im Hornblende-Basalt am Pilster bei Brückenau, in den Schlacken-Agglomeraten der Strieth, sehr ausgezeichnet und gross, wie bei Naurod unweit Wiesbaden.

c. **Arfvedsonit.** Im Phonolith von Rückersbach bei Alzenau und jenem vom Käuling bei Bischofsheim.

### Chrysolith.

a. Die **körnige Varietät Olivin** in den Olivinfels-Einschlüssen der Basalte, z. B. am Kellerstein, Arnsberg, Dreistelz, Büchelberg, Motten, Sodenberg u. s. w. auf der Rhön, Zeilberg und Bramberg in den Hassbergen, in der Strieth bei Aschaffenburg. Isolierte Chrysolith-Krystalle  $\infty P.\infty P\infty.2P\infty.O P$  in guter Ausbildung in den Nephelin-Basalten (Lenk S. 48 ff.).

b. **Hyalosiderit.** Farblose, aber in den in Zersetzung begriffenen Gesteinen gebräunte oder geröthete Krystalle ( $\infty P.\infty P\infty.2P\infty.O P$ ) finden sich in dem Dolerit von Kahl a. M., am Windbühl bei Zeitlofs, schöner aber in dem des benachbarten Hopfenbergs bei Schwarzenfels. G. Greim's Analyse †) dieses eisenreichen Chrysoliths oder Hyalosiderits aus dem Dolerit von Londorf bei Giessen stimmt ganz mit jener des Minerals vom Kaiserstuhl überein.

### Serpentin.

Nach Thürach in 1—5 mm grossen, gelblichen, grünlichgrauen bis (zersetzt) rothbraunen rundlichen Körnern im körnigen Kalk zwischen Schweinheim und Gailbach, zwischen Haibach und Strassbessenbach, bei Keilberg und Laufach.

\*) Sandberger, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1883. S. 54.

\*\*) a. a. O. S. 99.

\*\*\*) Sandberger, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1883. S. 55 u. ff.

†) Jahrb. f. Min. 1888. II. S. 216.

### Disthen.

In grossblättrigen Aggregaten bis zu 12 cm Länge im Fettquarz am Pfaffenberge bei Aschaffenburg, meist schon ziemlich tief in Damourit umgewandelt, sehr schön blau und frisch dagegen im Gemenge mit Turmalin, Hornblende, Granat, dunklem Glimmer und Feldspath nesterweise bei Wenighösbach (Thürach). Blum erwähnt Glimmerpseudomorphosen nach Disthen von Aschaffenburg (Nachr. III S. 81).

### Andalusit.

Derselbe findet sich (Th.) in kleinen Ausscheidungen eines hornblende-reichen Gesteins am Stengerts bei Schweinheim. Wahrscheinlich aus Zersetzung von Andalusit entstanden kommt ein Pinitoid-Mineral im glimmerreichen Gneiss bei Schweinheim und zwischen Haibach und Strass-Bessenbach vor.

### Sillimanit.

Nur in der Varietät Fibrolith in Fettquarz am Pfaffenberge und an der Aumühle bei Damm, genau dem Vorkommen im bayerischen Walde entsprechend.

### Kaolin.\*)

An mehreren Orten in der Umgegend von Aschaffenburg in zersetztem Gneiss, z. B. bei Schweinheim und Glattbach; fein vertheilt im Buntsandstein (z. B. beim Heisserackerhof) und in den Keupersandsteinen (G. u. Th.).

### Orthoklas.

Monokliner Kalifeldspath, Feldspath im gewöhnlichen Sinne ist im Gneisse bei Aschaffenburg, besonders in pegmatitischen Ausscheidungen, meist blass röthlich gefärbt und mit grauem Quarze verwachsen, sehr gewöhnlich und oft für technische Zwecke benutzt. Selten erscheint er gut krystallisirt. So fand ich im Pegmatit an der Ludwigssäule die auch sonst sehr häufige Combination  $\infty P.\infty P\infty.oP.P\infty.\infty P3$  und einen grossen, aber nicht gut ausgebildeten Karlsbader Zwillings im Gneisse bei Damm. Was die chemische Beschaffenheit betrifft, so ist zu bemerken, dass die Orthoklase neben Kali stets eine kleine Menge Baryt enthalten. Im Porphy von Sailauf finden sich nur kleine, schlecht ausgebildete Krystalle. Für den Aschaffit, besonders bei Gailbach, sind häufig bis 52 mm lange und 20 mm breite ringsum abgerundete Krystalle charakteristisch, welche gewöhnlich Quarzkörner und Blättchen von schwarzem Glimmer umschliessen.

### Sanidin.

In kleinen einfachen und Zwilling-Krystallen im Phonolith von Rückersbach bei Alzenau, vom Lindigwalde bei Kleinostheim und vom Käuling bei Bischofsheim und aus dem „Nosean-Trachyt“ am Kreuzberg bei Bischofsheim.

\*) Daran schliessen sich (G.) die unreineren Thonsorten: feuerfester Thon bei Klingenberg a. M. und zwischen Aschaffenburg und Damm; der sog. Krugthon, welcher auf der Rhön, namentlich in den früher bayerischen Orten Abtsroda und am Mathesberg gewonnen und zur Herstellung von Mineralwasserkrügen benutzt wurde. Am Bauersberg bei Bischofsheim wird ein intensiv schwarzer Thon gegraben und als Farberde verwendet.

### Mikroklin

mit deutlicher Doppelt-Zwillingsstreifung ist in den Schrift-Granit ähnlichen Gesteinen bei Strassbessenbach, Haibach, am Gottelsberg, bei Damm, Glattbach, am grauen Stein nicht selten; ein grosser Krystall zeigte nach  $\infty\bar{P}\infty$  verwachsen an den beiden Viellings-Aggregaten, welche diesen Sammel-Zwilling bilden, die Flächen  $\infty\bar{P}\infty.\infty P'.oP$ , sonstige waren nicht mit Sicherheit zu bestimmen.

### Albit.

Sehr fein parallelgestreifter weisser Feldspath, welcher mit Quarz schriftgranitartige Ausscheidungen im Gneisse am Gottelsberg (Richtplatz) bei Aschaffenburg bildet, ist nach Th. Petersen's Analyse Albit. Diese ergab nämlich:

Kieselsäure . . .	65,58
Thonerde . . .	21,72
Kalk . . . . .	0,77
Natron . . . . .	11,27
	99,34.

Dieser Feldspath findet sich auch in ähnlicher Weise noch an anderen Orten bei Aschaffenburg, wo er öfter, z. B. bei Schweinheim, zu Kaolin verwittert ist.

Nach Thürach kommen kleine, bis 4 mm grosse, wasserhelle, tafelförmige Albitkrystalle (einfache und Zwillinge) auf zersetztem Orthoklas aufsitzend und mit diesem parallel der Hauptaxe regelmässig verwachsen in Drusen einer pegmatitartigen Ausscheidung im Dioritschiefer bei Oberbessenbach vor.

### Oligoklas.

Grobkörnige Aggregate von Dürrmorsbach aus Dioritschiefer vom spec. Gew. 2,663 enthalten nach Haushofer\*):

Kieselsäure . . . . .	59,17	Kali . . . . .	2,78
Thonerde . . . . .	26,20	Natron . . . . .	5,63
Kalk . . . . .	4,70	Wasser . . . . .	1,52
			100,00,

was zu keiner einfachen Formel führt, das Mineral aber zum Oligoklas verweist. Aehnliche Zusammensetzungen s. b. Descloizeaux\*\*).

Ich hatte dieses Mineral für Anorthit gehalten, weil es im angegriffenen Zustande von Salzsäure grösstentheils zersetzt wird und sehr viel Kalk in Lösung geht, vielleicht in Folge lokaler Umwandlung in eine zeolithische Substanz und Albit. Der Oligoklas ist ein constituirender Bestandtheil der dioritischen Schiefergesteine des Spessarts, auch der Feldspath des Aschaffits ist nicht verschieden.

### Andesin.

In grossblättrigen farblosen Einschlüssen mit ausgezeichneter Viellingsstreifung im Basalte des Pilsters bei Kothen, sehr selten (genau wie jene

\*) Groth's Zeitschr. f. Krystallogr. u. Min. III. S. 602 ff.

\*\*) Oligoklase et Andesine. Tours 1883 p. 43 suiv.

von Weilburg\*), Fulda und Rodach). Kleine Krystalle als constituirender Bestandtheil im Dolerit des Strufbergs bei Oberezbach, der Windbühlkuppe bei Rossbach und des Stromes an der Strasse von Kahl am Main nach Alzenau. Sie stimmen in jeder Beziehung mit dem Andesin des Dolerits von Heubach bei Brückenau überein, welchen Th. Petersen analysirt hat\*\*).

Ein grünliches, mikrokrystallinischem Feldspath ähnliches Mineral (? Saussurit) findet sich neben Bronzit und Diallag in dem Gabbro bei Wenighösbach (G.).

### Beryll.

Blassgrüne Krystalle  $\infty P.O.P$  von 4 cm Länge sehr selten im Fettquarze an der Aumühle bei Damm, sowie (Th. und S.) am Hutberge zwischen Gottelsberg und Haibach.

### Nephelin.

In deutlichen Krystallen von grauer, später gelblicher Farbe nur in dem grobkörnigen Nephelin-Basalt von der Höhl bei Leubach unweit Fladungen (Lenk S. 53 ff.). Mikroskopisch als wesentlicher Bestandtheil der Nephelin- und Nephelin-Feldspath-Basalte weit verbreitet.

### Epidot (Epidotus eumetricus Breithaupt).

In strahligen Massen auf Klüften der Hornblende-Gesteine am Hammels-horn bei Strassbessenbach und am Fussberg bei Schweinheim; nach Thürach auch in kleinen Krystallen in Drusen zusammen mit Granat zwischen körnigem Kalk und Dioritschiefer am Fussberg bei Schweinheim, in Drusen pegmatit-artiger Ausscheidungen des Dioritschiefers bei Oberbessenbach und Dürrmorsbach; auf Klüften des Gneisses bei Haibach und am Gräfenberg. Bei Glattbach und Goldbach tritt er sehr häufig als Umwandlungs-Product von Oligoklas\*\*\*) mit Orthoklas und Quarz in einer glimmerfreien Zwischenlage des Gneisses auf. Das schöne, aber wenig mächtige Gestein wurde von Kittel als Protogyn bezeichnet, mit dem es indess keinerlei Uebereinstimmung zeigt.

### Orthit.

Bis 22 mm lange Krystalle, die aber niemals gut ausgebildet sind, mit dem charakteristischen braungelben Rande in den grobkörnigen Oligoklas-Ausscheidungen am Heidberge bei Dürrmorsbach†). Thürach††) fand in diesem Orthit nicht nur sämtliche Cermetalle, sondern auch noch eine beträchtliche Anzahl anderer Elemente. Bis jetzt das einzige Vorkommen eines Cer enthaltenden Minerals in Bayern. Auch im Dioritschiefer in länglich runden, bis 1 cm grossen Körnern bei Gailbach, Dürrmorsbach, Ober- und Strassbessenbach, Waldaschaff und Hain, nach Thürach auch in bis

\*) Petersen, Jahrb. f. Min. 1874 S. 270.

\*\*) Petersen, Jahrb. f. Min. 1874. S. 269, und Sandberger, Sitzungsber. d. k. bayer. Acad. d. Wissensch. math.-naturw. Cl. 1873. S. 140 ff.

\*\*\*) Nicht von Orthoklas, wie Blum III. Nachtr. zu den Pseudomorphosen S. 122 irrig angibt.

†) Sandberger, Würzburger naturw. Zeitschr. 1866, VI. S. 43 f.

††) a. a. O. S. 33.

3 cm grossen, unvollkommen ausgebildeten Krystallen in grobkörnigen Ausscheidungen des Gneisses bei Hain.

### Gadolinit.

ganz dem Vorkommen von Harzburg\*) entsprechend, wurde von Thürach in einer grobkörnigen Ausscheidung des Dioritschiefers bei Strassbessenbach mit grossen Glimmertafeln und sehr grossen Oligoklas-Krystallen in geringer Menge gefunden und konnte also nicht genauer untersucht werden.

### Granat.

a) **Mangangranat.** Eines der häufigsten Mineralien bei Aschaffenburg und zwar sowohl in pegmatitischen Ausscheidungen mit Kaliglimmer und Turmalin als in glimmerarmem mittelkörnigem Gneiss, dann besonders schön in Gneiss-Lagen, welche fast nur aus grossschuppigem Kaliglimmer bestehen. Stets in ausgebildeten Krystallen, meist reinen Trapezoëdern ( $2O_2$ , aber auch mit untergeordnetem  $\infty O$  nicht selten, während  $\infty O.2O_2$  äusserst selten ist,  $\infty O$  allein kommt nur bei Wenighösbach massenhaft, aber stark verwittert vor. Scharf ausgebildete kleine Trapezoëder in dem feinkörnigen glimmerfreien Epidot-Gneiss bei Goldbach. Im Dioritschiefer von Gailbach u. a. O. nur in bis haselnussgrossen abgerundeten Körnern. Ist im frischesten Zustande fast rosenroth, geht aber später in blutroth, bräunlichroth und schliesslich schwarzbraun über. Die Zusammensetzung fand v. Kobell\*\*) wie folgt:

Kieselsäure . . . . .	38,70	Manganoxydul . . . . .	27,40
Thonerde . . . . .	18,50	Eisenoxydul . . . . .	13,32
Eisenoxyd . . . . .	1,53		

---

99,45.

Die von Blum\*\*\*) ausführlich beschriebene Umwandlung in braunen Glimmer, welche den Mangangranat vom Stengerts und vom Gartenhof betroffen hat, ist auch in der Würzburger Sammlung sehr gut vertreten.

b. **Schwarzer Granat.** Körner und Trapezoëder von schwarzem Granat, welcher nur sehr wenig Manganoxydul, aber viel Eisenoxydul und etwas Kalk enthält, waren schon früheren Beobachtern aufgefallen und als „Melanit“ aufgeführt worden. Dieselben stammten aus der Gegend von Aschaffenburg.

c) **Lichter Granat (Leukogranat).** In kleinen Rautendodekaëdern und Körnern im körnigen Kalke von Gailbach, ganz ähnlich den grösseren von Auerbach a. d. Bergstrasse und Joachimsthal in Böhmen.

### Staurolith.

Sehr häufig in der nach seinem Vorkommen benannten Gneiss-Varietät bei Damm, Hösbach, Glattbach, Wenighösbach, Feldkahl, Schöllkrippen u. a. O. in der Form  $\infty P.P\infty.oP.\infty P\infty$ ; letztere ( $\infty P\infty$ ) Flächen fehlen oft oder sind nur schwach entwickelt, auch kommen, wiewohl selten, rechtwinkelige und schiefwinkelige Durchkreuzungs-Zwillinge vor. Die Krystalle erreichen

\*) vom Rath in Poggendorffs Annal. CXLIV. S. 576 ff.

\*\*) Sitzungsber. d. k. b. Acad. d. Wissensch. 1868. Bd. II S. 293.

\*\*\*) Pseudomorphosen III. Nachtr. S. 92.

21 mm Länge bei 12 mm Breite. Sie sind vollgepfropft mit Körnern von Quarz und Titaneisen. Bei Glatzbach fand Thürach (S. 45) den Stauroolith in eine hellgraue bis weisse weiche Masse (Pinitoid) oder in Schüppchen von Kaliglimmer umgewandelt.

### Glimmer.

**Eisen-Glimmer.** Derselbe ist, gleichviel aus welcher Abtheilung des Gneisses, in dünnen Blättchen schmutzig grünlichbraun durchsichtig und schmilzt vor dem Löthrohr unter violetter Färbung der Flamme nicht schwer zu schwarzem Glase, welches bei fortgesetzter Behandlung mit der Reductionsflamme schwach magnetisch wird. Von Salzsäure werden diese Glimmerarten sämmtlich zersetzt und enthalten von Basen ausser Eisen und Thonerde Kali und Magnesia in fast gleicher Menge, schwermetallische Basen waren ausser Eisenoxydul und wenig Manganoxydul nicht nachweisbar, wohl aber Spuren von Antimon.

**Lithionhaltiger schwarzer Glimmer,** welcher sehr leicht schmilzt und die Flamme purpurroth färbt, ist bis jetzt nur in langgestreckten Tafeln in pegmatitähnlichen Ausscheidungen des Gneisses bei Damm von Thürach aufgefunden worden. Er ist zwar optisch zweiaxig, zeigt aber nur einen recht kleinen Axenwinkel.

Die übrigen Varietäten gestatten leider die Herstellung hinlänglich dünner durchsichtiger Blättchen zur Untersuchung im Polarisations-Apparate nicht. Jener Glimmer, welcher öfter im Gemenge mit Oligoklas Ausscheidungen im Aschaffit bei Gailbach bildet, ist rabenschwarz und noch eisenreicher als die des Gneisses; er könnte wohl als Lepidomelan bezeichnet werden.

**Basaltischer Glimmer** (Rubellan Breith.). In gut ausgebildeten Tafeln  $\infty P. \infty P. \infty P. \infty$  selten in dem Basalte des Ostheimer Hügels bei Hofheim dagegen häufig in dem Basalt-Trümmergestein der Strieth bei Aschaffenburg, borsäurehaltig und durchaus analog dem Vorkommen im Basalte des Horberigberges am Kaiserstuhl und jenem von Ehningen in Württemberg. Der Glimmer der Strieth ist oberflächlich in ein weisses schuppiges fettglänzendes Mineral umgewandelt, welches ebenfalls Borsäure enthält. \*)

**Chromglimmer.** Häufig im Gebiete des Quarzit-Glimmerschiefers, am schönsten bei Huckelheim, aber auch nicht selten bei Nieder-Steinbach im Kahlthale, Strötzbach und am Hahnenkamm u. s. w.

**Phlogopit.** Als gelbliche Täfelchen im körnigen Kalke bei Gailbach u. a. O. unweit Aschaffenburg.

**Magnesia-Kaliglimmer.** Die farblosen Blättchen sind nahezu eisenfrei und enthalten die erwähnten Basen in fast gleicher Menge. Optisch erweisen sie sich als zweiaxig mit grossem Axenwinkel. Sie erfüllen mit Quarz zusammen eine ganze Bank im Gneisse an der Hergetsmühle bei Grosskahl (Thürach).

### Kaliglimmer.

a. **Kaliglimmer im engeren Sinne.** Kommt in grossen gelblichen blätterigen Aggregaten oft mit scheinbarer Zwillingsstreifung bei Aschaffenburg nicht selten vor. Dagegen sind deutliche, scheinbar hexagonale Krystalle der Combi-

\*) Sandberger, Untersuch. über Erzgänge I. S. 54.

nation  $\infty P \cdot \infty P \cdot \infty P$  sehr selten. Ausgezeichnet optisch zweiachsig. Axenwinkel nach Quincke  $68^\circ$ . Die chemische Zusammensetzung ist nach Rammelsberg:

Fluor . . . . .	0,19	Magnesia . . . . .	} 1,73
Kieselsäure . . . . .	47,69	Manganoxydul . . . . .	
Thonerde . . . . .	33,07	Kali . . . . .	9,70
Eisenoxyd . . . . .	3,07	Wasser . . . . .	3,66
Eisenoxydul . . . . .	2,02		<hr/> 101,13.

Hauptfundorte für das meist von Fettquarz begleitete Mineral sind: Gottelsberg, Gartenhof, Fasanerie u. a. O. bei Aschaffenburg. Bei Damm und Haibach bildet es zusammen mit zahllosen Turmalin-Krystallen kleine Zwischenlager im Gneiss. An der Strasse von Aschaffenburg nach Schweinheim erscheint es nesterweise mit Chlorit verwachsen in dem in Zersetzung begriffenen Gneisse. Ferner ist Kaliglimmer häufig in der ganzen Zone der zweiglimmerigen Gneisse und in jener der Quarzit-Glimmerschiefer, wo er aber meist nur kleinschuppig vorkommt. Diese Varietät enthält stets Kupfer, Arsen und Kobalt. In Pseudomorphosen nach Turmalin ist das Mineral an mehreren Orten bei Aschaffenburg nicht selten. Der strahlige Glimmer drängt sich in immer grösserer Menge zwischen der Turmalinsubstanz ein und verdrängt dieselbe schliesslich ganz.

**b. Damourit.** In Pseudomorphosen nach Disthen in jedem Stadium der Entwicklung am Pfaffenberge bei Aschaffenburg, schon länger bekannt und auch von Blum (II. Nachtrag zu den Pseudomorphosen S. 25) richtig angegeben.

### Phillipsit.

In kleinen wasserhellen Krystallen  $\infty \bar{P} \cdot \infty \bar{P} \cdot P$  auf Klüften von zersetztem Basalt im Eisgraben bei Roth unweit Fladungen.

### Mesotyp.

In kleinen strahligen Aggregaten im Basalt des Ostheimer Hügels bei Hofheim, mehrerer Orte bei Brückenau und an der Strieth bei Aschaffenburg (hier Natronmesotyp nach G.). Nirgends häufig und schön.

### Desmin.

Nach Thürach in kleinen, 2—4 mm grossen Kryställchen der gewöhnlichen Form  $\infty \bar{P} \cdot \infty \bar{P} \cdot P$  in Drusen einer stark zersetzten pegmatitartigen Ausscheidung im Dioritschiefer am Wege von Oberbessenbach nach Dürrmorsbach.

### Chabasit.

In Blasenräumen des Basaltmandelsteins an Todtenmannsberg (G.) und ausgezeichneten Krystallen in der früheren bayerischen Rhön an der Wasserkuppe. (S.)

### Chlorit.

Nesterweise mit lichtem Kaliglimmer verwachsen in etwas zersetztem Gneisse an der Strasse von Aschaffenburg nach Schweinheim, in schuppigen Aggregaten als Umhüllung eingewachsener Quarzkrystalle im Aschaffit von Gailbach; nach Thürach in ähnlicher Form nicht selten in Quarznestern im Gebiet des Staurolithgneisses, z. B. bei Hohl und Johannesberg. In kleinen Krystallen auf Klüften des Hornblendeschiefers am Abtsberg bei Hörstein (Thürach). Auch in Pseudomorphosen nach Granat am Stengerts und in solchen nach Glimmer bei Dürrmorsbach unweit Aschaffenburg.

**Glaukonit.**

In geringer Menge in der oberen Bank des Schaumkalks am Stein bei Würzburg. Sehr häufig in grösseren und kleineren Körnern in den untersten (Glaukonit-) Bänken der Lettenkohlen-Gruppe bei Würzburg und zahlreichen anderen Orten. Haushofer's Analyse\*) ergab für diese Varietät:

Kieselsäure . . . . .	48,3	Kali . . . . .	5,5
Eisenoxyd . . . . .	28,4	Wasser . . . . .	14,7
Thonerde . . . . .	3,0		
			99,9.

Im Schilfsandstein, welcher ihm seine grüne Farbe verdankt, ist der Glaukonit in grösseren Ausscheidungen sehr selten, doch habe ich ihn bei Zeil wiederholt gefunden.

**Nosean.**

Im Phonolith von Rückersbach bei Alzenau und in jenem des Lindigwaldes bei Kleinostheim\*\*) violettgrau mit lichtem Rande, theilweise bereits in verworren strahligen Natrolith umgewandelt; nicht selten ferner im Phonolith des Kälings und in dem Nosean-Trachyt am NW.-Abhange des Kreuzbergs (Lenk S. 37 ff.).

**Hauyn.**

In prächtig blauen Körnchen im Plagioklas-Phonolith der Dalherdakuppe und des Kälings auf der Rhön, nach Thürach auch in den in schmalen Gängen auftretenden Basalten der Hassberge in der Gegend von Königshofen i. Gr., z. B. bei Kimmelsbach, Bundorf, Zimmerau und Trappstadt.

**Turmalin** (schwarzer, Turmalinus ferrosus Breith.).

Kommt in grösseren Krystallen und Aggregaten nur im Urgebirgs-Gebiete und besonders in den pegmatitischen Ausscheidungen des Gneisses vor. Die bis über 70 mm langen und 25 mm dicken Krystalle zeigen in der Regel nur die Flächen  $\frac{\infty R}{2} \cdot \infty P2$  und fast nie gute Endflächen, sehr selten ist das Grundrhomboëder R in der Combination  $\infty P2 \cdot R \cdot \frac{\infty R}{2}$  zu beobachten. In Fettquarz eingewachsene Turmalin-Krystalle oder Aggregate erscheinen oft in ziemlich weit von einander verschobene Bruchstücke zersprengt und durch Quarz wieder verkittet. Häufig bei Damm, am Gottelsberg, Johannesberg, bei Glattbach und Goldbach. Nächstdem kommt der Turmalin noch massenhaft in sonst fast nur aus Kaliglimmer bestehenden Zwischenlagen des Gneisses bei Haibach und Damm vor. Mikroskopische Krystalle, leicht an ihrem optischen Verhalten im Polarisations-Mikroskop kenntlich, finden sich in sämtlichen Urgebirgs-Ablagerungen, sowie in den sedimentären bis zum obersten Keuper hinauf in Menge\*\*\*).

**Titanit.**

Gewöhnlich braun in grossen Krystallen  $\frac{3}{2} P\infty \cdot P\infty \cdot oP$  in grobkörnigen Dioritschiefern des Gailbacher Zuges, besonders in hornblendearmen Varietäten bei Laufach, dann (Th.) bei Hain, Waldaschaff, Oberbessenbach, Dür-

\*) Journ. f. prakt. Chemie XCIX. S. 237.

\*\*) Zirkel, Poggendorff's Annal. CXXXI. S. 333.

\*\*\*) Thürach, a. a. O. S. 42 ff.

morsbach, Gailbach und Soden, ferner im Plagioklas-Phonolith des Käulings. Licht gelbgrün (spargelgrün) in den grobkörnigen Oligoklas-Ausscheidungen mit Orthit bei Dürrmorsbach. Hier fand Thürach (S. 33) ihn auch in einen schon früher (1799) aus dem Plauen'schen Grunde bei Dresden von Tauber beschriebenen weissen bis gelblichen erdigen Körper und in Aggregate mikroskopischer Anatas-Krystalle umgewandelt.

Die Form Sphen findet sich (G. u. Th.) in kleinen blassgelben Kryställchen zusammen mit Chlorit auf Klüften des Hornblendeschiefers am Abtsberg bei Hörstein.

### **Kobaltblüthe.**

In geringer Menge auf Klüften von Speiskobalt oder Schwerspath bei Huckelheim und auf Grube Ceres bei Vormwald, auch als Anflug auf Klüften des Zechsteins bei Grosskahl (Th. u. S.).

### **Würfelerz.**

Meist kleine Krystalle  $\infty O\infty \cdot \frac{O}{2}$  oder beide Formen im Gleichgewicht als Zersetzungsprodukt von arsen- und eisenhaltigem Fahlerz in Drusen des mit Psilomelan gemengten Brauneisensteins (umgewandelten Zechsteindolomits!) von Langenborn bei Schöllkrippen; neuerdings angeblich auch auf Grube Wilhelmine bei Sommerkahl.

### **Cornwallit**

bildet dünne Ueberzüge auf zersetztem Fahlerz und Gneiss auf der Grube Wilhelmine bei Sommerkahl; auch (Th.) auf Trümmern eines Schwerspathganges im Quarzitglimmerschiefer am Kreuzberg bei Geiselbach.

### **Leucochalcit\*).**

Sehr kleine schneeweisse seidengänzende Nadeln, deren Krystallform aber auch bei sehr starker Vergrößerung einstweilen nicht zu ermitteln war und die oft platte filzartige Aggregate über zersetztem Fahlerz bilden, fanden sich bis jetzt nur auf Grube Wilhelmine bei Sommerkahl und bestehen nach Th. Petersen's Analyse aus:

Kupferoxyd . . .	47,21
Arsensäure . . .	42,75
Wasser . . .	10,04
	100,00,

was der Formel  $4\text{CuO} \cdot \text{As}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}$  entspricht.

### **Kupferschaum.**

Licht bläulichgrüne blätterigstrahlige Parthien auf Fahlerz auf Grube Wilhelmine bei Sommerkahl; in ähnlicher Form auch (Th.) auf Klüften einer pegmatitartigen Ausscheidung im Dioritschiefer bei Strassbessenbach und auf Klüften und Drusen im Weissliegenden bei Grosskahl.

### **Kupferglimmer.**

Spärlich auf zersetztem Fahlerz auf der Grube Wilhelmine bei Sommerkahl. (oR.R)

\*) Sandberger, Jahrb. f. Min. 1881. I. S. 263.

### Apatit.

In bis 75 mm langen hellgrünen trüben Krystallen  $\infty P.O.P$ , welche oft zerbrochen und durch Quarz wieder verkittet sind, an der Aumühle bei Damm. Kleinere im glimmerfreien Epidot-Gneiss von Goldbach. Mit schlackigem Augit und Magneteisen verwachsen im Basalt des Südhangs der Schwarzen Berge bei Brückenau; in mikroskopischen Nadelchen im Gabbro von Hösbach (Th.) und sonst noch in sehr zahlreichen anderen Gesteinen.

**Osteolith** in dem Braunkohlen-Thone des Reipertsgrabens bei Roth unweit Fladungen und im lockeren rothen Lapilli-Lager am Kreuzberg bei Bischofsheim v. d. Rhön.

### Eisenblau.

Auf Lingula-Schalen, Fischschuppen und Knochen im Muschelkalk und in der Lettenkohlengruppe bei Würzburg. Faustgrosse erdige Nester finden sich im Torf von Feuerbach bei Wiesentheid, kleinere Parthien im dunklen Alluvialthone am Sennfelder See bei Schweinfurt und in der Moorerde des Würzburger Pfahlbaues, wo auch kleine Krystallgruppen auf Zähnen und Knochen von *Equus* und *Bos* vorkommen\*).

### Grüneisenstein.

In strahligen, meist schon stark zersetzten und gebräunten Massen auf verwittertem Glimmerschiefer bei Wasserlos unweit Alzenau.

### Picit Breithaupt\*\*).

Ueber zersetztem Grüneisenstein bei Wasserlos.

### Coelestin.

Findet sich nur im Wellenkalk. Blassblau gefärbte blätterige Parthien wurden in der Terebratel-Bank bei Thüngersheim und in der Spiriferinen-Bank hinter dem ehemaligen Hofbräuhaus am Marienberg getroffen. Schneeweisser grossblättriger Coelestin ist in der unteren Schaumkalk-Bank überall häufig, z. B. auch in allen Aufschlüssen, welche gelegentlich innerhalb der Stadt Würzburg gemacht werden. Zugleich tritt er hier, besonders massenhaft bei Erlabrunn, als Versteinerungsmittel von *Myophorien*, *Gervillien* und anderen Muscheln auf. In der Bank mit *Leda Schlotheimensis*, welche die untere Schaumkalk-Bank überlagert, ist er vereinzelt in blauen blätterigen Massen beobachtet worden, aber bis jetzt weder in den tiefsten, noch in den höchsten Bänken des Wellenkalks. Das Mineral ist nach wiederholten Versuchen chemisch reiner schwefelsaurer Strontian vom spec. Gew. 3,96.

### Schwerspath.

Grossblättrige, oft rein weissgefärbte Massen bilden im Gneissgebiete vielfach mächtige, theilweise noch in bergmännischem Betriebe stehende Gänge, z. B. bei Hain, Dürrmorsbach, Waldaschaff, Oberbessenbach und

\*) Sandberger, Archiv d. hist. Vereins für Unterfranken. Jahrg. 1870,

\*\*) Vollst. Handb. d. Min. III. S. 897.

Keilberg. Zu Dürrmorsbach finden sich Drusen, in welchen bis 60 mm lange Krystalle  $\infty\bar{P}\infty.\infty\bar{P}2.\infty\bar{P}4.oP.P$  aufgewachsen vorkommen. Häufig sind solche bereits dicht mit Quarzkrystallen überzogen und stellen also in Bildung begriffene Umhüllungs-Pseudomorphosen dar. Da der Orthoklas der Gneisse stets Baryt und der Quarz Flüssigkeits-Einschlüsse enthält, in welchen neben Chlornatrium reichlich schwefelsaures Natron vorkommt, so ist die Bildung von Schwerspath auf Gängen im Gneisse leicht verständlich. Im zersetzten Aschaffit trifft man bei Gailbach nicht selten blätterige Massen des Minerals. Ungemein häufig ist Schwerspath in Gängen und Nestern im Zechsteindolomit, auch im verkieselten, wie bei Grosskahl, Huckelheim und besonders mächtig bei Vormwald, wo er seit längerer Zeit gewonnen wird. In demselben fand ihn Thürach auch bei Sommerkahl als Versteinerungsmittel von *Schizodus obscurus*, *Gervillia antiqua* und *Turbo helicinus*. Im Buntsandstein bildet er mehrfach mächtige, z. Th. noch im Abbau befindliche Gänge bei Neuhütten unfern Lohr, bei Frammersbach und Brückenau. Der interessanteste ist jener vom Silberhof bei Brückenau, der von mir und Lenk\*) untersucht wurde. Der ältere Schwerspath zeigt in Drusen Krystalle der Form  $\infty\bar{P}\infty.\infty\bar{P}2.\bar{P}\infty$ , welche häufig mit kleinen Quarzkrystallen bedeckt sind. Das spec. Gew. dieses Schwerspaths beträgt 4,381 und seine Zusammensetzung ist nach Dr. H. Niemeyers Analyse:

BaO.SO <sup>3</sup> . . . .	96,83
SrO.SO <sup>3</sup> . . . .	1,27
CaO.SO <sup>3</sup> . . . .	0,63
	98,73.

Die jüngere Generation findet sich in grossblätterigen Massen und in Krystallen  $\infty\bar{P}\infty.\bar{P}\infty.\infty\bar{P}2.oP.\bar{P}\infty$ . Sie ist durch wenig organische Substanz blass blau gefärbt, deutlich trichroitisch, wie auch an anderen Orten, z. B. zu Naurod bei Wiesbaden und Badenweiler und besteht wie auch auf vielen Erzgängen\*\*) aus chemisch reinem schwefelsaurem Baryt mit dem sp. Gew. 4,58. Ich habe sie 1876 noch in mehreren Stücken gefunden, neuerdings scheint sie aber nicht mehr vorzukommen.

Im Wellenkalk ist Schwerspath bis jetzt unbekannt und wird, wie es scheint, vollständig durch Coelestin vertreten. Anders verhält es sich im Muschelkalk. Hier kommt das Mineral, in blätterigen Parthien eingesprengt, schon in Kammern des *Ceratites nodosus* bei Würzburg vor, in den Septarien der Zone des *Ceratites semipartitus* ist es stellenweise, z. B. an der Rosenmühle bei Würzburg, gar nicht selten. Pecher hat die hier auftretende blass röthlichweisse Varietät vom spec. Gew. 4,34 analysirt und gefunden:

BaO.SO <sup>3</sup> . . . .	92,24
SrO.SO <sup>3</sup> . . . .	2,44
CaO.SO <sup>3</sup> . . . .	4,58
	99,26.

Der begreiflicher Weise hohe Kalkgehalt ist bemerkenswerth. In der Lettenkohलगruppe spielt der Schwerspath besonders in dem blauen Dolomit eine wichtige Rolle. Er tritt hier nicht nur in mikroskopischen Blättchen im Gestein selbst, sondern auch in blätterigen Parthien und vor Allem als Versteinerungsmittel von Muscheln, (*Myophoria Struckmanni*, *Gervillia substriata* u. s. w.)

\*) a. a. O. S. 13 ff.

\*\*) Sandberger, Untersuch. über Erzgänge I. S. 115. II. S. 313, 396.

am Faulen Berge bei Würzburg in Menge auf. Diese Varietät ist ebenfalls sehr kalkhaltig. Das Gleiche gilt von den ganz strontianfreien farblosen grossblättrigen Baryt-Ausscheidungen im oberen dolomitischen Keupermergel bei Burgpreppach und auch von jenen, welche Ausfüllungen von Saurier-Knochen im untersten Rhät-(Infralias-)Thone am Altenstein bei Maroldswisach bilden. Ausserdem findet sich Schwerspath in blättrigen Parthien eingesprengt sehr verbreitet in der Bleiglanzbank des Keupers am Rande des Steigerwaldes und der Hassberge an zahlreichen Orten (G. u. Th.).

### Anhydrit.

Kommt in weissen faserigen Schnüren in den Mergeln der Anhydrit-Gruppe des Zechsteins im Schönborn-Bohrloche bei Kissingen in 540 m Teufe vor, findet sich aber daselbst auch in der Form  $\infty P_{\infty} \infty P_{\infty} \infty P$  in Drusen der derben Varietät, welche hier in grossen Massen auftritt. Grössere Parthien, welche schon z. Th. in Gyps umgewandelt sind, wurden im Inneren eines Gypsbruches bei Hüttenheim unweit Kitzingen beobachtet. Sie sind ziemlich hart ( $H. = 3$ , also die des Kalkspaths) und ritzen Gyps energisch\*), von splitterigem Bruche und geringem Wassergehalt, repräsentiren also das mittlere Stadium der Umwandlung von Anhydrit in Gyps.

### Gyps.

Kleinere Krystalle  $\infty P_{\infty} \infty P$ .— $P \cdot O P$  kommen in einer Bank des mittleren Wellenkalks am Fusse der Ravensburg bei Veitshöchheim in Menge eingewachsen farblose, gut spaltbare Massen (Marienglas) in Klüften der Gypslager der Anhydrit-Gruppe am Stein bei Würzburg und bei Schönhards im Wernthale, selten auch eingewachsen im Zellendolomit an der Karlsburg bei Karlstadt, sowie sehr selten als Ausfüllung von Klüften der Septarien der Region des *Ceratites semipartitus* bei Randersacker vor. Durch Bitumen schwarzgefärbte Krystall-Rosetten treten sehr schön im körnigen Gyps der Anhydrit-Gruppe am Stein bei Würzburg auf. Feine Nadeln sind in der Braunkohle des Bauersbergs bei Bischofsheim, des Reipertsgrabens und Eisgrabens bei Fladungen nicht selten.

Faseriger Gyps bildet Schnüre in der Anhydrit-Gruppe am Stein bei Würzburg und bei Schönhards, besonders aber im Gypsthon des unteren Keupers am Rande der Hassberge und des Steigerwaldes, sowie bei Opferbaum in der Nähe von Würzburg.

Körnig bis dicht kommt der Gyps in der Anhydrit-Gruppe bei Würzburg und Schönhards, sowie im unteren Keuper bei Opferbaum und am Rande der Hassberge und des Steigerwaldes, aber auch im oberen z. B. bei Gemeinfeld, Ermershausen, Sternberg, Alsleben, Trappstadt u. a. O. in den Hassbergen vor.

### Wattevillit.

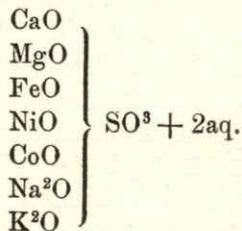
Dieses merkwürdige, vermuthlich rhombisch krystallisirende Salz fand sich früher in weissen seidenglänzenden Nadeln und faserigen Massen als Ausblüfung auf eisenkieshaltigem Basaltuff der Grube Einigkeit bei Bischofsheim v. d. Rhön. Die faserigen Massen bestehen nach der optischen Untersuchung

\*) Die Härte des ganz frischen farblosen Anhydrits beträgt 3,5, wie ich mich wiederholt überzeugt habe.

aus Zwillingslamellen, wie jene des Polyhalits. Nach Singer's\*) Untersuchung besitzt das von Wasser leicht unter Ausscheidung von Gypskristallen zersetzbare Mineral das spec. Gew. 1,81 und besteht aus:

Schwefelsäure . . . . .	44,01	Kalk . . . . .	16,87
Thonerde . . . . .	0,24	Magnesia . . . . .	2,49
Eisenoxydul . . . . .	0,88	Kali . . . . .	4,74
Nickeloxydul **) . . . . .	1,05	Natron . . . . .	10,46
Kobaltoxydul . . . . .	1,30	Wasser . . . . .	17,73
			99,77.

Dem entspricht die Formel:



analog jener des Polyhalits.

### Bittersalz.

Tritt vorzüglich in trockenen Sommern als nadel- und haarförmige Ausblüfung des dolomitischen Gypsmergels der Anhydrit-Gruppe von Schönhardts bei Karlstadt auf. Dasselbe ist fast chemisch rein.

### Eisenvitriol.

Bis jetzt in grösseren Parthien nur in der Braunkohle des Bauersbergs bei Bischofsheim v. d. Rhön bekannt, findet sich aber als mehligte Ausblüfung auf Eisenkies auch noch an anderen Orten, z. B. bei Roth, am Erdfahl u. s. w. in der Gegend von Fladungen und häufig in der Lettenkohle von Feuerbach bei Wiesentheid, Kronungen, Waigoldshausen und Würzburg. Er setzt sich an der Luft meist bald zu gelbem und braunem basisch schwefelsaurem Eisenoxyd um.

### Keramohalit.

Bildet grosse blumenkohlartige Ausblühungen von faseriger und strahliger Struktur und gelblichweisser Farbe im eisenkiesreichen Basalttuff der Grube Einigkeit bei Bischofsheim v. d. Rhön. Der Keramohalit ist nicht eisenfrei und enthält auch etwas Magnesia. Hilger\*\*\*) fand darin:

Schwefelsäure . . . . .	39,3	Eisenoxydul . . . . .	2,9
Thonerde . . . . .	16,7	Magnesia . . . . .	2,3
Eisenoxyd . . . . .	4,2	Wasser . . . . .	33,3
			98,7.

Reinere Substanz als die analysirte ist jedenfalls sehr schwer zu erlangen, da die meisten anderen Sulfate des Bauersbergs in dem Keramohalit oft in sehr kleinen Körnchen eingewachsen sind und nicht völlig getrennt werden können.

\*) Beiträge zur Kenntniss der am Bauersberge bei Bischofsheim vor der Rhön vorkommenden Sulfate. Inaug.-Dissert., Würzburg 1879. S. 18 ff. Fig 4, 5, 6.

\*\*) Bezüglich des Kobalt- und Nickelgehaltes verweise ich auf Singer's Analyse des Basalts a. a. O. S. 23, in welchem 1,09 proc. Kobaltoxydul und 1,58 proc. Nickeloxydul nachgewiesen wurden.

\*\*\*) Ann. Chem. u. Pharm. CLXXXV. S. 213.

Ausblühungen, welche in heissen Sommern wiederholt an eisenkieshaltigen Mergelschiefern des oberen Wellenkalks (mit *Myophoria orbicularis*) am Stein bei Würzburg beobachtet wurden, zeigten sich der Hauptsache nach aus einem Gemenge von Keramohalit und Gyps zusammengesetzt.

### Plagiocitrit.

Citronengelbes, dem Keramohalit von der Grube Einigkeit in Aggregaten sehr kleiner schiefwinkliger Täfelchen eingemengtes Sulfat vom spec. Gew. 1,881, welches Singer\*) zusammengesetzt fand aus:

Schwefelsäure . . . . .	35,44	Kalk . . . . .	0,43
Eisenoxyd . . . . .	7,95	Magnesia. . . . .	1,19
Thonerde . . . . .	14,37	Kali . . . . .	4,23
Eisenoxydul . . . . .	1,64	Natron . . . . .	4,04
Nickeloxydul . . . . .	0,97	Wasser . . . . .	29,42
Kobaltoxydul . . . . .	0,58		<hr/>
			100,26.

Demselben kommt demnach die Formel  $R^2O.SO^3 + R^2O^3.SO^3 + 9aq.$  zu und es ist also dem Gelbeisenerz  $R^2O.SO^3 + 4Fe^2O^3.SO^3 + 9aq.$  einigermassen ähnlich, welches aber, abgesehen von der viermal grösseren Menge der Oxyde  $R^2O^3$  sich auch durch die hexagonale Krystallform unterscheidet.

### Klinophaeit.

Kommt in viel geringerer Menge neben dem Plagiocitrit in kleinen schwärzlichgrünen monoklinen Krystallen ( $\infty P.oP.P\infty^{**}$ ) auf den Keramohalit-Massen vor. Es wurde mit vieler Sorgfalt isolirt und zeigte das spec. Gew. 2,979 und nach Singer\*\*\*) folgende Zusammensetzung:

Schwefelsäure . . . . .	37,01	Kalk . . . . .	0,77
Eisenoxyd . . . . .	9,48	Magnesia. . . . .	1,88
Thonerde . . . . .	4,04	Kali . . . . .	21,79
Nickel- und Kobaltoxydul. . . . .	0,76	Natron . . . . .	6,35
Eisenoxydul . . . . .	6,06	Wasser . . . . .	14,72
			<hr/>
			102,86

entsprechend der Formel  $5 [R^2O(RO).SO^3] + R^2O^3.3H^2O + 5aq.$ , welche jener des Cyanotrichits einigermassen analog ist.

### Klinocrocit.

Ist noch seltener als der Klinophaeit und, wie es scheint, mit diesem isomorph (Singer Fig. 7 u. 8), aber von orangegelber Färbung und vielleicht ein Klinophaeit, in welchem nur Magnesia und Eisenoxyd enthalten ist. Es war nicht möglich, eine zur Analyse genügende Menge des interessanten Minerals, welches ununterscheidbar vom fränkischen Vorkommen auch auf dem Copiapit aus Chile zu beobachten ist, zu erhalten.

\*) Singer. a. a. O. S. 14.

\*\*) a. a. O. Fig. 9. u. 10.

\*\*\*) das. S. 17.

**Gelbeisenerz.**

In der Lettenkohle des Krainbergs bei Würzburg bildet sich aus dendritischem Eisenkies innerhalb weniger Tage an der Luft ein schmutzig gelbes Mineral. Dasselbe ist zwar durchaus krystallinisch, aber die Form der Krystalle selbst bei starker Vergrößerung nicht genau erkennbar. Die chemische Analyse ergab die gleiche Zusammensetzung wie das kalihaltige Gelbeisenerz von Kolosoruk in Böhmen, nur mit etwas geringerem Wassergehalt.

**Eisen-Alaun.**

Findet sich in röthlichweissen körnigen Massen meist mit Keramohalit gemengt in den blumenkohlähnlichen Ausblühungen des letzteren auf eisenkiesreichem Basalttuff der Grube Einigkeit bei Bischofsheim. Das Mineral, vom spec. Gew. 1,594, löst sich leicht in Wasser und enthält nach Singer\*):

Schwefelsäure . . . . .	35,905	Eisenoxydul . . . . .	4,235
Thonerde . . . . .	10,182	Kobaltoxydul (nickelhaltig) . . . . .	0,949
Eisenoxyd . . . . .	1,903	Wasser . . . . .	45,830
			<hr/>
			99,004

was der Formel des Alauns entspricht.

**Natron-Alaun.**

Tritt vereinzelt in ziemlich grossen weissen körnigen Massen in Keramohalit eingewachsen auf derselben Grube auf und verhält sich genau wie ein wenig Eisen enthaltender Natron-Thonerde-Alaun, welcher bekanntlich sonst recht selten ist.

**Weissbleierz.**

In dünnen Krusten über Bleiglanz im Wellenkalke bei Neustadt an der Saale.

**Aragonit.**

In farblosen strahligruppirtten Krystallen  $9P.9\checkmark\infty.\checkmark\infty$  und  $\infty P.\infty\checkmark\infty.\checkmark\infty$  über Kalkspath in Drusen des Drusendolomits der Lettenkohlen-Gruppe in dem Eisenbahn-Einschnitte am Faulen Berge bei Würzburg und in demselben Gesteine zu Oberwern bei Schweinfurt\*\*), bei Fundamentirung des dortigen Bahnhofs gefunden und natürlich jetzt längst vollständig verdeckt. Hier fanden sich die meisten Aragonit-Gruppen grösstentheils oder gänzlich in Aggregate reiner Kalkspath-Krystalle  $\infty R. - \frac{1}{2} R. R^2$  vom spec. Gew. 2,66 umgewandelt, der Kern war nur zuweilen noch intakt\*\*\*). Strahlige Aggregate finden sich nicht häufig auf Klüften des Schilfsandsteins bei Zeil und solchen des Basaltes der Strieth bei Aschaffenburg. Zu den interessantesten Vorkommen gehören kleinstrahlige, oft noch nicht ganz erhärtete Aragonite auf Klüften von Löss. Ich habe diese Neubildung im Frühjahr öfter in der Lössgrube der Weipert'schen Ziegelei bei Heidingsfeld beobachtet.

**Kalkspath.**

Das Mineral ist bei dem weitverbreiteten Vorkommen von Kalksteinen und Dolomiten in Unterfranken natürlich sehr häufig und in den mannigfaltigsten Formen vertreten.

\*) a. a. O. S. 10 ff.

\*\*) Spec. Gew. 2,95.

\*\*\*) Sandberger, Sitzungsber. d. k. b. Acad. d. Wissensch. math.-naturw. Cl. 1872. S. 9 ff.



**Mangankalkspath.** Kleine weisse, nicht gekrümmte Rhomboëder vom spec. Gew. 2,73, welche sich durch hohen Mangengehalt (fast 12%) neben Kalk, Magnesia und Eisenoxydul auszeichnen, bilden den Uebergang vom Kalkspath zum Braunspath. Sie finden sich sehr schön auf Klüften des Kupferschiefers bei Huckelheim, aber auch bei Grosskahl. Aehnlich zusammengesetzte auf Klüften unterdevonischer Schiefer Nassau's hat Herget\*) analysirt.

### Dolomit und Braunspath.

**Dolomit** von normaler Zusammensetzung scheint in Unterfranken selten zu sein. Doch finden sich Spathe mit einem Gehalt von bis zu 36% Magnesium-Karbonat in dem Zechstein-Dolomit z. B. bei Huckelheim (G.). Ziemlich wie Normaldolomit zusammengesetzt sind die in einer Druse der Keuperarkose am Judenkirchhof von Burgpreppach vorkommenden Krystalle, welche nach einer Analyse von Ass. Ad. Schwager bestehen aus:  $\text{CaCO}_3=55,44$ ;  $\text{MgCO}_3=40,97$ ;  $\text{FeCO}_3=2,20$ ;  $\text{MnCO}_3=0,91$ ;  $\text{SiO}_2=0,57$ ;  $\text{K}_2\text{O}=0,26$ ;  $\text{Na}_2\text{O}=0,25$ ; zusammen =100,60 (Th.) Daran schliesst sich ein stänglich faseriges Mineral, wahrscheinlich pseudomorph nach Fasergypt, welches bei Neuhof, Station Dettelbach, in den Schichten des Gypskeupers (Th.) aufgefunden wurde und zusammengesetzt ist aus  $\text{CaCO}_3=68,80$ ;  $\text{MgCO}_3=24,99$ ;  $\text{FeCO}_3=5,76$ ;  $\text{MnCO}_3=0,40$ ; beigemengter Thon=0,05; zusammen=100,00.

**Braunspath** kommt in schwach gekrümmten Rhomboëdern auf Klüften des Zechsteindolomits bei Alzenau, Vormwald u. a. O., ferner stärker gekrümmt in Drusen des Wellenkalks, Schaumkalks und Muschelkalks bei Würzburg vor.

### Eisenpath.

Findet sich in sattelförmig gekrümmten Rhomboëdern über Mangankalkspath und Fahlerz in den Septarien des Kupferschiefers bei Grosskahl und kam früher auch in grösserer Menge bei Huckelheim vor. Er stimmt ganz mit jenem von Bieber überein, in welchem Glasson\*\*) fand:

Eisenoxydul . . . . .	53,06	Kalk . . . . .	1,12
Manganoxydul . . . . .	4,20	Kohlensäure . . . . .	38,41
Magnesia . . . . .	2,26		<hr/>
			99,05.

Stark verwitterte und sattelförmig gekrümmte Rhomboëder auch auf Klüften des Schaumkalks von Erlabrunn bei Würzburg.

Uebergänge in **Ankerit** und Braunspath in mannichfachen Mischungsverhältnissen trifft man häufig im Zechsteindolomit bei Huckelheim, Kahl u. a. O. (G.)

### Bismuthit.

Stets pseudomorph nach Klaprothit auf der Grube Ceres bei Vormwald in Schwerspath-Nestern des Zechsteindolomits und auf Schwerspath-Gängen im Gneiss bei Waldaschaff.

\*) Der Spiriferen-Sandstein und seine Metamorphosen. S. 45.

\*\*) Ann. Chem. Pharm. LXII. S. 89.

### Kupferlasur.

Dünne Ueberzüge, aus sehr kleinen Krystallen bestehend, auf zersetztem Fahlerz im Zechsteindolomit von Vormwald und im Kupferschiefer von Grosskahl und Huckelheim, auf den Gangtrümmern im Gneiss bei Sommerkahl; krystallinische und erdige Ueberzüge auf dem Gneiss von da, von Sailauf und Laufach. Wird auf Cementkupfer benutzt. Kleine warzige Aggregate finden sich mit Malachit verwachsen sehr selten über Kalkspath in den Septarien der Zone des *Ceratites semipartitus* des Muschelkalks bei Gerbrunn. Als Anflug in oberem Keupersandstein bei Königsberg unfern Hassfurt (Th.).

### Malachit.

Erdige und selten faserige Ueberzüge auf Gneiss bei Sommerkahl, Laufach und Sailauf, auf Quarzitschiefer bei Western (G. u. Th.), sowie über Kupferkies im Kupferschiefer von Grosskahl und Huckelheim. In gleicher Weise, wenngleich nicht häufig, in der Bleiglanz-Bank des Keupers z. B. bei Hüttenheim. In kleinen Krystallen  $\infty P. \infty P \infty. o P$  und zierlichen Pseudomorphosen nach Kupferkies  $\left(\frac{P}{2}\right)$  in den Septarien der Zone des *Ceratites semipartitus* an der Rosenmühle bei Würzburg und bei Randersacker.

Als Anflug ferner (nach Thürach) in der Lehrbergschicht des Keupers bei Königsberg, Sulzdorf und Trappstadt in den Hassbergen und in oberem Keupersandstein bei Königsberg unfern Hassfurt an der Strasse nach Burgpreppach.

### Kali-Salpeter.

Derselbe bildet weisse nadelförmige und körnige, oft filzartig in einander verwebte Ausblühungen in Höhlungen des Kalktuffhügels bei Homburg am Main und ist seit langer Zeit bekannt. Nies\*) hat diese Lagerstätte s. Z. sorgfältig beschrieben und auch Analysen veranlasst, welche ergaben, dass sich ausser dem reinen Kalisalpeter auch noch mit Gyps, Bittersalz und Kochsalz in wechselnden Verhältnissen gemengter hier vorfindet. Der Salpeter wurde früher durch Auslaugen gewonnen, findet aber in Folge der billigeren Herstellung durch Umwandlung des südamerikanischen Natronsalpeters in Kalisalpeter natürlich keine Verwendung mehr. Was seinen Ursprung betrifft, so mag auf die That- sache verwiesen werden, dass salpetersaures Kali in neuerer Zeit in vielen Quell- wassern entdeckt worden ist, welche mit faulenden organischen Substanzen nicht in nachweisbare Berührung gekommen sind, wie z. B. die Wasser der Bohrlöcher im Mainviertel von Würzburg\*\*), welche in gleicher Weise auf der Grenze von Wellenkalk gegen Röth auftreten, wie die meisten Kalktuff absetzenden Quellen Frankens und so auch die Homburger.

### Steinsalz.

Ist meines Wissens in Unterfranken niemals über Tag gefunden worden, wohl aber fein eingesprengt in den Salzthonen der Anhydrit-Gruppe des Zechsteins

\*) Mittheilungen aus dem chem. Laboratorium von Dr. Hilger, herausgeg. v. Hilger u. Nies. Würzburg 1873. S. 72 ff.

\*\*) Pecher, Beiträge zur Kenntniss der Wasser aus den geschichteten Gesteinen Unterfrankens. Inaug.-Dissert. Würzburg 1887. S. 36.

in dem Schönborn-Bohrloch zu Kissingen. In den Proben derselben aus höheren Regionen fanden sich nur 3—4 proc. davon, vermuthlich würde man aber in grösserer Teufe auf derbes Steinsalz gestossen sein, da bei 1808 Fuss schon  $27\frac{1}{4}$  procentige Soole nachgewiesen wurde.

Auf Klüften des Mergels der Anhydrit-Gruppe am Stein bei Würzburg entdeckte Hr. Custos Endres zahlreiche kleine, aber scharf ausgebildete Verdrängungs-Pseudomorphosen von Bitterspath nach Steinsalz; Kalk ist in denselben nur in ganz geringer Menge enthalten, Gyps und Chlornatrium fehlen ganz. Diese Pseudomorphosen waren bisher unbekannt.

### **Flussspath.**

Selten in wohlausgebildeten grünlichen Würfeln in dem Schwerspath-Gänge von Hain bei Aschaffenburg und (Th.) im körnigen Kalk bei Gailbach.

---

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
Alaun, s. Eisen- und Natron-Alaun . . . . .	28	Desmin . . . . .	20
Albit . . . . .	16	Diallag . . . . .	14
Almandin, s. Granat . . . . .	18	Disthen . . . . .	15
Amphibol, s. Hornblende . . . . .	14	Dolomit . . . . .	30
Anatas . . . . .	8	Eisen-Alaun . . . . .	28
Andalusit . . . . .	15	Eisenblau . . . . .	23
Andesin . . . . .	16	Eisenglimmer . . . . .	19
Anhydrit . . . . .	25	Eisenkies . . . . .	3
Ankerit . . . . .	30	Eisenkiesel . . . . .	8
Anthrakonit . . . . .	29	Eisenrahm, s. Rotheisenstein . . . . .	8
Antimonfahlerz . . . . .	5	Eisenspath . . . . .	30
Apatit . . . . .	23	Eisenvitriol . . . . .	26
Aragonit . . . . .	28	Enstatit . . . . .	13
Arfvedsonit . . . . .	14	Epidot . . . . .	17
Arsenfahlerz . . . . .	5	Fahlerz . . . . .	5
Asbest, bei Hornblende . . . . .	14	Faserkiesel, s. Fibrolith . . . . .	15
Augit, gemeiner . . . . .	13	Feldspath, s. Orthoklas, Sanidin, Mikroclin, Albit, Oligoklas, Andesin . . . . .	15
„ grüner . . . . .	13	Feuerstein, s. Hornstein . . . . .	7
„ sogen. schlackiger . . . . .	14	Fibrolith, s. Sillimannit . . . . .	15
Bergkrystall, s. Quarz . . . . .	7	Flussspath . . . . .	32
Beryll . . . . .	17	Gadolinit . . . . .	18
Biotit, s. Eisenglimmer . . . . .	19	Gelbeisenerz . . . . .	28
Bismuthit . . . . .	30	Gelbeisenstein . . . . .	11
Bittersalz . . . . .	26	Glaukonit . . . . .	21
Bitterspath, s. Dolomit . . . . .	30	Glimmer, s. Eisenglimmer, Rubellan, Chromglimmer, Phlogopit, Magnesia- Kaliglimmer, Kaliglimmer, Damourit . . . . .	19
Blaueisenerz, s. Eisenblau . . . . .	23	Granat . . . . .	18
Bleiglanz . . . . .	4	Graphit . . . . .	3
Bohnerz . . . . .	11	Grüneisenstein . . . . .	23
Brauneisenstein . . . . .	10	Gyps . . . . .	25
Braunit . . . . .	12	Haematit, s. Rotheisenstein . . . . .	8
Braunspath . . . . .	30	Hauyn . . . . .	21
Bronzit . . . . .	13	Hornblende, gemeine . . . . .	14
Brookit . . . . .	8	„ basaltische . . . . .	14
Buntkupfererz . . . . .	4	Hornstein . . . . .	7
Carneol . . . . .	7	Hyalit . . . . .	8
Cerussit, s. Weissbleierz . . . . .	28	Hyalosiderit . . . . .	14
Chabasit . . . . .	20	Hydrohämatit, bei Brauneisenstein . . . . .	10
Chalcedon . . . . .	7	Ilmenit . . . . .	9
Chlorit . . . . .	20	Kaliglimmer . . . . .	19
Chromdiopsid . . . . .	13	Kalisalpeter . . . . .	31
Chromglimmer . . . . .	19	Kalkspath . . . . .	28
Chrysolith . . . . .	14	Kalktuff . . . . .	29
Coelestin . . . . .	23	Kaolin . . . . .	15
Cornwallit . . . . .	22		
Cyanit, s. Disthen . . . . .	15		
Damourit . . . . .	20		

	Seite		Seite
Keramohalit . . . . .	26	Pinitoid, bei Andalusit . . . . .	15
Kieselschiefer . . . . .	8	Plagiocitrit . . . . .	27
Klaprothit . . . . .	6	Porricin, s. Augit . . . . .	14
Klinocrocit . . . . .	27	Psilomelan . . . . .	12
Klinophaeit . . . . .	27	Pyrit, s. Eisenkies . . . . .	3
Kobaltblüthe . . . . .	22	Pyroxen, s. Augit . . . . .	13
Kupfer, gediegen . . . . .	3	Quarz . . . . .	7
Kupferglanz . . . . .	4	Raseneisenstein . . . . .	11
Kupferglimmer . . . . .	22	Rauchtopas, s. Quarz . . . . .	7
Kupferindig . . . . .	4	Rotheisenstein . . . . .	8
Kupferkies . . . . .	4	Rothkupfererz . . . . .	10
Kupferlasur . . . . .	31	Rothnickelkies, s. Kupfernickel . . . . .	3
Kupfermanganerz . . . . .	12	Rubellan, s. basaltischer Glimmer . . . . .	19
Kupfernickel . . . . .	3	Rutil . . . . .	8
Kupferschaum . . . . .	22	Salpeter, s. Kalisalpeter . . . . .	31
Lepidokrokot . . . . .	10	Sanidin . . . . .	15
Leukochalcit . . . . .	22	Schörl, s. Turmalin . . . . .	21
Leukogranat . . . . .	18	Schwerspath . . . . .	23
Lydit, s. Kieselschiefer . . . . .	8	Serpentin . . . . .	14
Magnesia-Kaliglimmer . . . . .	19	Sillimannit . . . . .	15
Magnetit, s. Dolomit . . . . .	30	Spatheisenstein, s. Eisenspath . . . . .	30
Magneteisen (Magnetit) . . . . .	11	Speiskobalt . . . . .	3
Malachit . . . . .	31	Spessartin, s. Mangangranat . . . . .	18
Mangangranat . . . . .	18	Spessartit . . . . .	9
Mangankalkspath . . . . .	30	Sphen, s. Titanit . . . . .	22
Manganmulm . . . . .	12	Spinell . . . . .	12
Markasit, s. Strahlkies . . . . .	4	Staurolith . . . . .	18
Marmor, s. Kalkspath . . . . .	28	Steinmark s. Quarz . . . . .	7
Melanit, s. schwarzer Granat . . . . .	18	Steinsalz . . . . .	31
Mesotyp . . . . .	20	Stilpnosiderit . . . . .	10
Mikroklin . . . . .	16	Strahlkies . . . . .	4
Muskovit, s. Kaliglimmer . . . . .	19	Thon, feuerfester . . . . .	15
Natrolith, s. Mesotyp . . . . .	20	Thoneisenstein . . . . .	11
Natron-Alaun . . . . .	28	Titaneisen . . . . .	9
Nephelin . . . . .	17	Titanit . . . . .	21
Nosean . . . . .	21	Turmalin . . . . .	21
Oligoklas . . . . .	16	Vivianit, s. Eisenblau . . . . .	23
Olivin, s. Chrysolith . . . . .	14	Wad, s. Manganmulm . . . . .	12
Orthit . . . . .	17	Wattevillit . . . . .	25
Orthoklas . . . . .	15	Weissbleierz . . . . .	28
Osteolith . . . . .	23	Wismuth, gediegen . . . . .	3
Pharmakosiderit, s. Würfelerz . . . . .	22	Wollastonit . . . . .	13
Phillipsit . . . . .	20	Würfelerz . . . . .	22
Phlogopit . . . . .	19	Zinkblende . . . . .	4
Picit . . . . .	23	Zirkon . . . . .	7
Picotit . . . . .	12		

# Untersuchungen

von

## Quell- u. Flusswasser aus dem Fichtelgebirge und dem angrenzenden fränkischen Keupergebiete.\*)

Von  
**Adolf Schwager,**

f. Assistent bei der k. bayer. geogn. Landesanstalt.

Die wichtige Rolle, welche das Wasser in geologischer Beziehung spielt, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. Sie ist theils eine chemische, theils eine mechanische. Den besten oder oft einzigen Anhalt zur Beurtheilung der besonderen chemischen Thätigkeit des Wassers bei geologischen Vorgängen bildet sein Gehalt an fremden Beimengungen, den wir durch die chemische Analyse kennen lernen. Die Zahl solcher Untersuchungen, seit uns die Wissenschaft eine solche zu führen gelehrt hat, ist eine ungemessen grosse und doch für den hier angestrebten Zweck im Allgemeinen geringe. Denn die meisten Untersucher haben sich das enge Ziel gesetzt, die Kenntniss der Zusammensetzung eines oder wenn auch mehrerer Wasserläufe, so doch ohne Zusammenhang von Zeit und Ort, rein nur im Hinblick auf ihre Nutzbarkeit in gesundheitlicher oder gewerblicher Beziehung zu ermitteln. Erst in jüngster Zeit hat sich das Bestreben kund gethan, für gewisse Gebiete den Zusammenhang zwischen dem Gehalt des Wassers und der Beschaffenheit des von ihm durchflossenen Bodens nachzuweisen. Hierin trat, so weit die nähere Nachbarschaft des Bayerlandes nur in Betracht gezogen wird und wir den Angaben von Gorup-Besanez über einige Quellen des fränkischen Jura\*\*) nicht den Vorrang zuerkennen wollen, besonders Regelmann mit seiner Abhandlung „Die Quellwasser Württembergs, ein Beitrag zu ihrer Kenntniss“ 1874, in den Vordergrund. Es folgte eine Arbeit von Friedrich Pecher: „Beiträge zur Kenntniss der Wasser aus den geschichteten Gesteinen Unterfrankens“\*\*\*), der sich die Schrift von Eduard Späth: „Beiträge zur

\*) Diese Untersuchung wurde im Auftrage der königl. bayerischen geognostischen Landesaufnahme und im chemischen Laboratorium dieser k. Anstalt vorgenommen.

\*\*\*) Annal. Chem. Pharm. Suppl. 8, S. 230.

\*\*\*\*) In Verh. d. Physik.-medizin. Gesellsch. Würzburg. N. F. B. XXI 1887.

Kenntniss der hydrographischen Verhältnisse von Oberfranken mit specieller Berücksichtigung des Frankenwaldes und Fichtelgebirges\*)“ eng anschliesst.

Wir haben die grosse geologische Wirksamkeit des Wassers erwähnt und müssen hieraus folgern, welch' grosses Interesse der Geologe an der Kenntniss der heutigen Thätigkeit des Wassers besitzt, um aus dem Gegenwärtigen auf das Frühere schliessen zu können. Wer die Wechselbeziehungen zwischen Wasser und Boden ermitteln will, der muss beide in ihrem Bestand möglichst genau kennen. Dem ersteren soll die Wasseranalyse dienen, die Kenntniss des Bodens kann nur eine genaue geologische Durchforschung der in Betracht kommenden Strecken anbahnen.

Es ist ersichtlich, dass die geognostische Landesanstalt daher besonders berufen schien, eine derartige Untersuchung auf dem ihr zufallenden Gebiete aufzunehmen.

Eine solche Arbeit wurde auch schon vor längerer Zeit beabsichtigt, ihre Angriffnahme und Durchführung aber durch andere, vorher zu bewältigende Aufgaben zurückgedrängt, so dass sie erst im Jahre 1888 begonnen und jetzt beendet werden konnte.

Hatte die eben ins Werk gesetzte Aufnahme des fränkischen Keupergebietes die erwünschte Gelegenheit gegeben, Material für einschlägige Untersuchungen zu sammeln, so war doch als erstes Arbeitsfeld das Fichtelgebirge gewählt.

Das Fichtelgebirge mit seinen breiten Urgebirgsmassen und den anschliessenden vielartigen jüngeren Gebilden, von räumlich nicht allzu grosser Ausdehnung und doch in seinen Theilen geologisch scharf charakterisirt, konnte für Bayern nur als zweckentsprechendes Feld erwähnter Erstlings-Beobachtungen gelten.

#### Vorbereitende Arbeiten.

Die erste Sorge bestand in der Wahl der entsprechenden Gefässe für die zu sammelnden Proben. Es ist eine in den Laboratorien oft beklagte Thatsache, dass die widerstandsfähigsten Gläser bei längerer Berührung mit reinem Wasser Stoffe an dasselbe abgeben. Bei Untersuchungen von rückstandsarmen Urgebirgswässern, wie bei der grösseren Zahl der Beobachtungsobjecte, die eine längere Arbeitszeit beanspruchen mussten, schien doppelte Vorsicht geboten.

Bei der Auswahl der Gefässe musste besonders berücksichtigt werden, dass eine grosse Gleichheit der zahlreichen Gefässe, wie ihre leichte Verpackbarkeit sehr erwünscht sein müsse. Die Wahl fiel auf eine sogenannte Liqueurflasche von grünem Glase mit abgestumpft quadratischem Querschnitt, etwa 0,5 Liter fassend.

Dass die Wahl eine entsprechende war, zeigte die Folge. Die Aufnahme aus den Gefässwänden war bei einem Versuch, bei welchem destillirtes Wasser 16 Monate lang in einer solchen Flasche, bei Zimmertemperatur, gut verschlossen, stehen gelassen wurde, als sehr gering befunden worden. Sie betrug auf den Liter berechnet, höchstens 5 mg. und bestand zumeist aus Kieselsäure, Thonerde und Kalk. Für die zweckentsprechende Zusammensetzung des gewählten Glases spricht auch das Ergebniss eines Versuchs, in welchem wieder destillirtes Wasser, bei 50 und 60° C. durch viele Tage in Berührung mit den

\*) Mittheilungen aus d. pharmac. Inst. und Labor. für angewandte Chemie der Universität Erlangen von A. Hilger. 1. Heft. München 1889.

Wänden des Gefässes gebracht, keine alkalische Reaktion ergab, selbst das feingepulverte Glas zeigte Monate lang mit destillirtem Wasser in Berührung gebracht, dieselbe Erscheinung. In diesem letzteren Fall war nach Jahr und Tag erst 0,1240 g. Glassubstanz pro Liter des destillirten Wassers und etwa 0,05% des angewandten Glaspulvers in Lösung gegangen.\*) Die Glasmasse selbst hatte folgende Zusammensetzung:

SiO <sub>2</sub>	60,93	CaO	12,67
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,18	MgO	0,77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,50	K <sub>2</sub> O	3,51
MnO	0,09	Na <sub>2</sub> O	8,15
Summe 100,80			

Die Probegefässe wurden mit 10%iger Salzsäure längere Zeit, unter öfterem Schütteln behandelt und dann so lange gewaschen, bis eine Wasserprobe, die alle Gefässe durchwandert hatte, mit salpetersaurem Silber keine sichtbare Trübung mehr zeigte. Die neuen Korkpfropfen für die Flaschen wurden so lange mit destillirtem Wasser ausgekocht, als sie noch nachweisbare Mengen fixer, fremder Stoffe an dasselbe abgaben. Zeigte sich bei dieser Gelegenheit, wie sehr eine solche Vorsicht geboten war, so hatte das Kochen der Korke noch den Vortheil, dass die weich gewordenen Propfen sich leicht in die sonst zu engen Gefässmündungen drücken liessen und nach ihrem Austrocknen der jeweiligen Oeffnung sehr gut anpassten. Die so vorbereiteten Flaschen wurden mit wasserdicht gemachten Papierzettelchen versehen und auf diesen das Schema jener Bemerkungen angebracht, die bei der Probenahme zu machen waren.

Diese Bemerkungen betrafen:

Die Namensbezeichnung und den Ort des Wasserlaufes, sowie die geognostischen Verhältnisse an der Schöpfstelle. Hinsichtlich dieser Angaben war die „Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges mit dem Frankenwalde und dem westlichen Vorlande“ von Dr. C. W. v. Gümbel nebst den Kartenbeilagen maassgebend. Den Ort näher zu beschreiben schien zweckdienlich, um bei Bekanntmachung der Untersuchungs-Resultate auch den weniger Ortskundigen die Orientirung zu erleichtern und dann eine weitere Festlegung der betreffenden Punkte zu bewirken. Für einen Wasserlauf können kleine Ortsverschiebungen für den Wechsel des Rückstandsgehaltes sehr bedeutsam sein, besonders bei grösseren Wasserläufen, bei welchen Einmündungen von Nebenwässern und Quellen diese Veränderungen oft auf kurze Strecken hin bewirken oder dadurch zu besonderer Vorsicht bei der Wahl der Schöpfstelle mahnen, dass sie ihre Wassermassen oft erst in grösserer Entfernung von ihrer Einmündung mit dem Hauptfluss inniger vermengen.

Die Vertheilung der Untersuchungspunkte in Bezug auf das Fichtelgebirge fand der Art statt, dass bei den Quellen das Zuflussgebiet möglichst einer geologischen Einheit entsprach, welche Anforderung für Bach- und gar Flussläufe nur in den seltensten Fällen zu erfüllen war. Bei der Wahl der Sammelwasser konnte daher nur in grossen Zügen auf die Einheitlichkeit des Zuflussgebietes Rücksicht genommen werden oder es wurde vom Endpunkt eines Systems ausgegangen und getrachtet, für die grossen, möglichst einheitlichen geologischen

\*) Die procentische Zusammensetzung dieser Lösung ist folgende: 36,9 CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O; 17,7 SiO<sub>2</sub>; 3,1 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 23,9 CaO; 3,7 MgO; 3,0 K<sub>2</sub>O; 11,6 Na<sub>2</sub>O.

Theile jeweils eine Probe zu erhalten oder es wurden die bedeutendsten Zuflüsse einer Hauptader am Punkte der Einmündung ohne Rücksicht auf ihr einheitliches oder getheiltes Einzugsgebiet zur Probenahme gewählt und dann erst von diesen Seitenästen des Hauptstromes Punkte gesucht, welche einzelne geologische Glieder zum Abschluss brachten.

Die Zeit der Probenentnahme. Je nach Jahreszeit und sonst bei zeitlich verschiedenen Niederschlagsmengen wird der Gehalt der rinnenden Gewässer, wie oft erwiesen, sehr beeinflusst. Diese mögliche oder thatsächliche Beeinflussung der Zeit nach festzustellen, sollte bei keiner Wasseranalyse, ihres Vergleichswerthes halber, unterlassen werden.

Die Winterszeit mit ihrer Schneedecke und der festgefrorenen obersten Erdlage müsste eigentlich als Idealzeit angesehen werden, wo es gilt, den Wechselbeziehungen zwischen Boden und Wassergehalt nachzuspüren, denn nur dann sind die Wasserläufe möglichst geschützt vor Einschwemmung uncontrolirbarer Kulturreste und von Mineraltheilen der Oberfläche, welche unter Umständen die Menge und Art der gelösten Stoffe des Wassers sehr beeinflussen können. Der Winter wird im Allgemeinen die grössten Rückstandsmengen, die constanteste Zusammensetzung derselben, den reinsten Ausdruck des Contactes von Wasser und Boden bringen. Die Niederschläge der anderen Jahreszeiten kommen zum guten Theil als Oberflächenwasser zum raschen Abfluss und finden nicht Zeit, sich im schnellen Lauf in Berührung mit dem Boden, mit den Mineralstoffen zu sättigen, während die Quellwasser im allmählichen Absinken in den Untergrund hierzu Zeit und Gelegenheit finden. Bei der physischen Schwierigkeit, ja oft Unmöglichkeit, zur Winterzeit von den gleichen Quellpunkten des Gebiets Proben zu nehmen, fiel jedoch der Winter ausser Betrachtung. Das Frühjahr mit seinen grossen Contrasten der Abflussmengen, der Sommer, wo oft langen Regenperioden eben solche grosser Trockenheit folgen, schienen bei der Wahl der Zeit nicht passend, irgend Durchschnittswerthe für den Vergleich zu erhalten. So blieb nur die Wahl des Herbstes übrig, der auch in dem Stadium des Ausgleichs, dem sozusagen das Leben und Weben in der Natur in unseren Breiten anheimfällt, noch die meiste Gewähr bietet bei der Entnahme einer grösseren Reihe von Wasserproben dieselben unter den gleichen Bedingungen vorzunehmen. Ebenso hat die Nachsommerzeit den Vorzug, als jene Zeit gelten zu dürfen, in welcher die Wasserläufe die Durchschnittsmenge des Jahres führen und mit ihr auch das Wasser den Durchschnittsgehalt besitzt.

Im September der Jahre 1888 und 1889 wurden die hier zu behandelnden Proben genommen, im ersteren Jahre vorzugsweise Quellwässer, im folgenden die entsprechenden Sammelwässer. Beidemal war einem nassen Sommer ein ziemlich trockener Herbst gefolgt, und war ich während des Fassungsgeschäftes so glücklich, von keinen namhaften neuen Niederschlägen behindert gewesen zu sein, so dass für die gesammelten Proben zutrifft, dass sie unter möglichst gleichen meteorologischen Einflüssen standen.

Die Menge durch Fixirung von Querschnitt und Geschwindigkeit gleichzeitig bei der Fassung der Probe zu ermitteln, schien von grossem Interesse. Die Abhängigkeit der Menge an einer bestimmten Stelle eines Wasserlaufes von der physikalischen Beschaffenheit des Zuflussgebietes, von seinem geologischen Bestand, von den örtlichen Niederschlagsmengen, die nach Zeit und Höhenlage vorzüglich beeinflusst sind, lassen uns dieselbe kurz als Pro-

duct von Ort und Zeit bezeichnen. Wenn wir nun für so viele unsere Frage tief beeinflussende Verhältnisse einen ziffermässigen Ausdruck finden können, muss derselbe von hohem Vergleichswerth sein. Es ist zuzugeben, dass eine genaue Bestimmung dieser Zahl oft grossen Schwierigkeiten unterliegt. Es wird hier auch gar nicht beansprucht, unanfechtbare Werthe gefunden zu haben, wohl aber für unsern Zweck sehr brauchbare Vergleichswerthe, die aber auch in ihrer grossen Mehrzahl dem faktischen Bestand sicher sehr nahe kommen. Bei Ausführung der Messungen wurde versucht, immer eine möglichst grosse Strecke gleichen Querschnittes und Gefälles zu wählen, die Geschwindigkeit wurde meist auf grössere Strecken hin bestimmt, und der Querschnitt, wenn möglich, direct gemessen.

Die Temperatur. Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Erdrinde, von einer gewissen Tiefe an, die Jahresdurchschnittstemperatur des jeweiligen Ortes zeigt. Eine Quelle, die jener Tiefe entspringt, muss daher dieselbe Temperatur besitzen. Die Abweichungen von dieser Norm geben uns ein Maass der ablenkenden Einflüsse und diese werden wir wohl vorzugsweise in der verschiedenen Ursprungstiefe suchen müssen.

Ferner bemerkenswerth ist die Höhenlage, mit deren Wechsel nicht nur die örtliche Niederschlagsmenge, sondern auch die mittlere Jahrestemperatur schwankt. Die Wechselbeziehungen dieser Verhältnisse für möglichst viele Punkte im Rahmen dieser Arbeit der Zeit nach festzustellen, schien wünschenswerth. Ueber die Arbeiten im Feld ist nur wenig zu bemerken. Dass die nöthigen Bemerkungen an Ort und Stelle eingetragen wurden, um späteren Gedächtnisirrhümern oder Verwechslungen vorzubeugen, bei seichten Schöpfstellen ein Zwischengefäss zur Probeentnahme angewandt wurde, um jede Trübung der Probe hintanzuhalten, alles das wäre selbstverständlich, sei aber nur erwähnt, um zu zeigen, dass auch hier die nöthige Vorsicht nicht ausser Acht gelassen wurde.

Vor der Füllung wurde die Probeflasche mehrmals mit dem Probewasser ausgeschwenkt, der Kork abgespült, um allenfallsige Staubverunreinigungen von beiden zu entfernen. Bei grösseren Wasserläufen war ich bestrebt, die Probe möglichst weit vom Ufer zu nehmen.

Nach dem Füllen wurde der Kork mit angelegtem Platindraht eingetrieben, um eine zu grosse Pressung im Luftraum zu vermeiden und zugleich diesen auf ein Minimum von etwa 3, höchstens 5 ccm beschränken zu können. Ein zu grosser Luftraum würde die Bewegungsfähigkeit der Probe zu sehr fördern, der möglichen Verdunstung eine zu grosse Fläche bieten, beides Momente, die für die Unveränderlichkeit des Probengehaltes nicht günstig sind.

Was den

#### Gang der Untersuchung

anbelangt, so will ich mich mit den nothwendigsten Bemerkungen begnügen und nur so viel anführen, um den Fernerstehenden Anhaltspunkte zu geben, unter welchen Bedingungen dies oder jenes Ergebniss gewonnen wurde.

Die Wassermenge, die für die Einzeluntersuchung zur Verfügung stand, war meist eine geringe und wechselte von 1 bis 3 Flaschen, betrug folglich 0,5 bis 1,5 Liter. Bei manchen rückstandsarmen Wässern wäre für die genauere Bestimmung der Bestandtheile eine grössere verfügbare Menge sehr erwünscht gewesen. Die grosse Anzahl der Proben musste natürlich für den

Einzelfall die Menge sehr einengen, und überdies liess sich zu Beginn der Arbeit nicht absehen, welche Quantitäten jeweils erwünscht sein würden, um das erstrebte Ziel zu gewinnen.

Zur Feststellung der physikalischen Eigenschaften der Proben wurden umfassendere, specielle Untersuchungen nicht angestellt und lässt sich daher nur Allgemeines erwähnen.

Bei der Charakteristik eines Wassers findet sich oft die Bezeichnung „geschmack-, farb- und geruchlos“. So weit diese Angaben sich mit „gewöhnlich“ oder „nicht aussergewöhnlich“ decken, mag ihnen die Berechtigung nicht abgesprochen werden, für eine strengere Beurtheilung aber sind solche Bezeichnungen unzutreffend. Wie jedes Wasser seine Eigenfarbe besitzt, die von dem Blau des chemisch reinen Wassers soweit abweicht, als sich ändernde Einflüsse geltend machen,\*) so besitzt gewiss jedes Wasser einen ihm allein eigenen Geruch und Geschmack, nur fehlt uns die Schärfe der Sinne, jene Unterschiede auch in der Mehrzahl der Fälle wahrzunehmen, geschweige dass solche subjective Wahrnehmungen für die Unterscheidung einer grösseren Reihe von Wässern verwendbar wären. Selbst die einseitige Beurtheilung nach der Gebrauchsgüte hin, auf solche flüchtige Sinneseindrücke aufgebaut, steht auf schwachen Füßen. Um dies nur an einem Beispiel zu erhärten, sei erwähnt, dass in der ganzen Versuchsreihe sich nach Jahresfrist nur eine Probe dem Geruchsinn als genusswidrig zu erkennen gab. Es war dies das Wasser der Pulsnitz unterhalb Münchberg, welches von den Färbereien jener Stadt derart sichtlich verunreinigt erscheint, dass an der Schöpfstelle diese Verunreinigung auch schon dem Geruche wahrnehmbar wird und selbst eine kleine Probe dieses Wassers nach längerer Zeit in gutverschlossenem Gefässe aufbewahrt diese unliebe Eigenschaft in sehr aufdringlicher Weise an sich trägt.

Nun wird Niemand, der die verschiedenen untersuchten Proben genauer durchgeht, ohne gerade Lokalkenntniss zu besitzen, nach dem immer noch einseitigen chemischen Befund bezweifeln wollen, dass manches dieser Wässer als Genussmittel absolut zu verwerfen sei, und doch hatten dieselben selbst nach jahrelanger Aufbewahrung ihre Genusswidrigkeit durch den Geruch nicht kundgegeben.

Um auf die Farbe zurückzukommen, so besitzen fast alle Wässer des Fichtelgebirges und selbst die untersuchten der anschliessenden Gebiete, wenn auch in sehr vermindertem Maasse, die bekannte braungelbe Färbung, die man gewöhnlich als Besonderheit der Urgebirgswasser ansieht, oft in so hohem Grade, dass auch kleine Mengen im hellen Glasgefäss sich als gefärbt erweisen. Die reinsten, d. h. von in nächster Nähe wuchernder Vegetation freien Quellen, welche scheinbar aus unbedecktem Fels entspringen, auf diese Weise geprüft, zeigen schon einen Stich dieser bräunlich gelben Farbe, was beim Einengen und Verdampfen noch mehr bemerkbar wird. Diese sichtbare Färbung verstärkt sich mit der Mächtigkeit der beobachteten Wassermasse und wird bei Teich- und

---

\*) Eingehende Versuche, die vor Jahren Oberbergdirector v. Gumbel über diesen Gegenstand angestellt hat, bei welchen es mir vergönnt war, thätig mitzuwirken, haben die von Bunsen u. A. festgestellte Thatsache der blauen Färbung des chemisch reinen Wassers aufs Neue bestätigt, und unter andern zu dem interessanten Ergebniss geführt, dass die blaugrüne Färbung der Kalkwässer nach kurzer Zeit in den Beobachtungsgefässen durch Ausscheidungen von Kalktheilchen sich in vorwaltendes Gelbgrün verändert.

Flusswasser von einiger Tiefe so intensiv, dass fast völlige Undurchsichtigkeit eintritt. Es ist ohne spezielle Untersuchungen schwer zu ermitteln, welcher Art von Boden sich diese Erscheinung zumeist anschliesst, welche Art von Wasser diese Färbung am stärksten zeigt, ob Bach-, Fluss- oder Teichwasser. Dass der Ausdehnung besagter Erscheinung ein petrographisch-geologisches Moment zu Grunde liegt, scheint nicht weniger zweifellos, als dass auch rein physikalische Verhältnisse in diese Frage hereinspielen.

Bei der kurzen nur je 14tägigen Begehung des Untersuchungsgebietes konnten meine Beobachtungen die Farbenfrage nur streifen. Wie schon Oberbergdirektor von Gümbel in seinem Werke über das Fichtelgebirge angibt, zeigt sich die aussergewöhnliche Färbung zumeist im Gneiss- und Granitgebiet. Auffallend bleibt nur, dass das Wasser der Eger beim Austritt aus dem Landesgebiet diese Färbung viel weniger an sich trägt als das der Saale im gleichen Falle, obgleich die Eger fast nur ältestes Gebirge berührt, ja ein vorherrschendes Granitwasser genannt werden kann gegenüber der Saale, deren Ursprung zwar auch, wie der der Eger, nicht im eigentlichen Urgebirge liegt, deren Zufluss aber aus demselben ein viel geringerer ist. Dass diese Färbung in der organischen Beimengung dieser Wässer ihren Grund hat, wird Niemand bezweifeln, eine andere Frage ist es, ob dieser Gehalt in ursächlichem Zusammenhange mit gewissen unorganischen Stoffen desselben Wassers steht, besonders den Alkalien. Die Erwägung, dass es neben den Urgebirgswässern auch noch an Alkalien reichere Wässer gibt, die aber sehr wenig gefärbt erscheinen, geschweige die ihrer Alkalität entsprechende Mehrfärbung aufweisen, sprechen scheinbar gegen diesen speziellen Zusammenhang.

Es wäre aber voreilig, hier eine bestimmte Behauptung aufstellen zu wollen, wo die Natur der färbenden Substanz höchstens so weit charakterisirt ist, dass man sie mit dem sehr allgemein gefassten Begriff „Humussubstanz“ belegt, und überdies uns die Constitution der wassergelösten Salze recht mangelhaft bekannt ist, geschweige ihre Uebergangsweise aus dem ursprünglichen Gestein zur bleibenden Zusammensetzung.

Die theilweise Löslichkeit der organischen Substanz im absoluten Alkohol könnte für nichteinheitliche Constitution sprechen, dagegen ist die Löslichkeit in 50% Alkohol nicht gegen die Bezeichnung „Humussubstanz“. Die in mehreren Fällen festgestellte Neutralität spricht aber gegen den Säurecharakter oder die Gegenwart von kohlen-saurem Alkali, das, wie man sich denken könnte, die Humussubstanz in Lösung hält.

Auch lassen sich mit dem 50% Alkohol im Verein mit der organischen Substanz keine sonstigen fixen Bestandtheile ausziehen, die man mit der Löslichkeit derselben in Zusammenhang bringen könnte.\*)

\*) A. Muntz und V. Markano berichten über die „schwarzen Wasser“ äquatorialer Gegenden Südamerikas. Compt. rend. 1888, 107, 908. Diese schwarzen Wasser stammen aus sehr kalkarmer Granitformation, führen bei 0,028 g. organischer Substanz nur 0,001 g. CaO im Liter, reagiren sauer und sind nitratfrei. Die Verfasser nehmen nun an: Die organische Substanz ist frei gelöste Huminsäure, durch Zersetzung vegetabilischer Stoffe gebildet. Das Wasser entfärbt sich nicht, weil trotz Durchlüftung bei fehlendem Kalk eine Nitrification und somit Verbrennung der organischen Substanz nicht eintreten kann. — Eine gleiche Erklärung können wir für unser Gebiet nicht gelten lassen. Auch die isolirte organische Substanz reagirt nicht sauer; ebenso schliessen Kalkanreicherung und nicht unbedeutender Nitratgehalt selbst eine anhaltende und besonders auffällige Färbung nicht aus z. B. Saale bei Blankenstein).

Es liegt die Vermuthung nahe, dass die Färbung des Wassers nicht bloß einen chemischen Grund habe, wie dies das Auftreten der Erscheinung schon an den Quellen wahrscheinlich macht, da bei aussergewöhnlich gefärbten Wassern oft ein ziemlicher Reichthum von organischen Lebewesen, und unter diesen auffallend viel Diatomeen, im Verein mit braunschwarzen Flocken unbestimmter Art, nachgewiesen werden konnte.

Wie wir später sehen werden, sind die Urgebirgswässer vornehmlich an Kieselsäure reich und bieten daher dem Wachsthum der Diatomeen-Kieselpanzer mit ihrem gelbbraunen Zellplasma und den stets begleitenden braunen Flocken ein hervorragend günstiges Feld.

Manche Quellabflüsse scheinen auf diese Weise wie mit manganhaltigen Eisenausscheidungen erfüllt, was sich bei näherem Zusehen immer als diese Anhäufung von unzweifelhaften kleinsten Lebewesen pflanzlicher Natur herausstellt. Dass diese Erscheinung in den grösseren Sammelwässern dem Auge entrickt ist, liesse sich durch die grössere Vertheilung dieser Masse erklären, eine Folge der Bewegung des Wassers. Treten im Verlauf ihres Weges für jene Organismen günstigere Lebensbedingungen ein, zu denen wir einen gewissen Salzgehalt des Wassers und verminderte Bewegung gewiss rechnen können, so wird leicht eine bedeutende Vermehrung derselben Platz greifen können. Ob wir nun ausserdem als Grund der Färbung der Wasser eine nach Quell- und Flussläufen wechselnde Generation von kleinsten Organismen pflanzlicher Natur annehmen oder in der chemischen Umwandlung ihrer Substanz die Ursache jener Erscheinung suchen, in beiden Fällen setzen wir uns mit den Thatsachen nicht in Widerspruch: Kieselreiche Wasser des Urgebirges weisen eine besonders reiche Entwicklung des organischen Lebens auf, sie sind es, die den Keim zu seiner Verbreitung geben. Finden anderwärts für die weitere Ausdehnung dieses Wachsthums günstigere Verhältnisse statt, so wird die Folge auch eine stärkere Färbung des betreffenden Wassers sein (Unterlauf der Saale); im gegentheiligen Fall treten die zerstörenden Einflüsse, mögen sie nun ebenfalls organisirten Wesen zu Grunde liegen oder mehr chemischer Natur sein, in die Erscheinung und vollzieht sich ein Theil jener Vorgänge, die man mit dem noch sehr unbestimmten Begriffe der „Selbstreinigung der Flüsse“ belegt hat (Eger im Unterlauf).

#### Die chemische Untersuchung.

Bei der Prüfung der verschiedenen Wässer auf die Art ihrer Reaktion ist mir kaum ein Fall vorgekommen, in welchem nicht, obschon immer erst nach längerer Zeit, alkalische Reaktion sich gezeigt hätte. Diese Erscheinung wird aber, nach dem verzögerten Auftreten zu schliessen, kaum mit der Gegenwart kleinster Mengen kohlenaurer Alkalien zusammenhängen, sondern in dem Gehalt an kohlenaurer alkalischen Erden, besonders denen des Kalkes seinen Grund haben. Einschlägige Versuche mit Lösungen aus Kalk in feinvertheiltem Zustand in Gegenwart von Kohlensäure und in reinem Wasser, bei gewöhnlicher und erhöhter Temperatur, ergaben in all diesen Fällen, selbst bei Anwendung grösster Vorsicht, immer eine Lösung von alkalischer Wirkung, wie die oben erwähnte.

Von der Analyse und Bestimmung der gebundenen und freien Gase musste abgesehen werden, um die Arbeit nicht über Gebühr in die Länge zu ziehen.

Behufs der Rückstandsuntersuchung wurde in allen Fällen die gewählte Menge nicht abgemessen, sondern abgewogen. Es ist zweifellos, dass die Bestimmung nach Gewicht viel genauer sein muss als die volumetrische. Erstens ist man von der Temperatur unabhängig und dann lässt sich selbst bei genauest kalibrierten Gefässen die Fehlerquelle der verschiedenen Ablesung nicht so weit beheben, dass diese so minimal würde wie bei einer Gewichtsbestimmung.

Bei rückstandsarmen Wässern, zu denen im Allgemeinen jene des Fichtelgebirges zu rechnen sind, liegt kein störendes Moment vor, zwei Resultate zu vergleichen, wovon das eine auf die Einheit von 1000 ccm, das andere auf eine solche von 1000 g bezogen ist. Mit steigendem Gehalt aber wird der Vergleich schwieriger, und da im Allgemeinen bei einer volumetrischen Mengenbestimmung überdies die Temperatur unberücksichtigt gelassen wird, so wäre es sehr zu wünschen, dass die auszuführenden Wasseranalysen sich mehr und mehr auf die Gewichtseinheit bezögen.

Wie im Verlauf der Untersuchung wenn thunlich nur in Platingefässen gearbeitet wurde, und wenn eine Operation in einem Glasgefässe vorgenommen werden musste, jede unnöthige Erwärmung vermieden wurde, so suchte ich auch während der Operationen einen unnöthigen Wechsel der Gebrauchsgefässe zu umgehen. Die Ueberfüllung der Probe aus der Flasche geschah anfangs mittelst Heber, später durch direktes Ausgiessen. Wiegen der Flasche vor und nach dieser Operation ergab das Gewicht des Untersuchungsquantums.

Nachdem der Rückstand nach dem Trocknen bei 110 bis 115° C. bestimmt war, wurde in den meisten Fällen durch gelindes Glühen der Glühverlust ermittelt, aber wenn es irgend thunlich war, in einer zweiten Probe ohne zu glühen, die Alkalien besonders oder zur Controle bestimmt.

Der geglühte Rückstand mit nicht zu grossen, überschüssigen Mengen von kohlenurem Ammoniak wiederholt behandelt, bis Gewichtsgleichheit zweier Bestimmungen eintrat, führte zur Ermittlung der an die alkalischen Erden gebundenen Kohlensäure. Weiter wurde der Rückstand mit Salzsäure gelöst, mit überschüssigem Ammoniak versetzt, eingedampft und wieder mit Wasser aufgenommen, alles mit der sonst auch immer geübten Vorsicht, keine unnöthigen Ueberschüsse der Reagentien anzuwenden, um die an und für sich bestehenden Fehlerquellen nicht noch zu vermehren.

Die Kieselsäure-Abscheidung geschah nicht, wie bei der gewöhnlichen Silikatanalyse, durch Eindampfen bis zur staubigen Trockene und Wiederaufnahme mit Säure, sondern, da sich dieselbe in mehreren Fällen trotz der vorhergegangenen wiederholten Behandlung mit starker Salzsäure als alkalihaltig erwiesen, wurde meist eine Differenzbestimmung gewählt; der Ammoniakniederschlag im Ganzen gewogen, durch Kieselfluorwasserstoffsäure und Schwefelsäure wieder gelöst, erneut mit Ammoniak niedergeschlagen und nochmals bestimmt. Aus der Differenz der Bestimmungen nach der ersten und zweiten Ausfällung mit Ammoniak und unter Anrechnung der etwa noch gefundenen schwefelsauren Alkalien als einfache, wurde die Menge der Kieselsäure gefunden. \*)

\*) Bei den meist sehr wenig bedeutenden Mengen, die auf diese Weise zu trennen waren, erwies sich die Reinheit der verwendeten Reagentien als ein Hauptforderniss. In

Das Gemenge von Thonerde und Eisen mit kohlen-saurem Alkali geschmolzen, liess in dem wässerigen Auszug nach entsprechender Behandlung die Prüfung auf Phosphorsäure vornehmen, während die erneute Lösung von Thonerde und Eisen Gelegenheit gab, das Eisen mit Jodkalium und unterschwefligsaurem Natron zu bestimmen oder auf Titansäure zu prüfen. Die Farbe der obigen Alkalischmelze liess die Gegenwart von Mangan erkennen.

Die Kalk- und Magnesia-Bestimmung böte nichts Erwähnenswerthes, wenn nicht die meist grössere Menge von angewandten Reagentien bei ihrer Ausfällung nicht auch eine besondere Achtsamkeit auf deren Reinheit verlangen würde, und sind die besonders hier üblichen grossen Ueberschüsse der Reagentien zu meiden.\*) Kalk und Magnesia wurden nach dem Wägen immer nochmals gelöst und wieder gefällt, um die meist verunreinigende Kieselsäure und Thonerde in Abzug zu bringen.

Bei den Alkalien wäre hervorzuheben, dass die Bestimmung des Kali aus dem reduzirten Platin genauer vorzunehmen ist, als aus dem abgeschiedenen Platinchloridkalium, da sich ersteres von beigemengten Verunreinigungen viel eichter befreien lässt als letzteres.

Dass bei den Bestimmungen von Chlor und Schwefelsäure mit jener Vorsicht zu Werke gegangen wurde, die eine allenfallsige Gegenwart derselben Stoffe im Arbeitsraum erheischt, ist wohl selbstverständlich. Die Unterschiede, die sich aber besonders in diesem Punkte in den Angaben über die gleichen Objekte in der Literatur finden, veranlassten mich, dies hervorzuheben. Da in beregtem Falle eine Angabe der Zeit der Probenentnahme fehlt, so kann auch nicht entschieden werden ob etwa diese Differenz nur die Folge einer Zeitverschiedenheit ist. Als weitere Stütze der unten folgenden Angaben, sei erwähnt, dass nicht selten zwei und drei übereinstimmende Daten gesammelt wurden.

Der Bestimmung von Salpetersäure und salpetriger Säure konnte leider nicht jene Aufmerksamkeit geschenkt werden, die in vieler Beziehung gerade diese Angaben verdienen. Die salpetrige Säure wurde, so weit sie bei der Analyse ermittelt wurde, mit Chamäleonlösung in der Kälte und die Salpetersäure mit Indigotinlösung nach Marx bestimmt.

#### Berechnung.

Aus der grossen Menge von Wasseranalysen, welche die Literatur aufweist, ersehen wir, dass das unterscheidende Merkmal nicht so sehr in einem Wechsel der Stoffe, welche die fixen Bestandtheile der Wasser bilden, gelegen ist,

Bezug auf die hier zu verwendende Fluss-säure hatte ich ein einfaches Verfahren gewählt, das mir in Hinsicht auf fixe Verunreinigungen eine vollständig reine Säure lieferte. Die rohe Säure wurde in einen grossen Platintiegel gegossen und auf entsprechenden Platinuntersatz ein kleiner Tiegel so eingesetzt, dass er sowohl die Seitenwände des ersteren nicht berührte und auch nicht bis zu dessen obern Rande reichte. Nun versah man den grossen Tiegel mit seinem zugehörigen Deckel und setzte ihn der verlangten Temperatur aus, zuvor aber wurde in den Deckel, zur Abkühlung etwas Wasser gethan. Die rohe Säure kam zur Verdampfung, schlug sich an den kältern Wandungen, besonders des Deckels nieder, sammelte sich hier, um an den konvexen Deckelwandungen nach innen zu gleiten und so in den kleinen Tiegel zu gelangen.

\*) Das Maximum der nöthigen Reagentien-Zuthat wurde durch Rechnung festgestellt und hiermit erwähntem Fehler vorgebeugt.

als vielmehr in deren Mengenverhältnissen. Ein Hauptmoment erwähnter Unterscheidung mag aber in der Wechselbindung der Stoffe liegen und gerade in dieser Hinsicht sind unsere Untersuchungsmethoden noch wenig ausgebaut, oder es haben sich Einzelversuche noch nicht in genügendem Maasse den Weg zur Oeffentlichkeit und Anerkennung gebahnt.

Mehrfache Versuche über die Wechselwirkung in Betracht kommender Salze, die beim Abdampfen eine mögliche Verschiebung ihrer Bindungsweise erleiden würden, hat diese Annahme voll bestätigt. Besonders die kohlen-sauren alkalischen Erden, die kaum einem Wasser gänzlich fehlen, zeigen nach dem Eindampfen mit schwefelsauren Salzen, nicht nur jenen der Alkalien allein, oft sehr bedeutende Abweichungen gegen ihren ursprünglichen Bestand.

Ein Versuch, aus der Zusammensetzung des Trockenrückstandes die ursprüngliche Bindungsweise zu ermitteln, würde daher zu grossen Irrthümern führen. Insbesondere gilt dies von den alkalischen Erden. Weniger bedeutenden Aenderungen sind in gleicher Hinsicht die Alkalien ausgesetzt. Direkte Versuche ergaben auch hier Wechseleinflüsse, die aber mit der Zunahme der Verdünnung an Bedeutung verlieren und, besonders was die Chloralkalien anbelangt, fast minimal genannt werden können.

Ich will die vielen Vorversuche nicht aufzählen, welche angestellt wurden, um die Kenntniss der natürlichen Zusammensetzung der im Wasser gelösten Stoffe anzubahnen, sondern gleich jenen Weg angeben, den ich gewählt, in den angegebenen Fällen zu möglichst einwandfreien Resultaten zu gelangen.

Den Ausgangspunkt der Analysenberechnung bilden gemeiniglich die Alkalien, und zwar die Chloralkalien. Gleich hier finden wir eine so verschiedene Art der Berechnung, dass es Wunder nehmen muss, nicht auf Versuche zu stossen, der Berechnung durch direkte Bestimmungen Stütze zu leihen. Bei den Nachforschungen, die Wechselwirkung von Chlor- und Schwefelsäure-Alkalien zu ermitteln, musste das erste Bestreben dahin gehen, die beiden Arten der Salze zu trennen. Der absolute Alkohol bot hierzu das geeignetste Mittel. Sowohl Chlornatrium als Chlorkalium lösen sich in absolutem Alkohol in reichlichen Mengen, während die schwefelsauren Alkalien schwer (das schwefelsaure Kali fast gar nicht) löslich sind. Unter der Annahme, dass die Chloralkalien im Abdampfrückstand ihre natürliche Verbindung beibehalten, hat man daher im absoluten Alkohol ein Mittel, dieselben von den schwefelsauren Alkalien zu trennen, und weiter, den Antheil von Kali und Natron an den Chlorverbindungen zu ermitteln.

Nach der Berechnung der Chlorverbindungen wird man den Rest der Alkalien an Schwefelsäure gebunden annehmen dürfen, wenn nicht durch Reaktion und sonstiges Verhalten die Gegenwart von kohlen-sauren Alkalien erwiesen ist, oder eine Bindung an Kieselsäure. Der Rest der nicht an Alkalien gebundenen Schwefelsäure kann nur, immer unter der Annahme, man hätte natürliche, nicht verunreinigte Wässer vor sich, an alkalische Erden gebunden sein. Diese aus dem Rückstand bestimmen zu wollen, geht nach dem oben Gesagten nicht an, es bleibt nichts Anderes übrig, als zu versuchen, durch Fällung im ursprünglichen Wasser die eine Verbindung von der anderen zu trennen. Auch hier bietet der Alkohol ausreichende Hülfe. Gyps ist in alkoholhaltigem Wasser schwer, schwefelsaure Magnesia ziemlich leicht löslich. So fand ich, wenn man das ursprüngliche Wasser mit der gleichen bis doppelten Menge reinen, absoluten Alkohols ver-

setzt, dass im ersteren Falle etwa 0,0300 g schwefelsauren Kalkes auf den Liter des Probewassers gerechnet in Lösung bleiben, der Ueberschuss binnen 12—24 Stunden ausgefällt wird und dass im zweiten Falle nur mehr 0,0050 g schwefelsaurer Kalk, auf den Liter gerechnet, der Fällung entgehen. Wird der Gyps in der Fällung und unter Hinzurechnung des unter den gewählten Bedingungen noch gelöst gebliebenen im Gesamtgehalt bestimmt, so ist dann der Rest der verbleibenden Schwefelsäure jener, der an die Magnesia gebunden ist.\*)

Die mögliche Gegenwart von kohlen-sauren Alkalien, salpeter-sauren Salzen, Chlorverbindungen der alkalischen Erden, wie von Ammoniak-salzen, setzt, wenn genannte Salze sich auch meist durch gewisse Löslichkeit in absolutem Alkohol auszeichnen, durch ihre Veränderlichkeit bei Kochhitze der Ermittlung der ursprünglichen Constitution grosse Schwierigkeiten entgegen. Es bleibt späteren Forschungen vorbehalten, auch hier Mittel und Wege zur Erkenntniss ihrer natürlichen Bindungsweise zu finden.

### Ergebnisse der Untersuchung.

#### a) Beobachtungen im Felde.

Während der ersten Fassungszeit vom 17. bis 30. September 1888 herrschte eine mittlere Lufttemperatur von  $11,8^{\circ}$  C., in der zweiten vom 4. bis 8. September 1889 eine solche von  $14,6^{\circ}$  C.

Die Temperatur. Die an die Analysen anschliessende Ordnungstabelle lässt ersehen, dass Quell- und Flusswasser sich mit wenig Ausnahmen in die zwei grossen Gruppen der kälteren Quellen und wärmeren Sammeloberwasser natürlich theilen. Die Aufeinanderfolge der einzelnen Quellen in der Reihe, wie auch die der Sammelwasser, entspricht ebenso den natürlichen Bedingungen für den Wechsel der Temperatur, die ihren Hauptausdruck in der Höhenlage finden.

Die kältesten Quellen des Gebietes sind die des Centralstocks:

Weissmainqueille am Ochsenkopf, 842 m hoch gelegen mit  $5^{0**}$ ) und  $5,5^{\circ}$  C. Dieser Unterschied in den zwei Bestimmungen findet seine theilweise Erklärung in der gleichzeitigen Mengendifferenz, die im ersten Fall 1 Sec. Liter, das andere Mal nur 0,2 S. L. betrug.

Oberer Fürstenbrunnen am Ochsenkopf bei 860 m  $5,3^{\circ}$  C. Es folgt hier die höhere Fürstenquelle der niederen, da erstere gefasst und folglich aus tieferen und somit kälteren Felspartien raschern Abfluss findet, während bei dem Fürstenbrunnen flacher Austritt erwärmend wirken muss und überdiess Ueberwucherung mit Pflanzen den eigentlichen Quellaustritt verdeckt und die Messung erschwert.

Egerquelle, 752 m hoch, mit  $5,6^{\circ}$  und  $5,7^{\circ}$ .

Pfalzbrunnen an der Kösseine (690 m)  $6,5^{\circ}$  bei 3,75 Sec. L. Wasserführung und  $6,2^{\circ}$  bei 0,5 S. L. Hier ist die Aenderung der Temperatur eine

\*) Den Gyps aus der Menge der  $SO_3$  der Fällung zu bestimmen geht nicht an, da oft nicht zu vernachlässigende Mengen dieser Säure in dem sonstigen, meist krystallisirten Niederschlag sich nachweisen lassen, die offenbar nicht an Kalk gebunden sind. Doch lässt sich der Gyps in Folge seiner locker-flockigen Ausscheidung von der meist an den Wandungen der Gefässe fest anhaftenden eben erwähnten sonstigen Fällung, rein mechanisch, leicht trennen.

\*\*\*) Alle Temperaturangaben sind in  $^{\circ}$  Celsius zu verstehen. Doppelangaben beziehen sich auf die zwei Beobachtungsjahre 1888 und 1889. Näheres siehe Analysen-Tabelle.

natürliche. Mit dem verminderten Abfluss treten die constanteren aus tieferen Lagen stammenden, daher auch kälteren Massen in den Vordergrund.

Saalequelle (670 m; 6,6°). Es folgen den Quellen des Centralstocks jene vom Döbraberge. Hohe Tannenquelle (670 m, 6,8°), Eisenbachquelle (560 m; 6,8°), zwei Quellen mit mehr als 100 m Höhenunterschied zeigen die gleiche Temperatur! Es führt aber die tiefere mit 5 S. L. fünfzig mal mehr Wasser als die höhere mit nur 0,1 S. L. Die grosse Wassermenge der ersteren setzt auch raschen Abfluss aus den Oberflächenschichten voraus, wird daher von der zeitig höheren Temperatur derselben nicht derart beeinflusst, wie eine kleine Menge bei überdies ungünstigen Abflussbedingungen.

Ottobrunnen im Reichsforst (630 m; 7,5°). Der Basalt, (dem diese Quelle entspringt), zeichnet sich durch dürftige Verwitterungsrinde und quaderartige Klüftung aus. Das Quellwasser durchdringt nicht dermaassen den Boden wie in andern Schichten; seine Bewegung auf genannten Klüftungen ist also geschlossener, wird daher beim Austritt durch keine allzu mächtige Verwitterungsschicht gehemmt; die Quelle zeigt daher trotz nicht bedeutender Mächtigkeit (1 S. L.) tiefere Temperatur als die folgende viel höhere Quelle bei Klein-Döbra (710 m, 8°), deren nächste Umgebung, unbewaldet, nicht sehr überhöht, thonigen Boden trägt. Auch ist die Wasserführung mit 0,1 S. L. gering. Stollenquelle in Steben (579 m; 8°), Aegidiusquelle (590 m; 8°), Hausbrunnen in Oberhaid (630 m; 8°), Quelle bei Selb (630 m; 8,2°), Quelle bei Hermesgrün (650 m; 8,6°), Brunnen im Alexanderbad (582 m; 9°), Quelle beim Citronenhäuschen (532 m; 9°), Molkenbrunnen (590 m; 9°), Kalbügerbergquelle (495 m; 9°), Quelle in Zedwitz (547 m; 9,7°, Abfluss nach etwa 1 m<sup>3</sup>-Sammlung). Wunsiedeler Stadtbrunnen (511 m; 9,8°), Quellen N. Nordhalben (650 m; 10°, die eigentlichen Quellenabflüsse sind durch Pflanzenwuchs verdeckt). Quelle O. Friedmannsdorf (570 m; 10,2°), die Quelle hat zwar Röhrenfassung, ist aber sehr schwach (0,1 S. L.) und entspringt in unbewaldetem wenig überhöhtem Terrain. Quelle NO. Haidberg (630 m; 10,5°), Brunnstube für die Leitung von Naila (514 m; 10°), nur an einer gehobenen Probe gemessen); endlich als wärmste: Silberbachquelle (550 m; 11,4°). Diese Quelle, 5 km NO. Hohenberg a. d. Eger, entspringt dem Granit. Ihr Zuflussgebiet, mit etwa 1 km<sup>2</sup>, ist zwar bewaldet, die Quellbildung findet aber in einer flachen Thalmulde statt, die mit feinem Granitgrus erfüllt ist. Die Quellbildung ist keine unterirdische, sie vollzieht sich vor unseren Augen, indem das nach der Oberfläche dringende Wasser sich erst tropfenweise sammelt, wie künstliche Einschnitte im Wiesengrunde deutlich zeigen. Der langsame Austritt und die grosse Vertheilung des Wassers bedingt die Annahme der Temperatur der obersten Bodenschichten. Quellen ohne eigentlichen Quellstrang, der in grössere Tiefen reicht, sind den Temperaturschwankungen der Luft und somit der Bodenoberfläche am meisten ausgesetzt.

Die kältesten Bach- und Flussläufe sind: Forellenbach N. Waldsassen (500 m; 8°). Das etwa 1 km<sup>2</sup> grosse bewaldete Zuflussgebiet wird von Gneissphyllit gebildet. Die Abflussmenge mit 4,8 S. L. entspricht ungefähr dem Durchschnitt im Fichtelgebirge, wird aber sichtlich durch eine grosse Anzahl von Quellzuflüssen gebildet, die besonders gegen die Stelle der Probeentnahme den Hauptarm verstärken, der solchergestalt und bei der starken Vege-

tationsdecke, die seinen Lauf begleitet, mehr eine Quelltemperatur aufweist, als die eines offenen Wasserlaufs. Das nächstkälteste Bachwasser ist der etwa 1 km lange NO. Zufluss von 10 S. L. zum Perlenbach, beim Perlenhaus (5 km SO. Rehau) in 545 m Höhe und mit 8,6° C. Das Quellgebiet besteht aus Phyllit, ist bewaldet, die Zuflussmenge eine sehr bedeutende. An dritter Stelle erscheint erst der weisse Main, des höchstgelegenen Gewässers der Reihe 1,5 km vom Quellpunkt bei 700 m Höhe, d. i. 142 m Höhenunterschied, 24 S. L. Wasserführung und etwa 2 km<sup>2</sup> Zuflussfläche, zeigt er eine Temperatur von 9,2°, hat daher auf 400 m Lauf, die er in ungefähr 14 Minuten zurücklegt, seine Temperatur um 1° erhöht.

Zunächst folgt dann die Röslau bei Tröstau; 7 km vom Ursprung bei 558 m Höhe mit 48 Sec. L. Wasserführung zeigt sie eine Temperatur von 9,2°. Es folgt: Doblbach bei Nittenau (10,5°), Weissmain bei Bischofsgrün (623 m; 11°; 200 S. L.), 4,5 km vom Ursprung und etwa 14 km<sup>2</sup> Einzugsfläche. Die Temperatur hat vom letzten Beobachtungspunkt bei Karches an auf 1667 m, in 41 Minuten zurückgelegt, 1° zugenommen. Den Schluss jener offenen Wasserläufe, deren Temperatur sie in die kältere Hälfte der Beobachtungsreihe versetzt, bildet der Egerbach; 1,5 km vom Ursprung, bei 623 m Höhe, mit 10 S. L., auf bewaldetem Phyllitgebiet entspringend, hat er eine Temperatur von 11° C., sie ist daher auf 278 m, die in 11 Minuten zurückgelegt wurden, um 1° gestiegen. Nach 25 km hat die Eger auf 2,7 km 1° zugenommen und auf 50 km erst nach 4,7 km Lauf, die im ersteren Fall in etwas über einer Stunde, im letzteren nach 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Stunden zurückgelegt werden. Es ist aus dem eben Angeführten ersichtlich, welche hohe Bedeutung die Bodenwärme auf die Wassertemperaturen hat, ein Faktor, der die Summe der Wärmeerscheinungen einer längeren Zeit selbstregelnd zum Ausdruck bringt, als die jeweilige Lufttemperatur.

Weiter folgen die Wasserläufe: Kössain bei Rodenzenreuth, Haidenaab, Thüringer Muschwitz, Schwessnitz, Ködelbach, Perlenbach b. Sophienreut, Eger b. Wellerthal, Perlenbach vor Rehau, Wendernbach, Schwessnitz ober Rehau, Forellenbach OON. Waldsassen, Ködelbach (2. Bestimmung), Röslau v. d. E. d. Wendernbachs, Regnitzbach N. Hof, Oelsnitzbach, Regnitz, Kronach, Saale bei Bug, Saale oberhalb Hof, Haidlerbach, Quellteich-Abfluss b. Rehau, Oelschnitz bei Bösseneck, Selbitz v. d. V. m. d. Saale, Eger bei Markt-leuthen, Gulgenbach, Leimitzbach, Eger v. d. V. m. d. Röslau, Saale bei Blankenstein, Röslau v. d. E. in die Eger, Regenfluss bei Pösing.

Wir sehen, dass zum Schluss sich die grössten Oberwasser-Ansammlungen mit einzelnen der geringsten in der Temperatur begegnen. Beide haben die Eigenwärme mit jener der nächsten Umgebung getauscht, die einen durch die Länge der Zeit, bei den anderen wird dies durch die Geringfügigkeit ihrer Ursprungstiefe oder Wassermenge bedingt.

Die Menge. Die hydrographischen Verhältnisse des Fichtelgebirges sind in der geognostischen Beschreibung desselben von v. Gümbel in so anschaulicher und erschöpfender Weise geschildert, dass hier nur auf dieselben verwiesen werden kann. Es mögen aber die Worte Wiederholung finden, die zur allgemeinen Charakteristik dienen: „Das Fichtelgebirge ist nicht wasserarm, aber es ist das Wasser sehr vertheilt; starke Quellen fehlen ganz,

wogegen zahllose kleine Quellchen aus dem geschlossenen Gesteine des Untergrundes, der einer grösseren Wasseransammlung in der Tiefe nicht günstig ist, hervorbrechen.“

Nach der „ombrometrischen und hydrographischen Uebersichtskarte des Königsreichs Bayern“ nebst ihren Beilagen, von der obersten Baubehörde herausgegeben, beträgt die Niederschlagsmenge für die Flussgebiete der Saale und Eger, soweit nur der bayerische Antheil in Betracht kommt, im Durchschnitt jährlich etwa 1000 mm. Auf die Fläche des Einzugsgebietes mit 1848,5 km<sup>2</sup> berechnet, würde dies 58,6 m<sup>3</sup> in der Sekunde ausmachen. Die wirkliche Abflussmenge der Saale zu 4 m<sup>3</sup> ermittelt, und jene der Eger (mit schätzweiser Anrechnung des Wondrebantheils) zu mindest 5 m<sup>3</sup> und beide Mengen als Jahresdurchschnitt des Untergrundabflusses angenommen, würde von dem Niederschlag  $\frac{1}{6,5}$  Theil wieder zum Ausfluss gelangen. Angaben, die Perault für das obere Seinebecken und Mariotte für das Gebiet der Seine oberhalb Paris gemacht\*), stellen im ersteren Fall  $\frac{1}{6}$  und im letzteren bis  $\frac{1}{8}$  der Niederschlagsmenge als faktischen Abfluss fest. Im Vergleich würde sich daher unser Gebiet weder nach Niederschlag noch Abfluss als aussergewöhnlich wasserarm erweisen.

Nach den eben gemachten Annahmen beträgt für den bayerischen Antheil der Saale der Abfluss auf einen km<sup>2</sup>, eine Fläche, die man wohl als im Allgemeinen für Bildung einer Quelle als Mindestmaass annehmen kann, 4,3 Sekunden Liter und jener der Eger im gleichen Fall 5,4 S. L. Aus den Angaben über die gemessenen Mengen bei den untersuchten Quellen finden wir diese Zahlen als Ausnahme nur zweimal erreicht, und im Allgemeinen sehr viel kleinere Zahlen. Die oben citirte Charakteristik findet in dem Angeführten glänzende Bestätigung.

Der grösste Theil unseres Beobachtungsfeldes wird durch die Flussgebiete von Saale und Eger gebildet. Die relative Wasserführung der Schichten in Vergleich setzen zu können, war ihre Ausdehnung festzustellen nothwendig. Hier das Ergebniss:

Saalegebiet.

Die bayerischen Antheile desselben setzen sich zusammen aus: \*\*)

Gneiss (gn) . . . . .	300 km <sup>2</sup>	= 32,2 %
Granit (Gr) . . . . .	41 "	= 4,4 "
Glimmerschiefer (gl) . . . . .	14 "	= 1,5 "
Fleckenglimmerschiefer und Fleck- phyllit (fgl, fph) . . . . .	19 "	= 2,0 "
Serpentin und Chloritschiefer (Sp, chl)	35 "	= 3,8 "
Phyllit (ph) . . . . .	36 "	= 3,9 "
Diabas (Db) . . . . .	30 "	= 3,2 "
Cambrische Schichten (cb) . . . . .	69 "	= 7,4 "
Schalstein (sch) . . . . .	125 "	= 13,4 "
Aeltere Schalsteinbildungen und Chloropitschiefer (ps) . . . . .	20 "	= 2,2 "
Silur, Devon- und Culmschichten (S, dn, cm) etc. . . . .	241,2 "	= 26,0 "
Summe	930,2 km <sup>2</sup>	100,0 %

\*) Quellenkunde von Abbé Paramelle. S. 90.

\*\*) Nach der „geologischen Karte des Fichtelgebirges und Frankenwaldes“ ermittelt

## Egergebiet.

Gneiss im Rös lau- und engeren Eger- gebiet (gn) . . . . .	70 km <sup>2</sup> =	7,6 ‰
Schuppengneiss d. Wondrebgeb. (gn <sup>s</sup> )	57 " =	6,2 "
Glimmerschiefer im engeren Eger- gebiet (ge) . . . . .	27 " =	2,9 "
Glimmerschiefer und Glimmerquarz- schiefer im Wondrebgeb. (gl, ggl)	69 " =	7,5 "
Granit als zusammenhängende Masse (Gr) . . . . .	251 " =	27,3 "
Phyllit und verwandte Gebilde (ph)	258 " =	28,1 "
Basalt (B) . . . . .	54 " =	5,9 "
Der Rest, zumeist jüngere Gebilde, vorwiegend aus Material der Haupt- constituenten, dann zerstreute kleinere Partien derselben. . .	132,3 "	14,5 "
Summe	918,3 km <sup>2</sup> —	100,0 ‰

Für das Saalegebiet ist das Vorherrschen des Gneisses bezeichnend, dem die älteren Eruptivgebilde, dann die Schichten des Cambriums, der Silur-, Devon- und Culm-Bildungen an Bedeutung folgen. Im Egergebiet ist es der Granit, der Phyllit und seine Abarten, und im Anschluss Gneiss und Glimmerschiefer nebst jüngeren Eruptivmassen, die sich vor Allem an dem Aufbau betheiligen.

Obzwar die Flächenausdehnungen der betrachteten Flusssysteme sich fast die Wage halten, das der Eger sogar das kleinere ist, verhält sich, nach oben, die Wasserführung von Saale und Eger wie 4:5.

Es sind verschiedene Momente, die dieses Ergebniss bedingen. Dem Egergebiet gehört ein grosser Theil des Centralstockes des Fichtelgebirges an, wie auch die anschliessenden bedeutenderen Höhen. Die bevorzugte Höhenlage bewirkt reichlichere Niederschläge. Ein ausgedehnter Waldbestand verzögert den raschen Abfluss des Oberflächenwassers und hemmt die Entwässerung weiter Strecken durch allzurasche Verdunstung.

Wie die grössere Erhöhung die Niederschlagsmenge mehrt, so mehrt sie in gleicher Weise die Masse des aufnahmefähigen Bodens über der Entwässerungsschwelle.

Eger und Saale liegen aber am Endpunkt der betrachteten Flussläufe, erstere 413 m, letztere 418 m hoch, also fast in gleicher Höhe.

Ein Hauptmoment, das die Wasserführung bedingt, liegt weiter in den physikalischen Eigenschaften einer Gesteinsart und seinem Verhalten gegenüber den atmosphärischen Einflüssen. Je geschlossener ein Gestein, d. h. je mehr sein Raumgewicht dem sp. G. seiner Mineralmassen sich nähert und die Menge der Luftzwischenräume gemindert erscheint, desto weniger wird dem Wasser Gelegenheit geboten, diese Lufträume auszufüllen, \*) durch Zusammen-

\*) Der Krystallfeldspath des Fichtelgebirges mit dem sp. G. 2,580 hat als feines Pulver ein Raumgewicht von 1,355, kann daher als solches 47,5‰ Wasser aufnehmen; der Hochwasserschlamms der Eger an der Landesgrenze besitzt das sp. Gew. 2,527 und das Raumgewicht 0,897, ist also befähigt, ohne Raumvermehrung 64,5 ‰ Wasser aufzunehmen.

fluss zur Quellbildung Anlass zu geben und zugleich jene Vorgänge einleiten zu können, die zur Bildung der Verwitterungskurve führen, jener durch vermehrte Luftführung für die Wasserhaltung so hochbedeutsamen Oberflächen-Gebilde.

Aber nicht blos das Gefüge der kleinsten Theile, die Textur der Gesteine übt einen Haupteinfluss auf die Wasseraufnahmefähigkeit aus, oft noch grösseren besitzt die Art des Wechsels der verschiedenen Gesteine zu grösseren Verbänden, die Veränderungen, die im Laufe der Zeit ihr innerer und äusserer Aufbau erlitten; Klüftung, Schieferung, Faltung, kurz die Struktur, die Schichtenstellung, alles, was uns die Geologie eines Theils der Erdrinde kennen lehrt, wird in besagter Beziehung von hoher Bedeutung.

Doch wir kehren von diesen flüchtigen, allgemeinen Betrachtungen zu unserem speziellen Fall zurück, um wenigstens die geologischen Hauptconstituenten in Bezug auf Wasserführung zu prüfen.

Zu den ursprünglich dichtesten Gesteinen gehörten unzweifelhaft die eruptiven. Der Basalt, als jüngstes dieser Gebilde, ist im Egergebiet mit 54 km<sup>2</sup> Fläche vertreten und im Reichsforst, seinem grössten kompakten Auftreten, mit 24 km<sup>2</sup>. Seine Wasserführung beschränkt sich im Innern dieser Masse auf wenige schwache Quellen, denen sich randlich noch einige von gleichem Charakter anschliessen. Eine Schätzung der sichtbaren Abflüsse wird kaum über 10 S. L. ergeben, während der Durchschnitt (siehe oben) einer gleichen Fläche im Egergebiet 130 S. L. entspricht. Die Texturverhältnisse allein in Wirksamkeit, würden die Wasserführung noch weiter herab drücken. Die Klüftung, die das Gestein in fast regelmässige, bis über kopfgrosse Stücke zertheilt, ermöglicht erst die beobachtete dürftige Wasserführung. In engster Verbindung mit dem Widerstand, den die Textur besonders dieses Basaltes dem Eindringen des Wassers entgegenstellt, steht die dürftige Verwitterungsdecke und ihre oft karge Vegetation, die aber wiederum einen starken Contrast zu dem später nachzuweisenden reichen Gehalt der Basaltwässer an kulturgünstigen Bestandtheilen ergiebt.

Die älteren Eruptivmassen oder aus solchen entstandene Gebilde treten im Saalegebiet in grosser Verbreitung auf. Die grösste Masse des Diabases N. Steben, von 20 km<sup>2</sup> Ausdehnung dient der Thüringer Muschwitz als Zuzugsgebiet, welche an seiner Grenze 25 S. L. Wasser führt. Die Durchschnittsabflussmenge für eine gleiche Fläche des Saalegebiets betrüge 86 S. L. — Der Unterschied zwischen „Haben“ und „Soll“ stellt sich also nicht so ungünstig wie beim Basalt, ist aber immer noch besonders in Anbetracht der massigen, mächtigen Entwicklung ein geringer und gilt hier dasselbe, was beim Basalt im Anschluss bemerkt wurde.

Der Schalstein findet N. Hof seine grösste Verbreitung (77 km<sup>2</sup>); Regnitzbach und Haidlerbach, die vielleicht der Hälfte des Gebietes, aber auch noch anderen Schichten, als Abfluss dienen, geben zusammen 11,7 S. L. Auf 38,5 km<sup>2</sup> treffen im Saalerayon im Durchschnitt 165 S. L.

Auch beim Granit, dem ältesten krystallinischen Massen-Gebilde, liegen einige ziffermässige Belege vor, die seinen Wasserverhältnissen bestimmteren Ausdruck leihen.

Der Weissmain führt bei Karches 24 S. L. auf 2 km<sup>2</sup>, bei Bischofsgrün 200 S. L. auf 14 km<sup>2</sup> Zuzugsfläche. Auf den km<sup>2</sup> kommen daher

im ersten Fall 12, im anderen 14 S. L. Der Niederschlag mit jährlich 1400 mm Höhe beträgt auf 1 km<sup>2</sup> 44 S. L., ist daher 4 bis 3 mal so gross als die jeweilige Abflussmenge. Diese Zahlen lehren: Der erhöhte Niederschlagsmenge steht auch eine erhöhte Aufnahmefähigkeit zur Seite, die aber in diesem Gebiete von der Höhe zur Tiefe entsprechend den Flächen und besonders den Massenverhältnissen ansteigt. In den zwei betrachteten Fällen ist das Flächenverhältniss rund 1 : 7, das Massenverhältniss 1 : 10, das der Wasserführung 1 : 8 und mehr, liegt also zwischen den beiden vorgenannten.

Das engere Egerquellgebiet, bis zur Vereinigung derselben mit der Rösiau, misst rund 300 km<sup>2</sup> und besteht zu  $\frac{2}{3}$  aus Granit, während das letzte  $\frac{1}{3}$  von Gneiss, Phyllit und diesen ähnlichen Gesteinen gebildet wird. Der Abfluss beträgt per km<sup>2</sup> 8,5 S. L., — steht daher bedeutend über dem Mittel des ganzen Egergebiets. Mag dieses Ergebniss auch durch den grossen Antheil der ältesten Schichtgesteine mit stark beeinflusst werden, so werden die obigen Angaben und die Hauptbetheiligung des Granits im engern Egerantheil doch den Schluss erlauben, dass derselbe eine, in diesem Fall, über dem Normalen stehende Wasserführung aufweist, die sich aber auf die massige Entwicklung, bevorzugte Höhenlage, vorherrschende Waldbedeckung und eine oft bedeutende Zerklüftung stützt, welch' letzterer meist eine starke Zersetzung der Mineralmassen folgt. Ohne diese Bevorzugung würde der Granit wahrscheinlich nicht zu jener Wasserarmuth sinken, wie wir sie an den jüngeren und älteren Eruptivsteinen nachgewiesen, aber den älteren krystallinischen Massengesteinen sich eng anschliessen.

Die zur Wasserführung vorbestimmt erscheinenden Gebilde sind die Schichtgesteine. Gneiss, Glimmerschiefer, Phyllit und ihr Gefolge sind es, die sowohl im Saale- als im Egergebiet in Summe den grössten Raum einnehmen, dort über  $\frac{1}{3}$  und hier bis  $\frac{1}{2}$  der ganzen Fläche, und somit für den Gesamtcharakter der Wasserführung von Einfluss sein müssen.

Besonders der Phyllit ist es, der sich sowohl durch grösseren Quellreichtum, und, nach den gesammelten Daten, auch in der Führung grösserer Wassermengen derselben auszeichnet, trotzdem ihm weder Massen- noch bedeutende Höhenentfaltung zur Seite stehen. Der bevorzugten Stellung betreffs der Wasserführung entsprechend, zeigt der Phyllit eine gleiche in Bezug auf Bodenbildung und im Verein beider auch in den Vegetationsverhältnissen in seinem Bereich.

Die andern, noch zu nennenden Schichtgesteine schliessen sich dem Phyllit in gleicher Eigenschaft in dem Maasse an, als sie in den oben gedachten Bedingungen für die Wasserführung sich demselben nähern.

#### b) Der chemische Befund.

Ehe wir die Vertheilung der einzelnen Bestandtheile der Trockenrückstände nach Menge und Ursprung in näheren Betracht ziehen, möge eine allgemeine Uebersicht der Quell- und Sammelwässer in gleicher Hinsicht Platz finden.

Von 68 Angaben beziehen sich 30 auf Quellen. Der Kürze halber wollen wir die Ordnungshälfte mit den geringeren Mengen „arm“ und die andere „reich“ bezeichnen und erhalten dergestalt für die verschiedenen Bestandtheile den absoluten Zahlen nach folgende Vertheilung:

Kieselsäure	19	Quellen reich,	11	arm,
Thonerde	15	"	"	15 "
Kalkerde	12	"	"	18 "
Bittererde	12	"	"	18 "
Kali	11	"	"	19 "
Natron	13	"	"	17 "
Chlor	10	"	"	20 "
Schwefelsäure	13	"	"	17 "
Kohlensäure	11	"	"	19 "
Glühverlust weniger Kohlensäure	16	"	"	14 "
Trockenrückstand	14	"	"	16 "

Wir ersehen hieraus, dass die Quellen ausser an Kieselsäure und der mit derselben im engsten Ursprungszusammenhang stehenden Thonerde nur noch im Werthe „Glühverlust weniger Kohlensäure“, der im Allgemeinen dem Gehalt an organischer Substanz nahe kommen wird, bevorzugt erscheinen. Wie wir später sehen werden, sind die Quellen der ältesten Gebilde besonders reich an Kieselsäure, und diesen gehört auch das Ursprungs- und Hauptgebiet beider betrachteten Flusssysteme an, es werden daher die späteren, hauptsächlich kieselsäureärmeren Zuflüsse diesen Gehalt im Hauptlauf immer mehr herabdrücken müssen. Das häufige Auftreten von Diatomeen in kieselsäurereichen Quellwässern (im Egerquellschlamm wurden z. B. 0,07% Diatomeenreste bestimmt) lässt schliessen, dass ein reichliches Wachstum dieser Pflanzen im offenen Quellwasser diesem während des Laufes einen Theil der Kieselsäure entziehen muss. Auch ist es denkbar, dass die Löslichkeit derselben durch Umsetzungen und Gehaltsänderung des Wassers vermindert wird und selbe dadurch zur Ausscheidung gelangt.

Der grössere Gehalt an organischer Substanz in den Quellen erklärt sich, wie schon erwähnt, aus den häufigen Moor- und Torfbildungen, zu denen eine flachmuldige Terraingestaltung im Bereich des älteren Gebirges oft Anlass gibt und mit vielen Quellen in innigem Bezug steht. Auch scheinen, wie berührt, Kieselsäure und organische Substanz in naher Beziehung zu stehen.

Unter allen Stoffen zeigen die Quellen im Chlorgehalt die geringste Verhältnisszahl, obgleich einige unter aussergewöhnlichen Verhältnissen stehende Quellen (Hausbrunnen in Oberhaid, Brunnen in Zedtwitz etc.), diese Zahl über den eigentlichen Durchschnitt des Beobachtungsfeldes erheben. Es wird schwer fallen im Allgemeinen zu entscheiden, ob dieses Anwachsen des Chlorgehalts mit der Menge des führenden Wassers seinen Grund in der reichlicheren Menge von Chlor in den nacheinander durchflossenen Schichten hat, oder aber anzusehen ist, als natürliche Folge des mit dem Wasserlauf wachsenden Kulturinflusses.

Ein Gleiches mag von der Schwefelsäure gelten, die aber gegen Chlor in den Quellen ein steigendes Verhältniss zeigt, theilweise wohl der verschiedenen Verbreitungsart dieser Stoffe als Kulturanfall, entsprechend. Chlor, in diesem Falle fast nur als Kochsalz denkbar, findet seine Verbreitung nur mittelst eines flüssigen Mediums, die Schwefelsäure als Produkt der Kultur wird durch die Luft zumeist verbreitet und kann daher in den niederschlagsreicheren Quellgebieten leicht eine Anreicherung gegenüber dem natürlichen Bestand bewirken.

Die Durchschnitts-Armuth der Quellen an Kohlensäure im Rückstand steht in nächster Verbindung mit der gleichen Erscheinung in Bezug auf die alkalischen Erden. Wie die Hauptmasse des Beobachtungsfeldes dem Urgebirge angehört, dessen Wasser sich durch Armuth an diesen Stoffen auszeichnet, so findet die Kohlensäure bei solchem Verhältniss auch die entsprechend geringe Gelegenheit zur Bindung, da sie fast ausschliesslich nur an alkalische Erden gekettet sich findet.

Das Zurückstehen der Alkalien in den Quellen scheint im ersten Augenblick schwer erklärlich, da diese mit der Kieselsäure und Thonerde in nächster Ursprungsbeziehung stehen. Die Lösung des Räthsels erscheint leichter, wenn wir uns des Haltungsvermögens der Krume für diese Stoffe erinnern und bedenken, je weiter wir zu Thal steigen, desto grössere Erdmassen sich des überschüssigen Wassers entledigen und dieses umsomehr Zeit und Gelegenheit finden muss sich mit überhaupt lösbaeren Stoffen anzureichern.

Wir kommen nun zu den einzelnen Rückstandsbestandtheilen und finden sie in natürlicher Weise geordnet nach dem Gang der Untersuchung. Die Uebersichtlichkeit zu mehren, sind die Extreme, absolut genommen und dann relativ, namentlich angeführt.

## Quell- und Flusswasser des Fichtelgebirges und angrenzender Gebiete geordnet nach:

Ordnungs-Nummer	Der Temperatur		Der Rückstands-menge		Den Si O <sub>2</sub> Gehalt		Den Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Gehalt		Ca O Gehalt		Mg O Gehalt		Cl Gehalt		S O <sub>2</sub> Gehalt		K <sub>2</sub> O Gehalt		Na <sub>2</sub> O Gehalt		CO <sub>2</sub> Gehalt		Glüh-verlust wenig. d. CO <sub>2</sub>		
	Nr. d. Anal-Tab.	° C	Nr. d. Anal-Tab.	1/10 mg im Liter	Nr. d. Anal-Tab.	1/10 mg im Liter	Nr. d. Anal-Tab.	1/10 mg im Liter	Nr. d. Anal-Tab.	1/10 mg im Liter	Nr. d. Anal-Tab.	1/10 mg im Liter	Nr. d. Anal-Tab.	1/10 mg im Liter	Nr. d. Anal-Tab.	1/10 mg im Liter	Nr. d. Anal-Tab.	1/10 mg im Liter	Nr. d. Anal-Tab.	1/10 mg im Liter	Nr. d. Anal-Tab.	1/10 mg im Liter	Nr. d. Anal-Tab.	1/10 mg im Liter	Nr. d. Anal-Tab.
1	5	5	15	227	22	20	61	6	34	6	21	5	16	12	5	29	3	11	17	15	21	11	2	25	
2	5,3	22	229	53	28	22	7	21	7	7	31	12	2	30	21	11	7	17	6	13	32	31			
3	5,5	2	249	67	34	46	8	5	8	7	44	12	15	31	22	11	32	18	34	13	67	31			
4	16	5,6	21	278	37	39	58	9	7	13	26	7	5	13	30	31	5	12	5	19	5	15	15	41	
5	15	5,7	3	295	30	40	59	9	6	14	44	7	6	13	31	31	15	12	6	21	3	19	16	46	
6	6	6,2	31	313	59	44	11	10	2	14	4	8	21	14	6	34	27	14	2	21	7	19	21	48	
7	3	6,5	16	314	15	48	15	10	3	14	8	8	42	14	10	35	8	15	15	23	4	20	17	49	
8	32	6,6	5	319	46	48	58	10	22	14	15	8	15	15	32	35	31	15	16	24	43	20	6	50	
9	42	6,8	17	321	49	48	12	11	31	14	17	8	2	16	13	40	37	15	8	25	15	21	3	51	
10	41	6,8	32	323	61	48	21	11	37	14	34	8	3	16	19	41	41	15	9	26	17	22	8	51	
11	65	7,5	30	336	2	54	50	11	4	15	43	8	7	16	29	41	68	15	22	28	16	33	20	52	
12	43	8	6	359	62	56	38	12	43	15	43	5	10	32	16	32	41	17	16	21	30	37	25	53	
13	39	8	7	365	31	61	14	12	15	16	16	10	17	17	16	42	1	17	53	31	22	26	48	53	
14	26	8	43	367	21	63	3	19	17	16	30	10	39	17	37	44	51	17	3	33	30	26	47	55	
15	36	8	34	379	48	64	4	13	32	16	67	10	43	17	3	45	53	17	10	35	31	26	51	56	
16	29	8	37	390	47	68	63	13	1	20	23	11	48	17	4	45	65	17	31	35	26	37	12	60	
17	24	8,2	8	393	35	75	49	14	29	20	42	11	28	17	23	46	12	18	67	35	8	28	31	60	
18	38	8,6	46	414	38	80	1	15	30	20	1	12	64	17	38	46	16	18	43	38	42	28	43	60	
19	34	8,6	53	418	18	81	45	15	42	20	9	12	9	18	33	48	26	18	48	39	1	29	58	60	
20	23	9	19	418	3	83	66	15	16	21	37	12	10	18	8	49	40	18	4	40	2	32	41	61	
21	25	9	67	428	58	84	67	15	24	23	10	13	22	18	34	49	7	19	12	40	9	32	50	64	
22	44	9	48	432	45	89	41	16	35	23	33	13	23	18	43	50	13	19	47	41	44	32	64	64	
23	67	9	4	439	32	92	39	17	9	24	22	14	27	18	28	50	2	20	34	42	29	33	5	65	
24	7	9,2	35	458	20	92	17	26	24	6	16	30	18	24	51	11	20	37	42	32	33	9	68	58	
25	10	9,2	9	467	34	96	36	17	8	25	18	16	8	19	50	51	43	20	41	42	24	37	53	69	
26	40	9,7	47	470	16	97	17	23	32	29	16	41	19	12	52	28	20	51	42	33	39	4	72	60	
27	11	9,8	44	479	57	100	9	18	33	32	31	16	25	29	18	55	6	21	59	42	23	40	55	72	
28	48	10	42	497	63	100	51	18	44	32	49	17	45	20	35	55	10	21	42	43	35	40	7	74	
29	27	10,2	49	508	17	101	19	68	34	24	18	46	21	44	55	19	21	46	44	46	60	30	74	63	
30	28	10,5	12	532	54	104	35	19	47	40	2	19	29	22	27	56	46	21	44	47	10	63	14	76	
31	68	10,5	26	534	55	104	5	21	46	48	32	19	65	23	17	58	56	21	35	50	49	63	23	76	
32	8	11	10	567	13	106	20	21	53	54	19	20	34	24	47	58	64	21	13	51	68	68	34	76	
33	45	11	18	571	14	108	31	21	48	56	20	20	68	25	51	59	44	22	55	52	18	70	46	76	
34	17	11	20	593	51	108	54	21	49	60	35	20	47	26	4	60	35	22	26	53	67	70	59	78	

Anmerkung: Die liegenden Ziffern beziehen sich auf Quell-, die stehenden auf Sammelwasser.

Untersuchungen von Quell- und Flusswasser.



17	11/9. 89	Egerbach vor dem Austritt aus dem Waldgebiet; 1,5 km. vom Ursprung. 620 m.	qph. gnph. ph.	11 34	10	321 101 29 14,2	—	5,3 17 24 5,4	0,6 2 —	Sp.	5 16 8 11,9	2,5 9 12 2,8	5,0 16 15 4,2	4,7 5,3 12 10,0	18,1 5,8 12 8,6	6,9 22 49 12,3	15,3 7 7 20,5	—	—	Quarzphyllit (qph) Gneissphyllit (gnph) Phyllit (ph)	17		
18	7/9. 89	Eger unterhalb der Eisenbahnbrücke bei Marktleuthen 25 km. vom Ursprung. 516 m.	qph. gnph ph. Gr. gn. gl.	15 59	1440	571 81 19 14,6	—	31,3 50 7,1	0,5 3 0,5	—	68 16 38 10,1	2,5 16 25 3,2	5,0 4,2 35 3,3	4,7 5,3 36 11,0	15 17 57 7,1	12 49 27 6,5	6,9 22 33 11,4	15,3 7 48 25,2	—	2	—	Quarzphyllit (qph) Gneissphyllit (gnph) Phyllit (ph) Granit (Gr) Gneiss (gn) Glimmerschiefer (gl)	18
19	22/9. 88	Eger an der Brücke b. Wellerthal Etwa 37 km. vom Ursprung. 471 m.	qph. gnph. ph. Gr. gn. gl.	12,3 42	4000	632 92 38 14,6	—	4,5 62 3,5	0,5 —	—	64 20 36	2,5 21 3,2	5,0 16 29 3,3	4,7 5,3 46 11,0	18,1 5,8 52 9,0	6,9 22 35 11,4	15,3 7 60 25,2	—	2	1	Quarzphyllit (qph) Gneissphyllit (gnph) Phyllit (ph) Granit (Gr) Gneiss (gn) Glimmerschiefer (gl)	19	
20	5/9. 89	Eger v. d. Vereinigung m. d. Rös-lau, etwa 50 km. v. Urspr. 418 m.	qph. gnph. ph. Gr. gn. gl. P. B.	16,3 62	2565	593 92 34 22,7	—	21 32 3,9	3 0,7	Sp.	80 42 2,5	2,5 8,3 1,8	5,0 32 4,0	4,7 5,3 10,8	18,1 5,8 50	6,9 22 3,9	15,3 7 17,3	—	3	19	Quarzphyllit (qph) Gneissphyllit (gnph) Phyllit (ph) Granit (Gr) Gneiss (gn) Glimmerschiefer (gl) Felsitporphyr (P) Basalt (B)	20	
21	13/5. 88	Haidenaab bei Muckenreuth. 600 m.	ph.	12 37	140	278 63 14 8,7	Sp.	11 10 3,1	2 1,3	Sp.	7 2 6,1	5 1 6,1	11 11 4,8	4,7 5,3 12,2	18,1 5,8 7,9	6,9 22 11,4	15,3 7 23,1	—	—	Phyllit (ph)	21		
22	20/5. 88	Regenfluss b. Pösing NO v. Roding. 360 m.	Gr.	19,5 65	—	229 20 1 35,8	Sp.	7 2 8,8	3 1,0	—	14 8 5,2	1,4 2,3 1,8	11 11 5,4	4,7 5,3 12,7	18,1 5,8 3,0	6,9 22 6,5	15,3 7 12,4	—	—	meist Granit (Gr)	22		
23	19/9. 88	Brunnen im Alexanderbad; 2,5 km. SSO Wunsiedel. 582 m.	ph.	9 20	0,2	614 220 36 31,9	S.	5,4 64 5,5	6 0,5	—	32 26 3,0	1,1 1,6 2,3	3,3 5,4 3,8	4,7 5,3 8,7	18,1 5,8 4,3	6,9 22 4,8	15,3 7 23,2	—	—	Phyllit (ph)	23		
24	22/9. 88	Quelle 2 km. NNW. Selb. 630 m.	gn.	8,2 17	0,5	769 246 46 11,0	—	4,2 61 2,7	4 0,3	—	23 20 28,7	1,8 2,9 3,1	2,9 4,6 2,5	4,7 5,3 7,1	18,1 5,8 1,6	6,9 22 5,9	15,3 7 11,1	—	—	Gneiss (gn)	24		
25	22/9. 88	Quelle am Citronenhäuschen b. Sinatengrün, 3,5 km. NO Wunsiedel. 532 m.	ph. K.	9 21	20	1239 136 58 25,3	—	33 45 5,4	3 0,5	—	35,6 63 4,5	3,9 1,3 3,4	3,1 5,1 9,9	4,7 5,3 6,2	18,1 5,8 19,8	6,9 22 5,1	15,3 7 18,6	—	—	Phyllit (ph) körniger Kalk (K)	25		
26	26/9. 88	Aegidiusquelle, 0,5 km. SW. Stammbach b. Münchberg. 590 m.	gn. Gp.	8 14	2	534 135 42 15,0	—	29 43 4,0	3 0,5	—	24 24 10,7	7 4 6,0	18 19 1,8	4,7 5,3 10,7	18,1 5,8 2,3	6,9 22 15,0	15,3 7 26,7	—	—	Gneiss (gn) Pegmatit (Gp.)	26		
27	26/9. 88	Quelle, 750 m. O. Friedmannsdorf, 6 km. SSW. Münchberg. 570 m.	gns.	10,2 29	0,1	769 115 47 26,4	—	31 51 7,7	4 0,6	Sp.	82 43 9,5	4,6 4,8 5,5	1,8 6 2,3	4,7 5,3 12,0	18,1 5,8 2,0	6,9 22 4,4	15,3 7 13,0	—	—	Hornblendegneiss (gns)	27		
28	11/9. 89	Quelle NO Haidberg bei Zell. 630 m.	gns. (Sp.?)	10,5 30	0,1	876 232 51 40,7	—	68 66 6,5	5 0,7	—	83 44 3,2	5,5 5,4 2,6	2,0 2,6 5,3	4,7 5,3 9,7	18,1 5,8 3,6	6,9 22 6,6	15,3 7 15,3	—	—	Hornblendegneiss (gns) Serpentin (?) (Sp.)	28		
29	18/9. 88	Forellenbach N Waldsassen, vor Einmündung in d. Weiher, nach 1,25 km. Lauf. 500 m.	gnph.	8 16	4,8	619 252 37 11,9	—	40 60 6,9	4 1,5	—	20 17 5,9	1,6 2,6 3,0	3,6 5,9 7,5	4,7 5,3 19,0	18,1 5,8 5,4	6,9 22 7,8	15,3 7 22,0	—	—	Gneissphyllit (gnph)	29		
30	18/9. 88	Forellenbach 0,8 km. OON Waldsassen, nach 2 km. Lauf 473 m.	ph.	13 46	54	336 40 15 20,8	—	23 37 7,2	5 0,6	—	20 18 4,7	1,0 1,4 5,5	2,5 6,4 11,9	4,7 5,3 4,1	18,1 5,8 10,6	6,9 22 8,8	15,3 7 20,5	—	—	Phyllit (ph)	30		
31	26/9. 88	Schwesterquelle d. Saalequelle 100 m. N derselbeu.	fph.	7,4 11	1	313 61 13 28,5	Sp.	21 33 9,3	2 0,6	Sp.	14 9 5,0	1,6 2,7 5,9	1,5 3,5 7,7	4,7 5,3 12,3	18,1 5,8 4,9	6,9 22 10,2	15,3 7 9,6	—	—	Fleckenphyllit (fph)	31		
32	10/9. 89	Quelle der Saale, 4,5 km. WWN Weissenstadt. 670 m.	fph.	6,6 8	1,9	323 92 23 27,0	—	30 46 9,2	2 0,5	Sp.	16 15 4,9	1,9 3,1 2,0	2,5 3,9 5,2	4,7 5,3 7,4	18,1 5,8 12,3	6,9 22 6,0	15,3 7 19,8	—	—	Fleckenphyllit (fph)	32		
33	21/9. 88	Perlenbach bei Sophienreut, 5 km. SO Rehau. 555 m.	gl. ph.	12,3 41	216	651 176 38 25,3	Sp.	6,0 65 9,7	3 0,8	—	32 27 1,6	1,3 2,2 6,6	3,4 5,4 11,0	4,7 5,3 6,4	18,1 5,8 12,9	6,9 22 3,4	15,3 7 20,1	—	—	Glimmerschiefer (gl) Phyllit (ph)	33		
34	21/9. 88	Bach O vom Perlenhaus, 4,2 km. SO Rehau. 545 m.	ph.	8,6 19	10	379 96 15 25	Sp.	37 65 9,7	3 0,8	Sp.	6 1 10	8 10 40	2,5 4,2 2,3	4,7 5,3 3,2	18,1 5,8 21	6,9 22 3	15,3 7 3,2	—	—	Phyllit (ph)	34		

Untersuchungen von Quell- und Flusswasser.

57

Anmerkung: — auf den betreffenden Stoff nicht geprüft. S. bedeutet starke Sdur. Die klein gedruckten Zahlen unter dem mit grösseren Ziffern gegebenen Analysenbefund bedeuten die Ordnungszahl, die der jeweiligen Stoffmenge unter den 68 Untersuchungsobjekten, aufsteigend, zukommt, desgleichen die darüberstehende die Prozentzahl des betreffenden Bestandtheiles auf den bei 110 getrockneten. Rückstand berechnet.

## Quell- und Flusswasser des Fichtelbirges und angrenzender Gebiete.

Lfd. Nr.	Zeit der Proben-Einnahme.	Bezeichnung, Ort und Höhenlage.	Geolog. Ursprung.	Temper.	Menge in Sec. Litern.	Summe der fixen Bestandth.	In 1000 g. Wasser sind enthalten in $\frac{1}{10}$ mg.														Geologischer Ursprung.	Lfd. Nr.				
							SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Cl	SO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	Glühv. wenig. CO <sub>2</sub>			NO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		
35	25/9. 88	Perlenbach knapp vor Rehau. 520 m.	gl. ph. cb <sup>1</sup>	12,5 43	480	458 24	16,4 75	—	4,1 19	0,3 4	—	5,0 23	4,3 20	4,7 22	10,9 50	9,3 43	12,0 55	—	3,7 40	23,4 107	—	—	Glimmerschiefer (gl) Phyllit (ph) untere cambrische Schichten (cb <sup>1</sup> )	35		
36	26/9. 88	Hausbrunnen in Oberhaid, 1,5 km. SW. Zell. 630 m.	Sp. chl.	8 15	0,5	3021 68	189 58	—	0,6 25	0,5 16	Sp.	8,5 56	15,1 68	1,5 66	7,5 68	13,5 68	6,7 65	—	40,2 1209	—	—	4	10	Serpentin (Sp.) Chloritschiefer (chl)	36	
37	25/9. 88	Quelleich-Abfluss; 4 km. SSW. Rehau. 590 m.	cb <sup>1</sup>	15 56	0,5	390 16	39 4	Sp.	8,2 52	0,5 2	Sp.	3,5 10	3,1 20	3,8 9	10,8 24	6,9 35	11,2 14	—	6,4 25	35,0 136	—	—	—	—	Untere cambrische Schichten (cb <sup>1</sup> )	37
38	29/9. 88	Quelle bei Hermesgrün. 650 m.	Db	8,6 18	0,1	1249 59	80 18	Sp.	1,0 12	0,3 2	Sp.	25,6 61	5,1 57	2,6 53	7,6 61	2,4 37	3,7 18	—	22,6 283	9,4 118	—	—	1	165	Diabas (Db)	38
39	29/9. 88	Stollenquelle im Bad Steben. 579 m.	dn <sup>1</sup> Db, sch	8 13	2—3	1620 64	136 46	—	1,1 23	0,2 3	—	34,1 552	4,0 65	1,5 24	4,4 72	1,1 17	17,4 282	—	20,5 332	7,4 120	—	—	—	—	Untere Devonschichten (dn <sup>1</sup> ) Diabas (Db) Schalestein (sch)	39
40	25/9. 88	Quelle im Ort Zedwitz, 4,5 km. NNW. Hof 547 m.	sch.	9,7 26	—	1447 61	252 66	—	5,2 63	2 4	—	16,8 55	9,4 63	1,2 20	6,0 59	5,3 65	4,7 39	—	22,2 60	12,7 63	—	—	0,4 1	7	Schalestein und ihm angeschlossene Mandelsteine im Allgemeinen (sch)	40
41	27/9. 88	Eisenbachquelle am Döbraberg. 560 m.	dn, ck.	6,8 10	5	752 45	94 25	Sp.	2,1 22	0,4 3	Sp.	28,5 52	3,9 39	2,0 10	5,7 25	2,6 26	7,9 36	—	26,3 51	8,0 20	—	—	—	—	Devonschichten (dn) Kohlen- oder Bergkalk (ck)	41
42	27/9. 88	Hohe Tannenquelle am Döbraberg. 670 m.	dn	6,8 9	0,1	497 28	152 54	Sp.	5,2 41	0,4 2	Sp.	4,0 19	2,2 17	5,8 47	8,6 28	2,8 7	16,0 52	—	5,6 18	18,4 92	—	—	—	—	Devonschichten (dn)	42
43	28/9. 88	Quelle 150 m S. Klein-Döbra (höchste Quelle am Döbraberg.) 710 m.	dn	8 12	0,1	367 14	109 35	Sp.	7,6 28	0,6 2	Sp.	4,1 15	2,1 8	5,5 20	10,3 38	4,6 17	13,6 50	—	5,5 20	16,3 60	—	—	—	—	Devonschichten (dn)	43
44	27/9. 88	Molkenbrunnen 2,5 km. SSW. Naila. 590 m.	dn	9 22	—	479 27	116 37	—	6,2 49	0,4 2	—	6,7 32	1,5 5	4,6 33	9,8 30	2,5 3	11,5 29	—	6,7 32	25,9 124	—	—	—	—	Devonschichten (dn)	44
45	27/9. 88	Brunnstube für die Leitung von Naila. 514 m.	dn	11 33	—	1821 66	89 22	Sp.	0,8 19	0,2 3	—	36,6 68	2,5 49	1,3 37	3,1 34	1,1 28	6,0 59	—	31,4 573	12,1 219	—	—	—	—	Devonschichten (dn)	45
46	30/9. 88	Quellen 1,5 km. N. Nordhalben. 650 m.	cm	10 28	5	414 18	48 8	Sp.	1,9 8	—	Sp.	11,6 48	4,8 31	5,1 35	10,6 30	5,1 29	16,4 48	—	14,5 60	18,3 76	—	—	—	—	Culmschichten (cm)	46
47	30/9. 88	Ködelbach a. d. Mautmühle, 6 km. SSW. Nordhalben. 383 m.	cm	13 47	30	470 26	68 16	—	7,6 36	0,9 4	Sp.	8,5 40	8,7 41	5,3 25	8,7 41	5,5 26	12,4 58	—	16,2 76	11,1 55	—	—	—	—	Culmschichten (cm)	47
48	18/9. 89	"	cm	12,3 40	25	432 22	64 15	Sp.	3,9 26	0,7 2	—	13,0 56	7,1 31	6,7 29	9,0 39	3,9 17	10,4 45	—	18,0 78	12,3 53	—	—	0,1 1	4	Culmschichten (cm)	48
49	18/9. 89	Kronach nach der Einmündung d. Teuschnitz u. Kremnitz.	cm	14 52	107	508 29	48 9	Sp.	2,8 17	0,4 2	Sp.	11,8 60	3,4 17	4,9 25	14,1 72	7,1 36	14,8 75	—	12,4 63	18,9 96	—	—	0,1 1	2	Culmschichten (cm)	49
50	12/9. 89	Oelschnitz bei Bösenack, 1,5 km. W. Gefrees. 490 m.	gn, gus.	15 57	380	671 39	128 41	—	1,6 11	0,7 5	—	14,9 100	7,6 51	3,7 25	11,0 74	4,0 27	7,6 51	—	20,2 135	9,6 64	—	—	—	—	Gneiss (gn) Hornblendegneiss (gns)	50

51	12/9. 89	Saale bei Bug, km O Münchberg. 510 m	fph., cb <sup>2</sup> , S <sup>1</sup> , chl., Sp. gn, gns h.	14 53	384	682 108 34 12,7	15,8 — 18 28	2,6 2	0,3 —	17,0 116	9,7 66	2,5 17	6,1 42	5,0 34	8,6 59	—	24,1 164	8,2 56	—	—	Feckenphyllit (fph) Obere cambr. Schicht: (cb <sup>2</sup> ) Unt. Silur (S <sup>1</sup> ) Chloritschiefer (chl) Ser- pentin (Sp) Gneiss (gn) Hornblendegneiss (gns) Hornblende und Dioritschiefer (h)	51
52	12/9. 89	Pulsnitz vor der Vereinigung mit der Saale. 518 m	gn, gns	—	120	1069 136 — 55 47 6,7	— — — 2,1 1,7	0,7 8	—	21,6 20,2	6,5 3,1	8,5 7,0	8,2 8,2	21,3 9,3	—	—	228 99	—	—	Gneiss (gn) Hornblendegneiss (gns)	52	
53	7/9. 89	Schwesnitz oberhalb Rehan.] 514 m	cb <sup>1</sup>	12,6 45	15	418 28 19 2	Sp. 9 7	—	—	54 28	17 31	3,0 3,0	7,0 7,0	8,2 8,2	S. 75	69 69	—	—	—	Untere cambrische Schichten (cb <sup>1</sup> )	53	
54	7/9. 89	Saale oberhalb Oberkotzau, 487 m	fph, cb <sup>2</sup> S <sup>1</sup> , Sp., chl., gns.	—	—	868 104 30 50	10,4 21 3,4 4,8	0,4 3	—	136 60	36 36	9,6 5,6	11,2 6,2	11,2 6,1	Sp. 15,2	92 92	—	—	—	Fleckenphyllit (fph) Obere cambr. Schicht. (cb <sup>2</sup> ) Unt. Silur (S <sup>1</sup> ) Serpentin (Sp) Chloritschiefer (chl) Gneiss (gn) Hornblendegneiss (gns) Horn- blende und Dioritschiefer (h)	54	
55	7/9. 89	Schwesnitz vor der Einmündung in die Saale. 490 m	gl, ph, cb S, dn, chl. Sp.	12,2 39	250	606 104 31 17,1	Sp. 29 3	—	—	76 36	28 52	4,3 4,3	5,2 4,3	7,5 7,5	Sp. 88	72 72	—	—	—	Glimmerschiefer (gl) Phyllit (ph) cambr. Schicht. (cb) Silur (S) Devon (dn) Chloritschiefer (chl) Serpentin (Sp.)	55	
56	9/9. 89	Oelenitzbach v. d. Einmündung in die Saale. 480 m	gn, gns, E.	13,9 50	300	723 124 39 11,9	— — — 2,7	0,4 3	—	92 40	21 31	9,7 4,8	6,4 5,1	10,8 10,8	—	105 115	Sp. 2	—	—	Gneiss (gn) Hornblendegneiss (gns) Eklogit (E)	56	
57	15/9. 89	Saale oberhalb Hof. 480 m	fph, cb <sup>2</sup> chl, Sp, gn gns, h, cb, Db, dn, sch.	14,5 54	1300	842 100 — 49 27 5,6	— — — 38 0,7	0,1 1	—	140 49	49 50	35 5,7	4,8 4,8	5,7 5,0	Sp. 130	146 146	—	—	—	Fleckenphyllit (fph) Ober Devon (cb <sup>2</sup> ) Silur (S) Chloritschiefer (chl) Serpentin (Sp.) Gneiss (gn) Hornblende gneiss (gns) Hornblendeschiefer (h) cambr. Schicht. (cb) Diabas (Db) Devon (dn) Schalstein (sch) Granit (Gr) Glimmerschiefer (gl)	57	
58	18/9 89	Haidlerbach, 1,4 km N. Hof (6 km. Lauf) 488 m	sch, Db.	14,5 55	5	1500 84 21 6,0	Sp. 10 2	—	—	376 203	42 69	61 61	75 75	Sp. 518	60 60	—	—	—	—	Schalstein (sch) Diabas (Db)	58	
59	15/9 89	Regnitz vor der Einmündung in die Saale. 477 m	cb, Db dn, sch, S.	13,9 51	168	740 44 6 5,7	— — — 1,5	0,2 3	—	168 60	27 42	4,5 4,5	6,6 6,6	S. 198	78 78	—	—	—	—	Camb. Schicht. (cb) Diabas (Db) Devon (dn) Schalstein (sch) Silur (S)	59	
60	15/9 89	Leimitzbach O. Hof, Probe knapp vor der Stadt nach 2,5 km Lauf.	SS	16,1 61	0,5	2403 136 48 3,7	— — — 0,5	0,4 3	—	617 174	57 123	84 84	426 426	S. 497	251 251	1	4	—	—	Untersilurkalk (SS)	60	
61	15/9 89	Regnitzbach N. Hof, nach der Vereinigung mit dem Schwagera- bach. 470 m	sch, Db, S, etc.	13,8 49	6,7	1298 48 60 10	— — — 1	6 6	—	320 144	48 66	47 47	112 112	Sp. 409	92 92	—	—	—	—	Schalstein (sch) Diabas (Db) Silur (S) etc.	61	
62	17/9 89	Saale vor der Vereinigung mit der Selbitz bei Blankenstein. 413 m	fph, cb <sup>2</sup> , chl, Sp., gn, gns, h, c <sup>1</sup> , Db, dn, sch.	16,5 63	2880	1580 56 — 63 17 3,5	— — — 1,4	0,4 6	—	232 115	42 141	121 121	205 205	S. 245	395 395	4	17	—	—	Fleckenphyllit (fph) Ob. Devon (cb <sup>2</sup> ) Chloritschiefer, (chl) Serpentin. (Sp) Gneiss (gn) Hornblendegneiss (gns) Glimmerschiefer (gl) Phyllit (ph) Granit (Gr) cambr. Schicht. (cb) Diabas (Db) Devon (dn) Schalstein (sch) ältere Schalsteinbildungen (ps)	62	
63	17/9 89	Selbitz vor der Vereinigung mit der Saale. 420 m	Dd, ps etc. gns, gn S, dn, sch. etc.	15 58	1200	777 100 — 48 28 12,0	— — — 1,6 2,0	0,2 3	—	144 53	29 68	35 35	7,7 7,7	Sp. 171	84 84	2	7	—	—	Hornblendegneiss (gns) Gneiss (gn) Silur (S) Devon (dn) Diabas (Db) Schalstein (sch) etc.	63	
64	16/9 89	Thüringer Muschwitz oberhalb der Krötenmühle. 550 m	sch, Db.	12,1 38	25	1129 136 36 56 49 29,2	Sp. 22 2	—	—	284 95	21 68	17 17	93 93	Sp. 327	64 64	—	—	—	—	Diabas (Db) Schalstein (sch)	64	
65	18/9 88	Ottobrunnen im Reichsforst. 6 km OOS Redwitz, 10 km WWS Waldsassen. 630 m	B.	7,5 11	0,75	1166 341 57 68 12,5	— — — 0,2	1,1 3,2	—	62 34	17 17	5,7 5,7	23 23	183 183	Sp. 94	178 178	—	—	—	—	Basalt (B)	65
66	5/9. 89	Gulgenbach 0,5 km S Preisdorf, O. vom Reichsforst. 8 km W. Waldsassen. 590 m	B auf Gr.	15,7 60	1	1764 220 65 63 7,1	1 1	15 9	—	276 280	36 160	50 50	66 66	S. 520	132 132	3	2	—	—	Basalt auf Granit ( $\frac{B}{Gr}$ )	66	
67	18/9 89	Kalbügerberg (knock)quelle S. Kronach. 495 m	b <sup>3</sup>	9 23	0,75	428 34 3 21 8 30,4	— — — 1,5 2	0,6 3	—	74 10	44 15	35 65	45 54	68 41	—	70 31	3	10	—	Oberer Buntsandstein, R8th (b <sup>2</sup> )	67	
68	22/5 88	Dobbach bei Nittenau	Gr.	10,5 31	5	687 209 42 61	— — — 3,8	4 4	—	34 37	15 61	25 25	71 71	Sp. 68	125 125	—	—	—	—	Granit (Gr.)	68	

Untersuchungen von Quell- und Flusswasser.

Constitution einiger Quell- und Flusswässer des Fichtelgebirges und angrenzender Gebiete.

		Summe der fixen Bestandtheile.	In 1000 g. Wnsser sind in $\frac{1}{10}$ mg. enthalten:														
			Si O <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub>	KCl	NaCl	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Glühw. wenig. CO <sub>2</sub>	Ca N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Ca N <sub>2</sub> O <sub>8</sub>
Weissmainquelle am Ochsenkopf.	Gr.	343	136	37	5	13	14	17	10	—	15	16	—	30	50	Sp.	2
Egerquelle.	gph	310	97	19	3	37	11	—	14	—	10	12	22	40	46	—	—
Quelle im Ort Zedwitz, 4,5 km. NNW Hof.	sch	1435	252	52	6	435	252	—	35	10	16	97	—	84	—	2	11
Quelle bei Hermesgrün.	Db	1242	80	12	6	539	88	52 CaN <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	—	81 MgN <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	20	33	37	63	118	115 Na <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	—
Stollenquelle im Bad Steben.	dn <sup>1</sup> Db sch	1615	136	17	5	769	118	294	27	—	35	—	2	162	52	—	—
Wunsiedeler Stadtbrunnen.	gn qph ph K	1040	178	10	5	456	54	19	—	—	32	31	—	155	100	Sp.	2
Pulsnitz vor der Vereinigung mit der Saale.	gn, gns.	—	136	25	13	337	155	65	—	—	43	90	12	98	99	—	—
Eger vor der Vereinigung mit der Rösclau.	vorherrsch. Gr.	601	92	21	5	98	32	32	15	—	12	80	44	63	75	5	29
Saale vor der Vereinigung mit der Selbitz bei Blankenstein.		1561	56	22	10	290	200	141	60	—	44	164	26	124	395	7	26

Die an Kieselsäure reichsten Wässer sind: Ottobrunnen (B; 341)\*, Forellenbach N Waldsassen (gnph, 252), Quelle in Zedwitz (sch; 252), Quelle NNW Selb (gn, 246), Quelle NO Haidberg (gns, 232), Gulgenbach (B, 220), Brunnen im Alexanderbad (ph; 220), Doblach bei Nittenau (Gr; 209), Silberbachquelle (Gr; 196), Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; 189), Wunsiedeler Stadtbrunnen (qph, ph, K; 178).

Die relativ reichsten Wässer sind, und zwar mit 30% und mehr des Rückstandes (13 von 68): Forellenbach N Waldsassen (gnph; 407), Weissmainquelle (Gr; 39,1 und 37,9), Kössainbach bei Rodenzenreuth (Gr; 37,4), Brunnen im Alexanderbad (ph; 38,8), Weissmain bei Bischofsgrün (Gr; 34,6), Quelle NNW Selb (gn; 31,9), Egerbach (gph, gnph, ph; 31,4), Egerquelle (qph; 30,9), Hohe Tannenquelle (dn; 30,4), Doblach bei Nittenau (Gr; 30,4).

Die wenigste Kieselsäure halten: Regenfluss bei Pösing (meist Gr; 20), Schwessnitz oberhalb Rehau (cb<sup>1</sup>; 29), Kalbägerbergquelle (b<sup>3</sup>; 34), Quellteich SSW Rehau (cb<sup>1</sup>; 39), Forellenbach OON Waldsassen (ph; 40), Regnitz v. d. E. i. d. Saale (cb, Db, dn, ch, S; 44), Egerquelle (qph; 48), Quellen N Nordhalben (cm, 48), Kronach (cm, 48), Regnitzbach N Hof (sch, Db, S, etc.; 48).

Weniger als 10% Kieselsäure ergeben (13 von 68): Saale bei Blankenstein (fph, eb<sup>2</sup>, chl, Sp, gn, gns, h, cb, Db, dn, sch, Dd, ps; 3,5), Regnitzbach N Hof (sch, Db, S; 3,7), Leitung für Naila (dn; 4,8), Haidlerbach N Hof (sch, Db; 5,6), Leimitzbach O Hof (S S; 5,7), Regnitz v. d. E. i. d. Saale (cb, Db, dn, sch, S; 6,0), Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl, 6,3), Quelle bei Hermesgrün (Db; 6,4), Schwessnitz oberhalb Rehau (cb<sup>1</sup>; 67), Kalbägerbergquelle b<sup>3</sup>; 7,1), Stollenquelle in Steben (dn<sup>1</sup>, Db, sch; 8,4).

Die Thonerdereichsten Wässer: Ottobrunnen (B; 130), Silberbachquelle (Gr; 74), Quelle NO Haidberg (gns; 68), Perlenbach bei Sophienreut (gl, ph; 60), Brunnen im Alexanderbad (ph; 54), Quelle in Zedwitz (sch; 52), Eger bei Wellerthal (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl; 45), Quelle NNW Selb (gn; 42), Forellenbach N Waldsassen (gnph; 40), Doblach bei Nittenau (Gr; 38).

Die relativ Thonerdereichsten Wässer mit 8 und mehr Prozent (10 von 68): Ottobrunnen (B; 11,1), Silberbachquelle (Gr; 10,8), Weissmainquelle (Gr; 10,3), Bach O vom Perlenhaus (ph; 9,7), Quelle der Saale (fph; 9,3), Perlenbach bei Sophienreut (gl, ph; 92), Weissmain bei Bischofsgrün (Gr; 9,2), Brunnen im Alexanderbad (ph; 8,8), Weissmain bei Karches (Gr; 8,2), Quellteichabfluss SSW Rehau (cb<sup>1</sup>; 8,2).

Am wenigsten Thonerde enthalten: Regnitzbach N Hof (sch, Db, S, etc.; 6), Regenfluss bei Pösing (Gr; 7), Quellen N Nordhalben (cm; 8), Schwessnitz oberhalb Rehau (cb<sup>1</sup>; 9), Regnitz v. d. E. i. d. Saale (cb, Db, dn, sch, S; 9), Wunsiedeler Stadtbrunnen (gph, ph, K; 10), Egerquelle (qph; 10), Haidlerbach N Hof (sch, Db; 10), Wendernbach v. d. E. i. d. Röslau (Gr, ph; 11), Haidenaab bei Muckenreuth (ph; 11).

Relativ die geringsten Thonerdemengen führen, u. z. 1% und weniger (7 von 68) Regnitzbach N Hof (sch, Db, S etc.; 0,5), Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; 0,6), Haidlerbach N Hof (sch, Db; 0,7), Brunnenleitung für

\*) In der Klammer bedeuten die Buchstaben jene Formation, welche die Analysentabelle angibt, die anschliessende Zahl, einmal die  $\frac{1}{10}$  mg des Stoffes in tausend Gramm Wasser, das andere Mal die Prozentzahl eines Bestandtheils von dem gefundenen Trockenrückstand.

Naila (dn; 0,8), Gulgenbach (B; 0,8), Wunsiedeler Stadtbrunnen (qph, ph, K; 0,9), Quelle bei Hermesgrün (Db; 1,0).

Die kieselsäurereichsten Wässer, dem absoluten Gehalt nach, sind folglich Quell- und Sammelwasser aus Basalt, Gneissphyllit, Schalstein, Gneiss, Phyllit und Granit; relativ die reichsten solche aus Gneissphyllit, Granit, Phyllit, Gneiss und Devonschichten, d. h. das Urgebirge und anschliessende Glieder; dann sind es noch vornehmlich eruptive Gebilde, welche die kieselsäurereichsten Wässer führen.

Ein gleiches Verbreitungsfeld ist den thonerdereichsten Wässern zugetheilt. Dieser Zusammenhang weist schon auf gleichen Ursprung hin, und kann nach dem starken Ueberwiegen der Kieselsäure gegenüber der Thonerde nur ein kieselsäurereiches Mineral sein. Feldspath und Glimmer sind es, die als Hauptgemengtheile genannter Gesteinsarten nur in Betracht kommen. Der kieselsäureärmere Glimmer tritt in seiner Masse schon für gewöhnlich gegen den Feldspath bedeutend zurück und zeigt im Ansehen selten eine beginnende Zersetzung schliesst daher auch die Annahme einer grösseren Bethheiligung an den wassergelösten Stoffen aus, wofür später noch weitere Gründe anzuführen sein werden. Es verbleibt daher nur der Feldspath, dem bei der Frage nach der Herkunft gedachter Stoffe die Hauptrolle zugewiesen erscheint.

Es betheilt sich aber die Kieselsäure als Quarz in so hervorragendem Maasse am Aufbau des älteren Gebirges, dass es nahe läge, dieses Mineral mit der Kieselsäureführung der Wässer in Zusammenhang zu bringen.

Für die Löslichkeit des Quarzes spricht die fast aller Orten mit demselben verknüpfte Erscheinung von Neubildungen dieses Minerals auf Gängen und Klüften, in Spalten und Drusen. Eine hervorragende Rolle kann aber diese Löslichkeit bei unserer Frage nicht spielen, denn die so quarzreichen Gesteine des oberen Buntsandsteins und der cambrischer Schichten liefern unter andern die kieselsäureärmsten Wasser.

Für den feldspathleeren oder -armen Basalt unserer Provenienz müssen wir nach einer anderen Kieselquelle sehen und erkennen sie unschwer in den leicht zersetzbaren Silikaten, die sich an seiner Zusammensetzung betheiligen.

Dass der Phyllit bald unter die theils viel, theils wenig Kieselsäure abgebenden Felsarten zu stehen kommt, lässt nach all' dem Gesagten mehr auf wechselnden Feldspathgehalt schliessen, als etwa auf durch verschiedene Verwitterungsgrade bedingte Stoffabgabe.

Sehen wir nach dem Ursprung jener Gewässer, die sich durch den kleinsten Kieselsäuregehalt auszeichnen, so erscheint dieser zwar an den Granit gebunden, dem der Regen bei Pösing vorherrschend entstammt, aber, was hervorgehoben sein will, als Sammelwasser des grössten beobachteten Einzugsgebietes und ist daher jenen Eingangs dieses Abschnitts erwähnten Einflüssen unterlegen, die eine Minderung im beregten Gehalte herbeiführen. Ueberdies ist der Rückstandsgehalt dieses Wasserlaufes an und für sich auffallend gering. Durch Mindestgehalt von Kieselsäure machen sich ferner bemerkbar die Wässer, wie schon erwähnt, aus oberen cambrischen Schichten, aus oberstem Buntsandstein, Phyllit, Quarzphyllit und Kulm. Auch hier finden wir die nach Menge und Ursprung gleichlaufende Verbreitung zwischen Kieselsäure und Thonerde wieder. Es liegt nahe, daraus den Schluss zu ziehen, dass auch hier vorzugsweise Feldspath und Feldspathreste das Muttermineral bilden.

Um kurz die möglichen Lösungsverbindungen der Kieselsäure und Thonerde an den ausgeführten Versuchen darzuthun, so haben dieselben zu sehr verschiedenen Ergebnissen geführt. Das eine Mal (Quelle NW Selb; gn) resultirte nach Einwirkung sehr verdünnter Salzsäure auf den Trockenrückstand, die Verbindung:  $\text{SiO}_2$  75,1;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  14,3;  $\text{K}_2\text{O}$  4,8;  $\text{Na}_2\text{O}$  5,8), dann bei dem Quellwasser von Zedwitz bei Behandlung des Rückstandes mit verdünnter Essigsäure:  $\text{SiO}_2$  75,23;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  4,77;  $\text{H}_2\text{O}$  20,00. Endlich bei gleicher Behandlung des Rückstandes des Wunsiedeler Stadtbrunnen (gn, qph, ph, K) verblieb der Rest:  $\text{SiO}_2$  76,5,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  7,9,  $\text{H}_2\text{O}$  15,6.

Sind die eben angeführten auch nicht die gesuchten Lösungsverbindungen, so doch jedenfalls Reste derselben, die erkennen lassen, dass einmal Kieselsäure, Thonerde und Alkalien nicht immer getrennt in Lösung gehen, dass die Bindung von Kieselsäure und Thonerde die am längsten aufrechtgehaltene ist, und dass, für die ausgetretenen Alkalien, ein bestimmter Gehalt an Wasser sich hinzugesellt.

Die eisenreichsten Wasser sind: Ottobrunnen (B; mit 37  $\frac{1}{10}$  mg im L), Gulgenbach (B; 9), Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; 16), Pulsnitz (gn, gns; 8), Schwessnitz oberhalb Rehau (cb<sup>1</sup>; 7), Regnitz N Hof (sch, Db, S; 6), Saale bei Blankenstein (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, chl, Sp, gn, gns, h, cb, Db, dn, sch, Dd, ps; 6), Brunnen im Alexanderbad (ph; 6). Alle anderen Proben enthalten  $\frac{5}{10}$  mg oder weniger in 1000 g.

Der grösste Eisengehalt beträgt 3,2% des betreffenden Trockenrückstandes, und bewegt sich, mit den wenigen angeführten Ausnahmen, zwischen 1 und 0,1%, in weitaus den meisten Fällen der Mitte dieser zwei Werthe sich nähernd.

Wir ersehen aus dem Angeführten, dass die Wasser aus Basalt, Serpentin und Chloritschiefer sich als die eisenreichsten ergeben, denen sich dann in gleicher Eigenschaft vorzugsweise solche aus dem Gebiete der Schalsteine und Diabase hinzugesellen, und dass es in erster Linie der Gehalt an eisenreichen leicht zersetzbaren Silicaten in den Gesteinen ist, der den Wässern dieses Element in aussergewöhnlichen Mengen zuführt.

Sind oben noch Wässer aus Gneiss und Hornblendegneiss, ferner aus den unteren cambrischen Schichten als eisenreich angeführt, so wird für die betreffenden Ursprungsgesteine zwar ein grösserer Eisengehalt ersichtlich, dessen Inlösung gehen sich aber nicht an eine leicht zersetzbare Verbindung derselben knüpft, sondern in dem Reichthum dieser Wässer an organischer Substanz seinen Grund hat.

Die muldigen Vertiefungen, die besonders die genannten geologischen Gebilde aufweisen, verhindern ein rasches Sammeln und Abfliessen der Oberflächenwässer und führen zu vielfacher Versumpfung und Vertorfung. Die innige Berührung, in welche hier Wasser und organische Materie gelangen, macht es erklärlich, dass beträchtliche Mengen der letzteren vom Wasser aufgenommen werden. Diese organische Substanz nun ist es, die zu ihrer Umwandlung des Sauerstoffs bedarf und vorzugsweise dem Eisenoxyd zu entziehen trachtet, das dann als Oxydul mit der von derselben organischen Verbindung reichlich gebildeten Kohlensäure vereint in Lösung geht.\*)

\*) Die stark reduzierende Eigenschaft dieser organischen Substanz offenbarte sich an einer Schlammprobe des Quellabflusses SSW Rehau (cb<sup>1</sup>), welche längere Zeit in einem Glasgefäss gut verschlossen aufbewahrt, ihre Mineraltheile mit einem blauschwarzen Ueberzug versehen zeigte. Dieser erwies sich bei näherer Untersuchung als Neubildung von Schwefel-eisen. Gleichzeitig wurden grössere Mengen von Fe als Carbonat gelöst.

Mit dem Eisen vergesellschaftet findet sich meist auch Mangan in den Wässern, doch ist seine Menge grösstentheils nur spurweise nachweisbar. Die eisenreichsten Proben sind es zumal, die auch einen grösseren Mangangehalt erkennen lassen.

Die Phosphorsäure erwies sich als in der Beobachtungsreihe reichlich vertreten. Alle geprüften Wässer gaben mehr oder minder deutlich die Reaktion auf Phosphorsäure, und in vielen Fällen hätte dieselbe quantitativ bestimmt werden können, wenn eine grössere Menge des betreffenden Wassers zur Verfügung gestanden hätte. Es wird kaum ein Zweifel bestehen, dass die Hauptmasse der Phosphorsäure in den Gewässern mineralischen Ursprungs ist, den Ursprungsgesteinen des jeweiligen Wasserlaufes entstammt, wie ja ein solcher Gehalt so vielfach durch Analysen festgestellt ist. Die allgemeine Verbreitung der Phosphorsäure in den Gewässern wird uns aber erst klar, wenn wir ihre Bedeutung nicht nur für das Thier-, sondern auch für das Pflanzenleben ins Auge fassen.

Wie wir uns die ödesten Stellen unserer Erdoberfläche ohne irgend welches Leben kaum vorstellen können, so werden abgestorbene Theile dieses Lebens sich wohl überall vorfinden und mit diesen jene Stoffe in die Erde gelangen, die wir in den Thier- und Pflanzenkörpern am häufigsten vorfinden, und zu diesen Stoffen gehört in vorderster Reihe die Phosphorsäure.

Die grosse kulturelle Bedeutung der Phosphorsäure würde der genaueren Ermittlung in den verschiedenen Wässern schon an sich besonderen Werth verliehen haben, wie aus den wechselnden grösseren, bestimmbareren Mengen ein ziemlich sicherer Schluss auf den Gehalt der Ursprungsgesteine selbst sich ergeben hätte.

Auch die sicher oft wechselnde Verbindungsart im einzelnen Fall ermittelt, müsste hohes Interesse beanspruchen, sei es, aus derselben die Ursprungsbindung zu erkennen oder einem möglichen Wechsel derselben nachzugehen. Eine solche Untersuchung wäre aber nur an verhältnissmässig bedeutenden Probenmengen auszuführen.

Die Titansäure fand sich in unvermuthet vielen Fällen, bald in sehr deutlich nachweisbaren Mengen, wie in den Basaltwässern oder in wechselnden Spuren als Rückstands-Gemengtheil der Untersuchungsreihe. Ihre Herkunft kann nicht zweifelhaft sein und knüpft sich bestimmt fast ausschliesslich an die verschiedenen Erscheinungsformen der Titansäure selbst oder ihrer Eisenverbindungen.

Die durch neuere Untersuchungen\*) dargethane weite Verbreitung der Titansäure und titansäurehaltender Mineralien selbst in den Absatzgesteinen lässt schon schliessen, dass sich diese Säure Lösungsmitteln gegenüber nicht so spröde verhalten kann, als etwa ihr spärlich massiges Auftreten vermuthen liesse.

Folgt aus der weiten Verbreitung und den fast eben so oft erwiesenen Neubildungen, dass die Löslichkeit der Titansäure keine ausserordentlich geringe sein kann, so folgt hieraus weiter, dieselbe auch als viel häufigeren Gemengtheil der Wässer anzunehmen, als bislang nachgewiesen worden ist.

In den relativ schwankenden, nachzuweisenden Gehaltsmengen wird aber immer noch eine Kluft bestehen, einmal in der Menge, die der allgemeinen

\*) Thürach, Ueber das Vorkommen mikrosk. Zirkone und Titanmineralien in den Gesteinen. Verh. der phys. med. Ges. in Würzburg 1884.

Verbreitung und das andere mal jener viel bedeutenderen, die einer besonderen Anreicherung als Mineralgemengtheil im Abflussgebiete entspräche.

Granit- und Phyllitwässer zeigen sich in der Analysentabelle als vorherrschend titansäurehaltig. Vom Phyllit ist bekannt, dass derselbe häufig erhebliche Mengen von Rutil führt.

Von den in kleinsten Mengen gefundenen Stoffen sei neben Spuren von Sn, die sich im Pfalzbrunnen fanden, noch der Baryt erwähnt, der in der Weissmainquelle, der einzigen in dieser Hinsicht untersuchten, in Spuren, die etwa 0,000005 g. BaO in 1000 g. Wasser betragen, nachgewiesen wurde. Zur Auffindung dieses Barytgehaltes führte die Analyse eines Krystallfeldspathes von den Weissmainfelsen, der von diesem Stoff 0,31 % enthielt.

Die Hercynische- und Erzgebirgskette, welche nach von Guembels gestaltungskräftiger und überzeugender Darstellung mit dem Fichtelgebirgszug in so enger Beziehung stehen, weisen ebenfalls Feldspäthe mit Barytgehalt auf. So ist der Barytgehalt des Feldspathes von Karlsbad, der seiner Erscheinungsform, den sogenannten Karlsbaderzwillingen willen so bekannt ist und der hierin unserem Krystallfeldspath so sehr ähnelt, verschiedentlich nachgewiesen worden. Im bayerisch-böhmischen Grenzgebirge enthält nach von Guembels Angaben<sup>1)</sup> der Feldspath aus dem Kugelsyenit 2,18% BaO, ein solcher aus porphyrtartigem Syenitgranit 0,500% BaO und dann der Feldspath aus dem Krystallgranit Spuren dieser Erde. Auch wird von Rammelsberg<sup>2)</sup> ein Plagioklas von Bodenmais angeführt mit 0,24% Barytgehalt; und so mag dieser Gehalt in den Feldspäthen beider Gebirgszüge noch öfter auftreten, ohne dass es zwingend sein müsste, dass alle verwandten Glieder derselben sich durch gleich besonderes Vorkommen auszeichnen, denn eine wiederholte Untersuchung des Egerschlammes bei Fischern (Austritt aus Bayern) ergab nur eben nachweisbare Spuren von Baryt.

Die kalkreichsten Wässer sind: Brunnenleitung für Naila (dn; 666) Leimitzbach O Hof (SS; 617), Stollenquelle in Steben (dn, Db, sch; 552), Haidlerbach N Hof (sch, Db; 376), Quelle beim Citronenhäuschen (ph, K; 356), Regnitzbach N Hof (sch, Db, S etc.; 320), Quelle bei Hermesgrün (Db; 320), Thüringer Muschwitz (sch; 284), Gulgenbach (B; 276), Wunsiedeler Stadtbrunnen (qph, ph, K; 264).

Relativ am kalkreichsten erwiesen sich, u. z. mit mehr als 20% (14 von 68): Brunnenleitung für Naila (dn; 36,6) Stollenquelle in Steben (dn<sup>1</sup>, Db, sch; 34,1), Quelle beim Citronenhäuschen (ph, K; 28,7), Eisenbachquelle am Döbraberger (dn, ck; 28,5), Röslau v. d. E. d. Wendernbachs (Gr, gn, qph, ph, K; 27,8), Leimitzbach O Hof (SS; 25,7), Quelle bei Hermesgrün (Db; 25,6), Thüringer Muschwitz (sch; 25,2), Wunsiedeler Stadtbrunnen (qph, ph, K; 25,2), Haidlerbach N Hof (sch, Db; 25,1), Regnitzbach N Hof (sch, Db, S etc.; 24,6), Regnitz v. d. E. i. d. Saale (cb, Db, dn, sch, S; 22,7), Röslau v. d. E. i. d. Eger (Gr, gn, qph, ph, K, B; 21,0), Pulsnitz v. d. V. m. d. Saale (gn, gns; 20,2).

Am wenigsten Kalk, dem absoluten Gehalt nach, führen: Bach O vom Perlenhaus (ph; 6), Haidenaab (ph; 7), Weissmainquelle (Gr; 8,14), Weiss-

\*) C. W. v. Gümbel, Geognostische Beschreibung d. ostbayerischen Grenzgebirges. 1868. S. 237, 288, 290 u. ff.

\*\*) Rammelsberg, Mineralchemie 1875, S. 575.

main bei Karches (Gr; 13), oberer Fürstenbrunnen (Gr; 14), Pfalzbrunnen (Gr; 14), Regenfluss bei Pösing (Gr; 14), Nebenquelle der Saale (fph, 14), Quellteichabfluss SSW Rehau (cb<sup>1</sup>; 14), Pfalzbrunnen (Gr; 15).

Relativ die kalkärmsten Wässer sind, und z. mit 5 und weniger Prozent (20 von 68): Bach O Perlenhaus (ph; 1,6), Haidenaab bei Muckenreuth (ph; 2,5), Weissmainquelle (Gr; 2,5), Silberbachquelle (Gr; 2,9), Quelle NNW Selb (gn; 3,0), Forellenbach N Waldsassen (gnph; 3,2), Pfalzbrunnen Gr; 3,4), Quellenteichabfluss SSW Rehau (cb<sup>1</sup>; 3,5), Weissmain bei Karches (Gr; 3,6), Weissmainquelle (Gr 3,9), hohe Tannenquelle (dn; 4,0), Quelle S Klein-Döbra (dn; 4,1), Aegidiusquelle bei Stammbach (gn, Gp; 4,5), Nebenquelle der Saale (fph; 4,7), Pfalzbrunnen (Gr; 4,7), Perlenbach bei Sophienreut (gl, ph; 4,9), Doblbach bei Nittenau (Gr; 5,0), Perlenbach vor Rehau (gl, ph, cb<sup>1</sup>; 5,0).

Den grössten Gehalt an Magnesia zeigen: Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; 455), Gulgenbach (B; 280), Haidlerbach N Hof (sch, Db; 203), Leimitzbach O Hof (SS; 174), Regnitzbach N Hof (sch, Db, S; 144), Quelle in Zedwitz (sch; 136), Saale bei Blankenstein (fph, cb<sup>2</sup>, chl, Sp, gn, gns h, cb, Db, dn, sch, Dd, ps; 115), Thüringer Muschwitz (sch; 95), Pulsnitz v. d. V. m. d. Saale (gn, gns; 69), Saale bei Bug (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, chl, Sp, gn, gns, h; 66).

Relativ den höchsten Magnesia-Gehalt weisen auf, u. z. mit 10 und mehr Prozent (4 von 68): Gulgenbach (B; 15,5), Hausbrunnen in Oberhaid (Sp. chl; 15,1), Haidlerbach (sch, Db; 13,5), Regnitzbach N Hof (sch, D, S etc.; 11,1).

Am wenigsten Magnesia führen: Haidenaab (ph; 5), Pfalzbrunnen (Gr; 7), Weissmain bei Karches (Gr; 7), Aegidiusquelle (gn, Gp; 7), Molkenbrunnen SSW Naila (dn; 7), Pfalzbrunnen (Gr; 8), Weissmain bei Bischofsgrün (Gr; 8), Egerquelle (qph; 8), Egerbach (qph, gnph, ph; 8), Bach O am Perlenhaus (ph; 8).

Relativ am ärmsten an Magnesia sind u. z. mit 2,5 und weniger Prozent (20 von 68): Aegidiusquelle (gn, Gg; 1,3), Molkenbrunnen (dn; 1,5), Brunnen im Alexanderbad (ph; 1,8), Haidenaab bei Muckenreuth (ph; 1,8), Pfalzbrunnen (Gr; 1,8), Silberbach (Gr; 1,8), Weissmain bei Karches (Gr; 1,9), Weissmain bei Bischofsgrün (Gr; 2,0), Perlenbach bei Sophienreuth (gl, ph; 2,0), Quelle S Klein-Döbra (dn; 2,1), Bach O vom Perlenhaus (ph; 2,1), hohe Tannenquelle (dn; 2,2), Kalbüberbergquelle (b<sup>3</sup>; 2,3), Röslau bei Tröstau (Gr, gn; 2,3), Quelle NNW Selb (gn; 2,3), Pfalzbrunnen (Gr; 2,4), Leitungswasser für Naila, (dn; 2,5), Egerbach (qph, gnph, ph; 2,5), Wunsiedeler Stadtbrunnen (qph, ph, K; 2,5).

Der Kalkreichthum von Quell- und Flusswasser zeigt sich hier gebunden an die Schichten des Devon, Silur, Schalstein, Diabas, an Basalt und endlich Phyllit, und ist einmal verknüpft mit dem Auftreten normaler Glieder einer Formation, die Kalk zu ihrem Hauptbestandtheil zählen (Silur, Devon) oder das Einbrechen von Kalklagen zeigt mehr lokalen Charakter (Kalk im Phyllit bei Wunsiedel) oder endlich, die erwähnte Eigenheit wird bedingt durch Zersetzung kalkreicher Mineralgemengtheile, wie im Basalt, Schalstein und Diabas.

Im grössten Magnesiagehalt der Wässer und ihren Ursprung, verglichen mit den vorerwähnten, findet ein gewisser Parallelismus statt, insofern, als die magnesiareichen Wässer auch fast stets die kalkreichen sind, nicht aber

umgekehrt. Serpentin und Chloritschiefer, Basalt, Schalstein, Diabas, Silur und Hornblendegneiss sind die Schichten mit hervorragender Magnesiaabgabe. Der grössere Gehalt an benanntem Stoff, durch einfache Lösung bewerkstelligt, bedingt im Allgemeinen das Vorhandensein von Dolomit oder dolomitischen Lagen, in der Mehrzahl der Fälle aber resultirt derselbe aus der Zersetzung von Magnesia-silicat. So haben der Olivin des Basaltes, der Chloropit der Diabase und Schalsteine und endlich die Umwandlungsprodukte der Hornblende, oder diese selbst, im Hornblendegneiss augenscheinlich das Material zu jener Anreicherung geliefert. Phyllit, Granit, Gneiss und cambrische Schichten bergen die kalkärmsten Wässer, Phyllit, Granit, Gneiss, Devon die magnesiaärmsten. Auch hier die grosse Uebereinstimmung, die Kalk und Magnesia in ihrer Verbreitung aufweisen, und ein neuer Beweis, dass der Glimmer sich nur spärlich an der Gehaltsmehrung dieser Wässer betheiligt. Einzelne Glieder vorgenannter Formationen sind durch reichlicheres Auftreten von Magnesiaglimmer ausgezeichnet, welcher sich gerade vom Kaliglimmer durch seine leichtere Zersetzbarkeit unterscheidet, und dennoch macht sich dessen Gegenwart durch besonderes Anwachsen der Magnesiummengen in dem betreffenden Begleitwasser nicht bemerkbar. Im Granit des Hauptstocks finden sich sowohl lichter Kaliglimmer als dunkle Glimmerarten, doch stehen letztere im Allgemeinen und besonders in den westlichen Theilen in dem Vordergrund. Dass diese dunklen Glimmer häufig Magnesiaglimmer sind, ist oft erwiesen, ohne dass der Magnesiumgehalt der Wässer dadurch differenzirt erschiene. Ein weiterer Beleg oben verfochtener Ansicht ist, dass in diesen Granitwässern selbst die Kalkerde gegenüber der Bittererde vorherrscht.

Den grössten Kaligehalt besitzen: Leimitzbach O Hof (SS; 57), Regnitzbach N Hof (sch, Db, S etc.; 48), Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; 48), Kalbügerbergquelle ( $b^3$ ; 44), Röslau v. d. E. i. d. Eger (Gr, gn, qph, ph, K, B,  $q^1$ ; 44), Saale bei Blankenstein (fph,  $cb^2$ , chl, Sp, gn, gns, h, cb, Db, dn, sch, Dd, ps; 42), Haidlerbach N Hof (sch, Db; 42), Gulgenbach (B; 36), Saale oberhalb Oberkotzau (fph,  $cb^2$ ,  $S^1$ , Sp, chl, gns; 36), Forellenbach N Waldsassen (gnph; 36), Pfalzbrunnen (Gr; 36).

Die relativ kalireichsten Wässer, mit 5 und mehr Prozent Kali, sind folgende (21 von 68): Kalbügerbergquelle ( $b^3$ ; 10,2), Pfalzbrunnen (Gr; 8,2), Oberer Fürstenbrunnen (Gr; 8,0), Quelle der Saale (fph; 7,7), Forellenbach OON Waldsassen (ph; 7,5), Ködelbach (cm; 6,7), Bach O Perlenhaus (ph; 6,6), Kösseimbach bei Rodenzenreuth (Gr; 6,6), hohe Tannenquelle (dn; 5,8), Forellenbach N Waldsassen (ph; 5,8), Weissmainquelle (Gr; 5,8), Egerquelle (qph; 5,7), Quelle S Klein-Döbra (dn; 5,5), Brunnen im Alexanderbad (ph; 5,4), Ködelbach (cm; 5,3), Eger v. d. V. m. d. Röslau (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl; 5,3), Egerquelle (qph; 5,3), Perlenbach bei Sophienreuth (gl, ph; 5,2), Weissmain bei Karches (Gr; 5,2), Quellen N Nordhalben (cm; 5,1), Egerbach (qph, gnph, ph; 5,0).

Den geringsten Gehalt an Kali führen: Pfalzbrunnen (Gr; 11), Haidenaab (ph; 11), Regenfluss bei Pösing (meist Gr; 11), Weissmainquelle (Gr; 12), Egerquelle (qph; 12), Quelle O Friedmannsdorf (gns; 14), Weissmain bei Bischofsgrün (Gr; 15), Nebenquelle der Saale (fph; 15), Quellteichabfluss SSW Rehau ( $cb^1$ ; 15), Eisenbachquelle (dn, ck; 15).

Die relativ kaliärmsten Wasser u. z. mit 2,5 und weniger Prozent Kali sind (16 von 68): Quelle in Zedwitz (sch; 1,2), Leitung für Naila

(dn; 1,3), Ottobrunnen (B; 1,4), Stollenquelle in Steben (dn<sup>1</sup>, Db, sch; 1,5), Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; 1,5), Thüringer Muschwitz (sch; 1,8), Quelle O Friedmannsdorf (gns; 18), Wunsiedeler Stadtbrunnen (qph; 1,8), Gulgenbach (B; 2,0), Eisenbachquelle (dn, ck; 2,0), Rösrau v. d. E. d. Wendernbach (Gr, gn, qph, ph, K; 2,0), Doblbach bei Nittenau (Gr; 2,1), Quelle NO Haidberg (gns; 2,3), Leimitzbach O Hof (sch, Db; 2,4), Saale bei Bug (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, chl, Sp, gn, gns, h; 2,5), Quelle beim Citronenhäuschen (ph, K; 2,5).

Die natronreichsten Wässer sind: Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; 224), Gulgenbach (B; 160), Saale bei Blankenstein (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, chl, Sp, gn, gns, h, cb, Db, dn, sch, Dd, ps; 141), Leimitzbach O Hof (SS; 123), Rösrau v. d. E. i. d. Eger (Gr, gn, qph, ph, K, B, q<sup>1</sup>; 108), Quelle NO Haidberg (gns; 105), Saale oberhalb Oberkotzau (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, chl, Sp, gns; 96), Quelle bei Hermesgrün (Db; 95), Pulsnitz v. d. V. m. d. Saale (gn, gns; 91), Quelle in Zedwitz (sch; 88).

Die relativ natronreichsten Wässer (5% und mehr 62, 10% und mehr 22 von 68) sind: Forellenbach OON Waldsassen (ph; 19,0), Kronach (em; 14,1), Brunnen im Alexanderbad (ph; 12,7), Perlenbach bei Sophienreut (gl, ph; 12,3), Regenfluss bei Pösing (Sr; 12,2), Eger v. d. V. m. d. Rösrau (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl, P, B; 12,2), Quelle NO Haidberg (gns; 12,0), Nebenquelle der Saale (fph; 11,9), Rösrau v. d. E. i. d. Eger (Gr, gn, qph, ph, K, B; 11,4), Pfalzbrunnen (Gr; 11,2), Eger a. d. Br. b. Wellerthal (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl; 11,0), Bach O v. Perlenhaus (ph; 11,0), Oelschnitz bei Bösenack (gn, gns; 11,0), Perlenbach knapp vor Rehau (gl, ph, cb<sup>1</sup>; 10,9), Haidenaab bei Muckenreuth (ph; 10,8), Quellteichabfluss SSW Rehau (cb<sup>1</sup>; 10,8), Quelle O Friedmannsdorf (gns; 10,7), Quellen N Nordhalben (em; 10,6), Quelle S Klein-Döbra (dn; 10,3), Egerquelle (qph; 10,1), Silberbachquelle (Gr; 10,1), Eger bei Marktleuthen (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl, 10,0).

Am wenigsten Natron ergeben: Egerbach (qph, gnph, ph; 15), Weissmain bei Karches (Gr; 17), Quelle der Saale (fph; 18), Weissmainquelle (Gr; 19,21), Oberer Fürstenbrunnen (Gr; 21), Egerquelle (qph; 23,24), Weissmain bei Bischofsgrün (Gr; 25), Kösseinbach bei Rodenzenreuth (Gr; 25), Regenfluss bei Pösing (Gr; 28).

Relativ das wenigste Natron besitzen und zwar weniger als 5 Prozent (7 von 68): Brunnenleitung für Naila (dn; 3,1), Stollenquelle in Steben (dn<sup>1</sup>, Db, sch; 4,4), Haidlerbach N Hof (sch, Db; 4,6), Egerbach (qph, gnph, ph; 4,7), Weissmain bei Karches (Gr; 4,7), Ottobrunnen (B; 4,9) Regnitzbach N Hof (sch, Db, S, etc.; 5,0).

Das meiste Kali liefern die Schichten des Silur, Schalstein, Diabas mit Silur; Serpentin mit Chloritschiefer, das Gebiet der Rösrau bis zur Einmündung in die Eger und jenes der Saale bis zur Landesgrenze, ferner Basalt, Gneissphyllit und Granit. Fast dieselben Schichten betheiligen sich an der grössten Natronabgabe, nur übersteigt diese jene des Kali meist um ein Beträchtliches, in einzelnen Fällen um das Vierfache.

Relativer Reichthum an Kali zeichnet die Wässer aus folgenden Schichten aus: Neben oberstem Buntsandstein, Culmschichten und Devon hauptsächlich solche aus Granit und Phyllit und beträgt der Kaligehalt in den 21 angeführten Fällen 5 bis 10%.

Natronreiche Wässer führen Phyllit, Culm, Gneiss etc. und besonders sind die grösseren Sammelwässer hier zu nennen. Der Gehalt an Natron beträgt in 62 Fällen mehr als 5% und steigt in 22 Proben über das Maximum des Kaligehaltes mit 10%.

Den geringsten Gehalt, im absoluten Sinn, an Kali zeigen auffallender Weise auch Wässer aus Granit und Phyllit, was aber nur auf ihre Rückstandsarmuth hinweist, denn im relativen Gehalt stehen dieselben wieder in erster Linie. Die relativ kaliärmsten Wasser bilden jene mit reichlichem Gehalt an anderen Stoffen, unter welchen besonders Kalk zu nennen ist.

Was von den kaliarmen Wässern gesagt wurde gilt ebenso für die natronarmen, und überragt auch hier das Minimum von Natron mit 3% dasselbe von Kali mit 1,2% um ein Beträchtliches.

Wie wir für Kieselsäure und Thonerde als hauptsächlichstes Ursprungs-Mineral den Feldspath, aus bereits angeführten Gründen, anzunehmen das Recht haben, so werden wir in Bezug auf die Alkalien in der Mehrzahl der Fälle, besonders im älteren Gebirge zur selben Quelle geführt.

Nur der Basalt fast allein ist jenes Gestein, dessen Alkaligehalt, da Feldspath meist sehr spärlich in demselben auftritt oder gänzlich fehlt, auf ein anderes Mineral bezogen werden muss. Als Nephelinbasalt, in der Beschreibung des Fichtelgebirges, meist charakterisirt, ist es der Nephelinbestandtheil der nicht nur die Hauptmasse der Alkalien, sondern auch der Kieselsäure und Thonerde liefert.

Im Vordergrund der relativen Alkaliführung stehen die Abflüsse aus Granit und Phyllit, wie sie sich gleich bevorzugt in Hinsicht auf Kieselsäure und Thonerde erwiesen haben. Besonders der Phyllit führt, neben den hier kaum in Betracht kommenden chloritischen, einen sehr kalireichen Glimmerbestandtheil, ist aber nach der Analysentabelle unter den reichlich Natron abgebenden Gesteinsarten ebenso vertreten. Es liegt die Vermuthung nahe, dass der Feldspathgehalt der Phyllitgesteine ein weit verbreiteter ist, und dass sich dem Kali in manchem Fall auch Natronfeldspath zugesellt, welche letztere Annahme auch für den Hornblendegneiss, so weit er hier Vertretung findet, die Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Aus den Erwägungen, die sich an den Kieselsäure-, Thonerde-, wie auch den Alkaligehalt angeschlossen, hatten wir verschiedentlich Anlass genommen, ihren Ursprung zum grössten Theil, besonders im älteren Gebirge, auf den Feldspathgehalt desselben zurückzuführen. Es wäre daher zu erwarten, dass in solchem Falle das Verhältniss von Kali zu Natron, wie es im Gehalt des Wassers zu Tage tritt, uns auch Aufschluss gäbe über die Art des beteiligten Feldspathes.

Ein Blick auf die Analysentabelle lehrt uns, dass mit verschwindenden Ausnahmen der Kaligehalt geringer ist als der Natrongehalt und zwar auch dann, wenn wir aus allen Angaben der geologischen Beschreibung ein Vorherrschen von Kalifeldspath annehmen müssen.

Auf diese Verhältnisse weist auch J. Roth in seiner chemischen Geologie hin und findet die Thatsache, dass in den Wässern das Natron eine weit vorherrschendere Stellung einnimmt als in den Ursprungsgesteinen, selbst

in der grösseren Haltungskraft der Krume für Kali, wie in der leichteren Verwitterbarkeit der Natronverbindungen nicht genügend erklärt.\*)

Einige Angaben, zum Vergleich der Alkaliverhältnisse von Ursprungsgestein, oder von Mineralgemengtheilen und Mineralien, die zu diesem in nächster Beziehung stehen, und jenen der Begleitwasser, werden vielleicht am ehesten über diese Dinge Licht verbreiten.

Ursprungsgestein, oder in nächster Beziehung zu demselben stehende Mineralgemengtheile oder Mineralien.	Verhältnisse von K <sub>2</sub> O zu Na <sub>2</sub> O	Begleitwasser.	Verhältniss von K <sub>2</sub> O zu Na <sub>2</sub> O
Granit vom Schneeberg (nach Böttger **) Krystallfeldspath vom Ochsenkopf.	1:0,63	Oberer Fürstenbrunnen	1:1,05
	1:0,14		Weissmainquelle
Silberbachschlamm.	1:0,87	"	1:1,00
		Pfalzbrunnen	1:3,00
Egerquellschlamm.	1:0,20	Weissmain bei Karches	1:1,11
		" " Bischofsgrün	1:0,89
Egerschlamm bei Fischern. Egerhochwasserschamm bei Fischern.	1:0,58	Silberbachquelle	1:4,05
	1:0,72	Egerquelle	1:1,91
Granitpulver.	1:0,79	"	1:1,33
		Egerbach	1:0,94
		Eger bei Fischern	1:2,25
		" " Wellerthal	1:3,28
		" " Marktleuthen	1:2,37
		Dieses Granitpulver längere Zeit mit Kohlensäurehaltendem Wasser behandelt. Die Lösung zeigte: dasselbe Pulver mit HCl behandelt:	1:2,08 1:1,37

Das Erste was uns bei näherer Betrachtung dieser Zusammenstellung in's Auge fällt, ist die Verschiedenheit der Resultate an einem und demselben Objekt.

Ich hatte schon früher Gelegenheit, darauf hinzuweisen, dass der Unterschied im Analysenbefund in enger Beziehung zu der constatirten Aenderung der Wassermenge eines und desselben Punktes stehe.

Der Wechsel in der Abflussmenge deutet unzweifelhaft auf ein ungleichmässiges Absinken der Begleitwasser, so dass diese örtlich angesammelt ihren Weg nehmen. Dieser Weg wird je nach Menge verschieden sein, und im veränderlichen Contact von Wasser und Gestein liegt der Grund eines ungleichen Gehaltes des ersteren.

Das Gesagte gilt besonders von unserem Granit und von dem ihm entstammenden Wasser-Abfluss. Neben dem gewöhnlichen Vorkommen des Feldspaths als Kalifeldspath von feinkörnigem Aggregat, stellt sich der kalireichere Krystallfeldspath mit örtlich sehr wechselndem Auftreten ein, und diesem schliesst sich noch ein dritter Feldspath im Oligoklas an. Es gibt wenig Punkte unseres Granitmassivs, wo des letzteren oft reichliche Gegenwart nicht erwiesen wäre. Die wechselnde Vertheilung dieser Feldspäthe gibt schon die Möglichkeit der grössten Differenzierung im Alkaliverhältniss der Begleitwasser. Es kommt noch dazu, dass die geringere Druckfestigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen lösende Einflüsse der

\*) Justus Roth, Allgemeine und chemische Geologie I. Bd. S. 438.

\*\*) Inaugural-Dissert. Erlangen 1889.

natronreicheren Feldspäthe es erklärlich machen würde, dass Störungen und Veränderungen im Gebirgsbau besonders ihren Anreicherungen folgen würden. Einen Beweis für das eben Gesagte kann man in den Gehaltsänderungen bei den Parallelbestimmungen ersehen.

In den drei Fällen einer solchen, bei dem Pfalzbrunnen, der Weissmainquelle und Egerquelle findet die gleiche Verschiebung derselben Werthe statt. Mit abnehmender Abflussmenge steigt der Kieselsäuregehalt und mit diesem das Alkaliverhältniss zu Gunsten des Kali.

Die Erklärung scheint ungezwungen in Anlehnung an das oben Erwähnte folgende zu sein: Der geringere und zugleich constantere Abfluss entspricht einer allgemeineren Wasservertheilung. Der verbreitetste Feldspath ist der Kalifeldspath. In Berührung mit diesem wird das Wasser steigenden Kieselsäure- und Kaligehalt aufweisen. — Die erhöhte Abflussmenge verlangt aussergewöhnliche Abflusswege, diese folgen den weicheren natronreicheren Felsmassen. Die Kieselsäuremenge der Begleitwasser wird geringer, der Natrongehalt derselben steigt.

Eine weitere Bestätigung dieser Annahmen liegt auch in dem Unterschied der Alkaliverhältnisse des Egerschlammes bei mittlerem Wasserstand und jener des Hochwasserschlammes gleicher Lokalität. Im ersten Fall stellt sich dieses vom Kali zum Natron wie 1: 0,58, im letzteren 1: 0,72. Wie der Hochwasserschlamm die grössere Menge zersetzter Mineralmassen aufweist, so zeigt er durch den ansteigenden Natrongehalt, nach welcher Seite der Alkalität die grössere Wirksamkeit der chemischen Agentien gerichtet ist.

Bedenkt man, dass mit diesem erneuten Nachweis der erheblich grösseren Verwitterbarkeit und Löslichkeit des Natronfeldspathes zugleich die Folgerung sich ergibt, das gefundene Alkaliverhältniss im Egerhochwasserschlamm weise auf einen noch grösseren Natronreichthum des Ursprungsmaterials für denselben hin, so wird die Bethheiligung nicht unbeträchtlicher Mengen von Natronfeldspath am Aufbau des zu  $\frac{2}{3}$  dem Granit angehörigen Flussgebietes nicht zu bezweifeln sein.

Kehren wir nun zu den angeführten Alkaliverhältnissen zurück. Die allgemeine Tendenz, wie sie sich in fast allen Angaben der Analysentabelle kundgibt, die des Fallens vom Natron zum Kali, findet sich auch hier wieder, im Gegenhalt zu jener in den Muttergesteinen. Am wenigsten ist der Kaligehalt zurückgegangen in den Granitwässern des Hauptstocks bei vermindertem Abfluss. Er beträgt hier etwa  $\frac{3}{5}$  der Relativmenge des Ursprungs.

Das angegebene Alkaliverhältniss des Granits setzt sich zusammen aus dem Feldspath- und Glimmerantheil. Wir sahen den Glimmer, aus verschiedenen angeführten Gründen, wenig an der Gehaltmehrung der Wasser betheilt. Seine Alkalien, vorherrschend Kali, sind also ausser Rechnung zu setzen. Dadurch sind die betreffenden Verhältnisse von Ursprung und Lösung bedeutend genähert und es erscheint fast nicht nöthig, ausser den angeführten noch nach neuen Gründen zu suchen, um das Vorherrschen des Natron hier zu erklären, da oft selbst die zwingende Annahme der Gegenwart eines ausgesprochenen Natronfeldspathes nicht gegeben ist, wenn bei dem fast nie fehlenden Natron-Gehalt des Orthoklases die Theorie einer Zweitheilung desselben in Kali- und Natronmoleküle richtig ist.

Ein anderer Fall ist es, wenn in dem Granitwasser der Silberbachquelle das Natron bis zu über vierfacher Menge des Relativbetrages im Leitgestein steigt. Hier kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Gegenwart von Natron-

feldspath die Ursache ist. Und in der That wird in der Fichtelgebirgsbeschreibung gerade für diesen Theil des Granits ein Anwachsen des Natronfeldspathantheils angegeben, wie derselbe sich auch an der Zusammensetzung der in diesem Gebirgstheil häufig auftretenden Pegmatitgänge ebenso betheiltigt.

Egerquelle und Egerbach zeigen ähnliche Zahlen wie die Wasser des Granitstocks. Das Missverhältniss der Alkalien gegen den Ursprung, hier Phyllitgestein, ist um deswillen ein so bedeutendes, da der hervorragend kalihaltige Glimmerbestandtheil des letzteren sich kaum besonders am Gehalt des Begleitwassers betheiltigt. Würde dies zu beweisen sein, so wäre das starke Vortreten des Natron in den angeführten Wässern um so auffallender, und um so zwingender wäre die Annahme der Gegenwart von Feldspath, und zwar nicht allein von Kalifeldspath. Das Vorkommen von Albit knüpft sich verschiedentlich an jenes von Phyllit.

Die zum Schluss angefügten Verhältnisszahlen der unteren Eger zeigen das starke Anwachsen des Natron, wie es in der Regel an grösseren Sammelwassern zu Tage tritt.

Die angeführten Zahlen nähern sich auffallend jenen, die aus einem Granitpulver und seiner Lösung in kohlenurem Wasser erhalten wurden.

Die Thatsache des sehr verstärkten Vortretens von Natron in diesem Theil der Eger findet ihr Seitenstück im gleichen Ergebniss für die Silberbachquelle. Die an den Alkaliunterschied des gewöhnlichen und des Hochwasserschlamms geknüpften Folgerungen finden somit ihre volle Bestätigung.

Wenn es erlaubt ist, aus diesen wenigen Beobachtungen Schlüsse zu ziehen, so mögen sie dahin gehen, dass wenn bei Hauptbetheiltigung von Feldspath die Lösung stets mehr Natron hält, als dem Ursprungsmaterial zukommt, aus der Grösse der Abweichung dennoch sich die Wahrscheinlichkeit eines Natronfeldspathantheils leicht ableiten lässt.

Eine weitere Folgerung wäre, dass die von Justus Roth angegebenen Gründe der oft genannten Erscheinung zu Recht bestehen, dass aber die leichtere Zersetzbarkeit der Natronverbindungen die Hauptrolle zu spielen scheint.

Für diese Annahme spricht zumal die grosse örtliche Verschiedenheit in der Abstufung des Natrongehalts der Wässer, die in den meisten Fällen sich auf einen gleichen örtlichen Wechsel in der Zusammensetzung des Leitgesteines zurückführen lässt.

Die meiste Schwefelsäure führen: Leimitzbach O Hof (SS; 426), Stollenquelle in Steben (dn<sup>1</sup>, Db, sch; 282), Saale bei Blankenstein (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, chl, Sp, gn, gns, h, cb, Db, dn, sch, Dd, ps; 205), Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; 201), Ottobrunnen (B; 183), Silberbachquelle (Sr; 115), Regnitzbach N Hof (sch, Db, S, etc.; 112), Saale oberhalb Oberkotzau (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, Sp, chl, gns; 112), Brunnenleitung für Naila (dn; 110), Aegidiusquelle (gn, Gp; 106), Wunsiedeler Stadtbrunnen (qph, ph, K; 98).

Relativ die meiste Schwefelsäure u. z. 15 und mehr Prozent führen (13 von 68): Haidenaab bei Muckenreuth (ph; 27,3), Aegidiusquelle bei Stammbach (gn, Gp; 19,8), Egerbach (qph, gnph, ph; 18,1), Leimitzbach O Hof (SS; 17,8), Stollenquelle in Steben (dn<sup>1</sup>, Db, sch; 17,4), Silberbachquelle (Gr; 16,8), Schwessnitz oberhalb Rehau (cb<sup>1</sup>; 16,7), Quellen N Nordhalben (cm;

16,4), Hohe Tannenquelle (dn; 16,0), Kalbügerbergquelle (b<sup>3</sup>; 15,9), Otto-brunnen (B; 15,7), Regenfluss bei Pösing (Gr; 15,3), Pfalzbrunnen (Gr; 15,3).

Am wenigsten Schwefelsäure geben: Weissmainquelle (Gr; 29,34), Fürstenbrunnen (Gr; 30), Egerquelle (qph; 31), Forellenbach OON Waldsassen (ph; 31), Nebenquelle der Saale (fph; 31), Röslau bei Tröstau (Gr, gn; 35), Regenfluss bei Pösing (Gr; 35), Röslau v. d. E. d. Wendernbachs (Gr, gn, qph, ph, K; 40), Eger bei Wellerthal (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl; 41), Forellenbach N Waldsassen (gnph; 41), Quelle der Saale (fph; 41).

Relativ die geringsten Schwefelsäuremengen halten, u. z. 5 und weniger Prozent (5 von 68): Gulgenbach (B; 3,7), Quelle bei Hermesgrün (Db; 3,7), Röslau v. d. E. d. Wendernbachs (Gr, gn, qph, ph, K; 4,3), Quelle in Zedwitz (sch; 4,7), Haidlerbach N Hof (sch Db; 5,0).

Wässer mit dem bedeutendsten Chlorgehalt sind: Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; 405), Saale bei Blankenstein (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, Sp, chl, gn, gns, h, cb, Db, dn, sch, Dd, ps; 121), Leimitzbach O Hof (SS; 84), Quelle in Zedwitz (sch; 77), Pulsnitz v. d. V. m. d. Saale (gn, gns; 75), Haidlerbach (sch, Db; 61), Saale oberh. Oberkottzau (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, Sp, chl, gns; 56), Eger v. d. V. m. d. Röslau (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl; 54), Röslau v. d. E. i. d. Eger (Gr, gn, qph, ph, K, B, q<sup>1</sup>; 52), Gulgenbach (B; 50).

Relativ das meiste Chlor enthalten u. z. 5 und mehr Prozent (33 von 68): Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; 13,5), Kalbügerbergquelle (b<sup>3</sup>; 10,5), Perlenbach vor Rehau (gl, ph, cb<sup>1</sup>; 9,3), Eger v. d. V. m. d. Röslau (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl, P, B; 9,0), Eger bei Marktleuthen (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl; 8,6), Regenfluss bei Pösing (Gr; 7,9), Saale bei Blankenstein (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, chl, Sp, gn, gns, h, cb, Db, dn, sch, Dd, ps; 7,6), Pfalzbrunnen (Gr, 7,3), Schwessnitz oberhalb Rehau (cb<sup>1</sup>; 7,2), Schwessnitz v. d. E. i. d. Saale (gl, ph, cb, S, dn, chl, Sp; 7,1), Kronach (em; 7,1), Pulsnitz v. d. V. m. d. Saale (gn, gns; 7,0), Eger an d. Br. b. Wellerthal (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl, 7,1) Quellteichabfluss SSW Rehau (cb<sup>1</sup>; 6,9), Egerquelle (qph; 6,6), Saale oberhalb Oberkottzau (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, Sp, chl, gns; 6,5), Oelsnitzbach v. d. E. i. d. Saale (gn, gns, E; 6,4), Oberer Fürstenbrunnen (Gr; 6,4) Bach O Perlenhaus (ph; 6,4), Wendernbach v. d. E. i. d. Röslau (Gr, ph; 6,3), Aegidiusquelle (gn, Gp; 6,2), Regnitz v. d. E. i. d. Saale (cb, Db, dn, sch, S; 6,1), Saale oberhalb Hof (fph, cb<sup>2</sup>, chl, Sp, gn, gns, h, cb, Db, dn, sch, S; 5,8), Perlenbach bei Sophienreut (gl, ph; 5,7), Röslau v. d. E. i. d. Eger (Gr, gn, qph, ph, K, B; 5,5), Ködelbach (em; 5,5), Pfalzbrunnen (Gr; 5,4), Forellenbach OON Waldsassen (ph; 5,4), Quelle in Zedwitz (sch; 5,3), Egerbach (qph, gnph, ph; 5,3), Quellen N Nordhalben (em; 5,1), Saale bei Bug (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, ch, Sp, gn, gns, h; 5,0), Haidenaab bei Muckenreuth (ph; 5,0).

Das wenigste Chlor führen: Egerquelle (qph; 12), Nebenquelle d. Saale (fph; 12), Molkenbrunnen SSW Naila (dn; 12), Weissmainquelle (Gr; 13), Haidenaab (ph; 14), hohe Tannenquelle (dn; 14), Egerquelle (qph; 15), Oberer Fürstenbrunnen (Gr; 16), Pfalzbrunnen (Gr; 16).

Relativ die geringsten Mengen Chlor besitzen, u. z. 3 und weniger Prozent (13 von 68): Stollenquelle in Steben (dn<sup>1</sup>, Db, sch; 1,1), Thüringer Muschwitz (sch; 1,5), Quelle beim Citronenhäuschen (ph, K; 1,6), Ottobrunnen (B; 1,9), Quelle NO Haidberg (gns; 2,0), Quelle O Friedmannsdorf

(gns; 2,3), Quelle bei Hermesgrün (Db; 2,4), Molkenbrunnen SSW Naila (dn; 2,5), Eisenbachquelle (dn, ck; 2,6), Gulgenbach (B, 2,8), hohe Tannenquelle (dn; 2,8) Brunnen im Alexanderbad (ph; 3,0).

Es ist ersichtlich dass die schwefelsäurereichsten Wässer meist auch im Gehalt an Kalk ausgezeichnet erscheinen, so weit es sich um Quellen und deren Abflüsse handelt. Es liesse sich dies vielleicht aus einem gewissen Gypsgehalt der betreffenden Kalklagen erklären, so gering er auch sein mag, aber durch die grössere Löslichkeit des schwefelsauren gegenüber dem kohlsauren Kalk mehr in den Vordergrund tritt. Da aber neben Wässern aus Kalklagern auch solche, deren Kalkreichtum aus zersetzten Silicaten stammt, sich einstellen, so läge die Vermuthung nahe, dass die chemische Affinität beider Stoffe hier eine besondere Rolle spiele.

Die Bethheiligung der bedeutendern Abflüsse an der grösseren Schwefelsäureführung scheint, nach dem bei der allgemeinen Betrachtung der Rückstandsstoffvertheilung Angeführten, kaum verwunderlich.

Wie die Schwefelsäure zu den allgemeinst verbreiteten Stoffen in den Gewässern zu rechnen ist und ihre relative Menge in der Beobachtungsreihe bis auf höchstens 3,7 % des Rückstandes sinkt, so ist es erklärlich, dass ihr Auftreten in rückstandsarmen Wässern mehr augenfällig wird.

Die kleinsten Mengen an Schwefelsäure weisen die Wässer aus Granit und Phyllit auf.

Hinsichtlich des Chlorgehaltes zeigt sich fast dieselbe Vertheilung wie die oben angeführte der Schwefelsäure, nur scheinen die Hauptabflüsse an der grösseren Chlorführung noch mehr betheiligt.

Wenn wir nach dem Ursprung von Schwefelsäure und Chlor fragen, so wird zweierlei Herkunft zu nennen sein. Als natürliche Quelle müssen wir den Gehalt der Gesteine an diesen Stoffen ansehen, als künstliche, was als Culturabfall in die Gewässer gelangt.

Bei der Schwefelsäure kann der natürliche Ursprung fertig gebildeter Säure in irgend welcher chemischen Bindung sein, wie sie die Quarzeinschlüsse der älteren Gesteine schon oft aufweisen oder aber in der Gegenwart von Metallsulfiden, unter welchen jene des Eisens die grösste Verbreitung haben, seine Voraussetzung besitzen.

Es würde zu weit führen, die vielen einschlägigen Angaben des Fichtelgebirgswerkes mit dem Analysenbefund in Vergleich zu setzen, um jedesmal diesen Zusammenhang festzustellen. Es genüge, darauf hinzuweisen, dass in der Mehrzahl der Fälle genannte Beziehungen sich in klarer Weise hervorheben.

Der Chlorbestand in den Gesteinen hat mit verschwindenden Ausnahmen die Gegenwart von Kochsalz zur Grundlage. Schon die mikroskopischen Hohlräume des Quarzes im Granit deuten häufig auf Kochsalzeinschlüsse und so wird man kaum ein Gestein bis zu den jüngsten Bildungen herab ohne Kochsalz finden. Die Vertheilung des Gehaltes ist aber vermöge der leichten Löslichkeit dieses Salzes die denkbar ungleichste. Neben örtlicher bedeutender Ansammlung steht die Dürftigkeit dieses Vorkommens im Allgemeinen. Wir sehen daher in kaum einem Fall die Menge des Chlor jene der Schwefelsäure erreichen. Während letzterer Mindestbetrag 3,7 % ausmacht, fällt er bei Chlor bis 1,1 %.

Wenn wir so die natürliche Verbreitung von Schwefelsäure und Chlor in den Gesteinen verfolgt und ihren besonderen Antheil an dem betreffenden Gehalt der Wässer erkannt haben, so wird andererseits die Erwägung der engen Verknüpfung von Sulphat- und Chlorsalzen mit dem animalischen und selbst vegetabilen Leben erkennen lassen, dass eine grössere Nähe von Culturstätten nicht ohne Einfluss auf den wechselnden Gehalt an genannten Salzen der anliegenden Wasserläufe sein kann. Aber nicht blos eine örtliche Verbreitung auf flüssigem Wege, wie erwähnt, steht diesen Stoffen als Culturabfall zur Seite. Durch Feuer erzeugte Luftströmungen heben sie, bald mechanisch mitgerissen, bald in gasförmigem Zustand in die Lüfte und der fallende Regen führt sie oft erst nach weitem Wege zur Erde zurück. Besonders die Schwefelsäure findet sicherlich auf diesem Wege weite Verbreitung. Wenn auch das Kochsalz und andere Chlorsalze in der Hitze flüchtig erscheinen, so wird ihr Niederschlag doch schon durch Abkühlung bewirkt und die geringen Mengen derselben, welche die Brennmaterialien aufweisen, nimmt jener Quelle jede Bedeutung. Um über die Verbreitung von Schwefelsäure und Chlor näheren Anhalt zu bekommen, untersuchte ich in stundenweiter Entfernung von München, an Orten, die von Kulturorten am meisten entlegen schienen, den Thau, Ansammlungen von eben gefallenem Regen, frischem Schnee; immer fanden sich, wenn auch wechselnd, deutliche Mengen von Schwefelsäure vor, neben meist nur spurweisem Auftreten von Chlor.

Die grösste Menge Kohlensäure im Trockenrückstand führen: Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; ?) Brunnenleitung für Naila (dn; 573), Gulgenbach (B; 520), Haidlerbach (sch, Db; 518), Leimitzbach O Hof (SS; 497), Regnitzbach N Hof (sch, Db, S etc.; 409), Stollenquelle in Steben (dn<sup>1</sup>, sch, Db; 332), Thüringer Muschwitz (sch; 327), Quelle in Zedwitz (sch; 323), Quelle beim Citronenhäuschen (ph, K; 322), Quelle bei Hermesgrün (Db; 283).

Relativ die meiste Kohlensäure im Trockenrückstand besitzen u. z. 20 % und mehr (19 von 68): Haidlerbach (sch, Db; 34,5), Regnitzbach N Hof (sch, Db, S; 31,5), Brunnenleitung für Naila (dn; 31,4), Gulgenbach (B; 29,5), Thüringer Muschwitz (sch; 28,9), Regnitz v. d. E. i. d. Saale (cb, Db, dn, sch, S; 26,7), Eisenbachquelle (dn, ck; 26,3), Quelle beim Citronenhäuschen (ph, K; 26,0), Röslau v. d. E. d. Wendernbachs (Gr, gn, gph, ph, K; 26,0), Saale bei Burg (fph, cb<sup>2</sup>, chl, Sp, gn, gns, h; 24,1), Röslau v. d. E. i. d. Eger (Gr, gn, qph, ph, K, B; 22,8), Quelle bei Hermesgrün (Db; 22,6), Quelle in Zedwitz (sch; 22,2), Selbitz v. d. E. i. d. Saale (gns, gn, S, dn, Db, sch etc.; 22,0), Wunsiedeler Stadtbrunnen (qph, ph, K; 22,0), Pulsnitz v. d. E. i. d. Saale (gn, gns; 21,3), Stollenquelle bei Steben (dn<sup>1</sup>, Db, sch; 20,5), Leimitzbach O Hof (SS; 20,3), Oelschnitz bei Bösenack (gn, gns; 20,2).

Die kohlensäureärmsten Wasser sind: Haidenaab (ph; 11), Weissmainquelle (Gr; 13,15), Bach O vom Perlenhaus (ph; 13), Pfalzbrunnen (Gr; 19), Weissmain bei Karches (Gr; 19), Pfalzbrunnen (Gr; 20), Quelle bei Klein-Döbra (dn; 20), Egerquelle (qph; 21 und 23), Egerbach (qph, gnph, ph; 22), Quellteichabfluss SSW Rehau (cb<sup>1</sup>; 25).

Relativ die geringsten Mengen Kohlensäure im Rückstand führen, u. z. 5 % und weniger (7 Proben von 68): Bach O vom Perlenhaus (ph; 3,4), Weissmainquelle (Gr; 3,6), Haidenaab bei Muckenreuth

ph; 3,9), Silberbachquelle (Gr; 4,2), Pfalzbrunnen (Gr; 4,6), Weissmainquelle (Gr; 4,7), Quelle NNW Selb (gn; 4,8).

Den bedeutendsten Glühverlust, abzüglich der Kohlensäure, weisen folgende Wässer auf: Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; ?), Saale bei Blankenstein (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, chl, Sp, gn, gns, h, cb, Db, dn, sch, Dd, ps; 395), Leimitzbach O Hof (SS; 251), Brunnenleitung für Naila (dn; 219), Quelle O Friedmannsdorf (gns; 206), Quelle in Zedwitz (sch; 185), Otto-brunnen (B; 178), Quelle NNW Selb (gn; 178), Eger bei Wellerthal (vorzugsw. Gr; 160), Saale oberhalb Hof (fph, cb<sup>2</sup>, chl, Sp, gn, gns, h, cb, Db, dn, sch, S; 146).

Relativ den bedeutendsten Glühverlust, abzüglich der Kohlensäure, geben nachstehende Wässer, u. z. 20% und mehr (15 Proben von 68): Quellteichabfluss SSW Rehau (cb<sup>1</sup>; 35,0), Quelle O Friedmannsdorf (gns; 26,7), Molkenbrunnen SSW Naila (dn; 25,9), Röslau bei Tröstau (Gr, gn; 25,4), Eger an d. Br. b. Wellerthal (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl; 25,2), Saale bei Blankenstein (fph, cb<sup>2</sup>, S<sup>1</sup>, chl, Sp, gn, gns, h, cb, Db, sch, Dd, ps; 25,0), Perlenhaus von Rehau (gl, ph, cb<sup>1</sup>; 23,4), Quelle NNW Selb (gn; 23,2), Regenfluss bei Pösing (meist Gr; 23,1), Forellenbach OON Waldsassen (ph; 22,0), Nebenquelle der Saale (fph; 20,5), Eger bei Markt-leuthen (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl; 20,5), Weissmainquelle (Gr; 20,4), Weissmain bei Karches (Gr; 20,3), Bach O vom Perlenhaus (ph, 20,1).

Den geringsten Glühverlust, weniger der Kohlensäure, ergeben: Oberer Fürstenbrunnen (Gr; 25), Quelle der Saale (fph; 31), Kalb-ügerbergquelle (b<sup>3</sup>; 31), Egerquelle (qph; 41 und 46), Haidenaab (ph; 48), Egerbach (qph, gnph, ph; 49), Weissmainquelle (Gr; 50), Pfalzbrunnen (Gr; 51).

Relativ den kleinsten Glühverlust, abzüglich der Kohlensäure, liefern die Trockenrückstände folgender Wässer, und z. 10 und weniger Prozent (16 von 68 Proben): Haidlerbach N Hof (sch, Db; 4,0), Thüringer Muschwitz (sch; 5,7), Regnitzbach N Hof (sch, Db, S etc.; 7,1), Kalb-ügerberg-quelle (b<sup>3</sup>; 7,2), Stollenquelle in Steben (dn<sup>1</sup>, Db, sch; 7,4), Gulgenbach (B; 7,5), Eisenbachquelle (dn, ck; 8,0), Röslau v. d. E. i. d. Eger (Gr, gn, qph, ph, K; 8,0), Saale bei Bug (fph, cb<sup>2</sup>, S, chl, Sp, gn, gns, h; 8,2), Eger v. d. V. m. d. Röslau (qph, gnph, ph, Gr, gn, gl; 8,7), Pulsnitz v. d. E. i. d. Saale (gn, gns; 9,3), Quelle bei Hermesgrün (Db; 9,4), Oelschnitz bei Bösenek (gn, gns; 9,6), Quelle der Saale (fph; 9,6), Wunsiedeler Stadtbrunnen (qph, ph, K; 9,6), Oberer Fürstenbrunnen (Gr; 10,0).

Wie schon bemerkt wurde, ist die Kohlensäure der Trockenrückstände fast ausschliesslich an alkalische Erde gebunden, und die Schwankungen der letzteren werden die gleiche Bewegung in der Kohlensäuremenge bewirken. Das bei den alkalischen Erden Bemerkte behält folglich hier seine, wenn auch bedingte, Gültigkeit.

Die Kohlensäuremenge steigt in den Proben von 3,4 bis 34,5%.

Der für unser Gebiet auffällige, bedeutende Gehalt von organischer Substanz in den Gewässern lässt schliessen, dass durch diesen der Kohlensäurebildung ein reiches Feld erschlossen sei. Wie dieser Gehalt sich nach dem Quellenursprung zu oft in besonderer Färbung kundgibt, so ist seine Gegenwart schon von den ersten Ansammlungen der Meteorwasser im Untergrund an nicht zu be-

zweifeln. Da, in inniger Berührung mit luftgesättigtem Wasser, wird seine theilweise Umsetzung, die als Endprodukte Kohlensäure und Wasser liefert, leicht von Statten gehen, wie die vielerorts gerade mit sumpfig-moorigen Stellen in Verbindung stehenden Kohlensäureausströmungen beweisen.

Das häufige Auftreten von Sauerlingen im Fichtelgebirge steht, nach von G ü m b e l s unanfechtbaren Angaben, theils mit der Gegenwart von vulkanischen Gesteinen in Zusammenhang, theils sieht man sie an Orte gebunden, die durch Kreuzung grosser Gebirgsspalten bestimmt sind. In beiden Fällen ist also eine tiefe Zerklüftung des inneren Gebirges als mittelbare Ursache anzusehen, der sich in vielen Fällen als unmittelbare der mit den vulkanischen Gebilden so oft vereint auftretende Kohlensäureerguss, hinzugesellt.

Diesen zwei angeführten Kohlensäurequellen gesellt sich die natürlichste derselben, der Gehalt der Luft an Kohlensäure hinzu.

Der Reichthum an organischer Substanz, der auch die Bodenwässer des Beobachtungsfeldes zweifellos auszeichnet, wird, wie wir gesehen haben, auch der Grund einer aussergewöhnlichen Kohlensäurebildung sein. Die erwiesene, örtlich hervorragende Zerklüftung gestattet bedeutenden Mengen von Wasser nach unten zu sinken. Die mit der Tiefe zunehmende Erdwärme muss endlich zur Freiwerdung der vom Wasser aufgenommenen Gase und unter diesen der Kohlensäure führen, die dann vermöge der bedeutenden Volumänderung unter Umständen nach oben drängend die Ursache von Ergüssen kohlenstoffhaltender Tagwässer wird. \*)

Die von vulkanischen Gebieten abseits gelegenen Sauerlinge und Mineralwasser könnte man sich auf diese Art entstanden denken; es liegt aber auch nahe, den gedachten Ursprung der Kohlensäure theilweise mit den zahlreichen Erzgängen und Mineralausscheidungen des Gebietes in ursächlichen Zusammenhang zu bringen, da diese vorweg Sulfide und Carbonspäthe sind.

Wie wir uns die chemische Thätigkeit des Wassers nur im engsten Anschluss an seinen Kohlensäuregehalt zu denken gewohnt sind, so müsste unser Untersuchungsfeld sich durch die Führung ungewöhnlicher Kohlensäuremengen, auch im Gehalt der Wässer über das Maass des Gewöhnlichen erheben. Es bleibt späteren Untersuchungen, die Vergleichswerthe schaffen würden, vorbehalten, ob trotz der ausgesprochenen Gehaltsarmuth ein relativer Reichthum vorliegt oder wenn doch, diese mit dem eben Gesagten in Einklang zu bringen.

Die andern Orts angeknüpften Bemerkungen über die organische Substanz entheben uns hier, nochmals in's Einzelne einzugehen. Es sei nurer wähnt, dass die Vertheilung der Zahlen, wie sie die Rubrik „Glühverlust weniger Kohlensäure“ liefert, mit wenig Ausnahmen jene ist, wie sie der im Felde sichtbaren Färbung der Wässer entspricht. Besonders die Relativzahlen heben das Aussergewöhnliche gleich der augenfälligen Erscheinung, bestimmt hervor.

Die rückstandsreichsten Wässer sind: Hausbrunnen in Oberhaid (Sp, chl; 3021), Leimitzbach O Hof (SS; 2403), Brunnenstube für die Leitung von Naila (dn; 1821), Gulgenbach im Reichsforst (B; 1764), Stollenquelle im Bad

\*) Die Egerquelle z. B. zeigt die auffallende Erscheinung von periodisch ausgestossenen, dem Geräusch nach aus grosser Tiefe kommenden Gasen, welche nach der Grösse der gebildeten Blasen zu schliessen, wahrscheinlich meist aus Luft bestehen, die, gelöst und mechanisch mitgerissen, in der Tiefe wieder entbunden nun mit dem Quellwasser zu Tage tritt.

Steben (dn<sup>1</sup>, Db, sch; 1620), Saale v. d. V. m. d. Selbitz bei Blankenstein (fph, cb<sup>2</sup>, chl, S<sup>1</sup>, chl, Sp, gn, gns, h, cb, Db, dn, sch, Dd, ps etc.; 1580), Haidlerbach N Hof (sch, Db; 1500), Quelle in Zedwitz (sch; 1447), Regnitzbach N Hof (sch, Db, S, etc.; 1298), Quelle bei Hermesgrün (Db; 1249).

Den geringsten Trockenrückstand weisen auf: Egerquelle (qph; 227), Regenfluss bei Pösing (meist Gr; 229), Oberer Fürstenbrunnen (Gr; 249), Haide-naab bei Muckenreuth (ph; 278), Pfalzbrunnen (Gr; 295), Nebenquelle der Saale (fph; 313), Egerquelle (2. Bestimmung: qph; 314), Weissmainquelle (Gr; 319), Egerbach (qph, gnph, ph; 321), Quelle der Saale (fph; 323).

Die Rückstandsmengen der 68 Proben liegen zwischen 227 und 3021 und erreichen in der Ordnungshälfte 600  $\frac{1}{10}$  mg im 1000 g Wasser.

Die Rückstandszahlen zeigen in der ersten Hälfte ein allmähliches Ansteigen, während in der zweiten die Unterschiede in den aufeinander folgenden Werthen immer bedeutender werden. Ein arithmetisches Mittel würde uns daher einen viel zu hohen Betrag für den Durchschnittsgehalt der Fichtelgebirgswässer geben und ist selbst die Zahl 600 der Hälfte der in der Ordnungstabelle verzeichneten Angaben noch zu gross in Anbetracht der beigezogenen rückstandsreichen Wässer von beschränkt-örtlicher Bedeutung.

Die rückstandsreichsten Wässer zeichnen sich auch fast ausnahmslos durch hohen Gehalt an alkalischen Erden aus, und verdanken eigentlich nur diesen die bevorzugte Stellung in gedachter Eigenschaft.

Quellen und diesen sich enganschliessende Abflüsse stehen hier in erster Reihe, denen sich dann die grössten in Betracht gezogenen Sammelwässer anreihen.

Die gehaltsärmsten Wässer stammen aus Granit- und Phyllit-Gebieten und gehören Quellen und obersten Bachläufen an.

Sind die eben berührten Bedingungen für eine aussergewöhnliche Rückstandsführung an enge Bezirke des Fichtelgebirges gebunden, wie aus dem bei Betrachtung der Wassermengen angeführten hervorgeht, so finden wir gerade die gehaltarmen Wasser mit solchen Gesteinsarten vereint, die in Fläche und Raum unser Gebiet vor allen beherrschen, und zugleich den Gesamtcharakter seiner Wasser bedingen, nämlich den der Rückstandsarmuth.

Von den 30 angeführten Quellen sehen wir in der Ordnungstabelle, bezüglich des Gehalts, 16 als arm, 14 als reich verzeichnet. Bedenken wir die Ausnahmstellung, die manche der letzteren dem Ursprung nach einnehmen, so wird aus diesen Zahlen um so bestimmter ersichtlich, dass hier die Quellen gehaltsärmer sind als die Sammelwässer.

Bei näherer Betrachtung der diesbezüglichen Angaben finden wir nicht bloss dies bestätigt, sondern wir erkennen unschwer, dass unter sonst gleichen Verhältnissen der Gehalt von der Höhe zur Tiefe zunimmt und dass diese Erscheinung sogar nicht ausschliesslich an ein geologisch einheitliches Zuflussgebiet gebunden ist.

Im Granitgebiet des Centralstocks finden wir vom Weissmain drei Angaben verzeichnet. Zu gleicher Zeit zeigt die Quelle 358, der Unterlauf nach 1,5 km. 365, und weiter nach 4,5 km. 393  $\frac{1}{10}$  mg Rückstand. Die Egerquelle liefert die Zahl 314, der Egerbach, 1,5 km. vom Ursprung, 321, und, da das folgende Zuflussgebiet vorherrschend dem Granit angehört, zur weiteren Vergleichung gleich geeignet: die Eger bei Marktleuthen 571 und endlich dieselbe vor der Vereinigung mit der Rösau 593. Der Pfalzbrunnen giebt die Rück-

standszahl 295; der Kösseinbach, 2 km. vom Ursprung, dem geologisch gleichen Zuflussgebiet angehörig wie der Pfalzbrunnen, die Gehaltszahl 467. Die im gleichen Verhältniss stehenden Brunnen im Alexanderbad und Wendernbach die Werthe 439 und 532.

Ein lehrreiches Beispiel für das Anwachsen der Gehaltszahl selbst im geologisch heterogenen Einzugsgebiet liefert die Saale. Saalequelle (313, 323), Saale bei Bug (682), bei Oberkotzau (868), bei Hof (842) und endlich bei Blankenstein (1580).

Aber auch allgemeine Betrachtungen führen zu dem Ergebniss, dass die Quellen chemisch wenig verschiedener Zuzugsgebiete durchschnittlich weicherer Wasser führen als die Sammelwasser, soweit sich nicht Oberflächenwässer hinzugesellen.

Wir wollen den Zufluss unter gleichen geologisch-petrographischen Verhältnissen ins Auge fassen und müssen hier die Zeit als ausschlaggebenden Faktor erkennen. Je länger ein Wasser mit dem Boden seines Ursprungs in Berührung steht, d. h. je länger sein Lauf unter Tag ist, desto mehr Gelegenheit bietet sich ihm, Mineralstoffe aufzunehmen; die tiefer gelegenen Quellen müssen gehaltreicher sein als die höher gelegenen, und das Gleiche muss auch bei den Zusammenflüssen stattfinden. Dazu kommt ein Faktor, dessen Einfluss nach derselben Seite gerichtet ist, nämlich die mit der Tiefe steigende Bodenwärme, welche auf die chemischen Lösungsprozesse nur fördernd wirken kann.

Verfolgen wir einen Wasserlauf von seinem Ursprung an, so werden wir in den meisten Fällen in Bezug auf Wasserführung an einem tieferen Punkt eine grössere Mehrung finden, als den sichtbaren Quellzuflüssen zukömmt. Es ist eine längst erhärtete Thatsache, dass der Richtung des Tagabflusses meist jene der unterirdischen Wasserläufe entspricht, und da das Gerinne des Tagwassers dem jeweilig tiefsten Punkt der Oberfläche des Zuflussgebietes zustrebt, so werden in vielen Fällen die Nebenadern nicht Gelegenheit finden, als sichtbare Quellen zu Tage zu treten, sondern im Rinnsal der Hauptader unbemerkt zur Mehrung der Wassermenge und nach den obigen auch der Rückstandsmenge führen. Wenn alles Untergrundwasser auch als Quelle zu Tage treten würde, so müsste ja, da die Summe der zugehörigen Quellen gleich dem entsprechenden Flusslauf ist, auch die Summe der Quellrückstände jene des Sammellaufes sein. Auf alle Fälle könnte man nicht sagen, dass die Sammelwasser, sofern ein Oberwasserzufluss ausgeschlossen ist, weicherer Wasser führten als der Durchschnittsgehalt der Quellen, da noch Eines der Rückstandsmehrung in den tiefern Abflüssen günstig liegt, und das ist die Verdunstung.

Je weiter und ausgedehnter ein Wassernetz ist, desto grösser wird die Oberfläche, die es der Verdunstung bietet. Was im Oberlauf durch die stürzenden Wässer in inniger Mischung mit der Luft verdunstet, wird im Unterlauf reichlich erreicht durch den immer mehr verzögerten Lauf und die höhere Wärme. Es wird Fälle geben, wo durch diese Vorgänge eine Ausscheidung von Mineralstoffen bewirkt wird, die aber dann kaum Schritt hält mit der gleichzeitigen Wassermengenminderung, so dass auch hier eine Rückstandsmehrung verbleibt.

Mit Ausnahme der eruptiven, zeigen die Gesteine mit absteigendem Alter im grossen Ganzen immer geringere Festigkeit. Ist diese bedingt durch den verringerten, engen Anschluss der einzelnen Mineraltheile, so werden wir

den jüngeren Bildungen auch vermehrte Wasserführung und mit dieser, immer unter Annahme einer petrographisch ähnlichen Zusammensetzung, auch die Fähigkeit gehaltreichere Wässer zu bergen, zusprechen müssen.

Die jüngsten geologischen Gebilde folgen fast ausnahmslos den heutigen Flussläufen, und nach dem Vorstehenden sind sie es, die unter sonst gleichen Bedingungen die härtesten Wässer liefern.

In nächster Nähe der, mit der Grösse der Abflüsse sich mehrenden, menschlichen Siedelungen mag die hier oft beobachtete Thatsache, dass die Quellen härteres Wasser als die Flüsse führen, fälschlich zur allgemeinen Geltung erhoben worden sein. Unsere Ausführungen beschränken diesen Satz aber dahin: Unter gleichen, oder annähernd gleichen petrographischen Bedingungen nimmt der Gehalt der Gewässer von der Höhe zur Tiefe zu, wie er mit steigendem Alter der durchflossenen Schichten, bei gleicher Annahme, fällt.

Die chemischen Veränderungen, welche die Gesteine durch Stoffabgabe an die Begleitwässer erleiden, nur aus dem Rückstand der letzteren abzuleiten und in Vergleich zu setzen, würde zu grossen Irrthümern führen. Ein richtiges Bild für die geologische Wirkung des Wassers als chemisches Agens erhält man nur durch Zusammenhalt von Rückstand und führender Wassermenge.

Einige Angaben, so weit dies die gepflogenen Ermittlungen gestatten, werden hierüber mehr Licht verbreiten.

Betrachten wir zuerst die zwei Hauptflussgebiete als Ganzes.

Die Saale verfrachtet im Jahr aus den bayrischn Gebietstheilen 17,38 Millionen kg. gelöste Stoffe. Für die Eger betragen diese, unter den früher gemachten Annahmen, im Maximum nur 14 Millionen kg.

Die Rückstandszahlen von Saale und Eger verhalten sich etwa wie 2:1, die faktische Abfuhr wie 1,24:1.

Bei fast gleicher Zuzugsfläche und gleicher Höhe der Abflussschwelle, gebietet die Eger über ein bedeutend überhöhtes Terrain und  $\frac{5}{4}$  grösseren Abfluss, ohne die Abfuhr der Saale an gelösten Stoffen zu erreichen.

Auf die Zuzugsflächen vertheilt, und das Raumgewicht der durch die chemische Thätigkeit des Wassers zerstörten Mineralmassen, jedenfalls noch viel zu hoch gegriffen, zu 2,5 angenommen, erführe das Saalegebiet in 134, das Egergebiet aber erst in 164 Jahren eine Erniedrigung um 1 mm.

Entspricht die chemische Abfuhr gewiss einem noch kleineren Antheil als der Hälfte der Gesamtabfuhr, durch Lösung und Abschwemmung bewirkt, so kann man bei den gewaltigen Zeiträumen, seit diese Faktoren zur Wirksamkeit gelangten, eine ungefähre Ahnung erhalten von den Veränderungen, denen unser Gebiet unterworfen war von den ersten Zeiten an, da seine Hauptmasse festes Land wurde.

Dass diese Einwirkung aber über die betroffene Fläche je nach Zusammensetzung eine sehr ungleiche ist und war, lehren die Ergebnisse unserer Untersuchung.

Es mögen nur einige flüchtige Andeutungen genügen.

Der Granit im Egergebiet weist unter den Constituenten die kleinste Rückstandszahl der Begleitwässer auf, neben wenig über den Durchschnitt erhobener Wasserführung. Im Vergleich, besonders zu seiner Masse, wird der Granit viel weniger Veränderungen erleiden als die geschichteten Glieder dieses

Complexes, die durch grössere Rückstandszahlen, verstärkten Abfluss bei geringerer Masse ausgezeichnet sind. Dass diese Differenzirung, der sich noch ein Faktor, nämlich eine viel geringere Festigkeit der letzt genannten Schichten im Allgemeinen, hinzugesellt, im Lauf der Zeiten ein gar sehr verschiedenes Oberflächen-Bild gegen den ursprünglichen Bestand aufweisen muss, ist ersichtlich.

Der Basalt zeigt gegen den Durchschnitt etwa eine verdoppelte Rückstandszahl, seine Wasserführung steht aber um das Zehnfache gegen das Mittel zurück. Seine gegen die Umgebung auffällige Oberflächenform wird uns dadurch erklärlich.

In einem ähnlichen Fall befinden sich die älteren Eruptivmassen der unteren Saale. Ihrer relativ hohen Stoffabgabe steht eine vielfach gegen den Durchschnitt verminderte Abflussmenge gegenüber. Ihre Massen sind es, die vorzugsweise die Berghöhen bilden.

Untersuchungsergebnisse an Wässern des fränkischen Keupergebietes\*).

Zeit der Proben-Entnahme	Bezeichnung	Geolog.	Temp.	Menge	Der Trockenrückstand von 1000 gr. Wasser enthält in $\frac{1}{10}$ mg.												
					Summe	Si O <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca O	Mg O	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Cl	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	Org. etc.
6./4. 1888	Aichquelle im Keller d. H. Haas in Rothenburg o. T.	Unt. Lettenkohle (lkp <sup>1</sup> )	7,6	0,2	9300	85	17	4	2134	1075	678	602	850	1860	Sp.	1995	—
6./4. 1888	Hertrichsbrunnen bei Rothenburg o. T.	Lettenkohlensandst. (lkp <sup>2</sup> )	5,4	—	4300	45	18		1330	712	32	63	92	395	"	1613	—
29./3. 1888	Quelle bei der Gakenmühle b. Illesheim.	Grenzdolomit (lkp <sup>4</sup> )	6,4	1	4350	76	12		1312	740	25	63	57	446	"	1619	—
29./3. 1888	Wasserleitung für die Stadt Bergel.	lkp <sup>1</sup>	6,7	0,5	18460	52	8		6580	1240	48	184	60	8088	"	2200	—
6./4. 1888	Chausseehausquelle bei Neusitz.	lkp <sup>4</sup>	6,5	—	3905	80	20		1268	612	24	48	66	253	"	1534	—
29./3. 1888	Aischquelle bei Illesheim.	Grundgypsschichten (kp <sup>1</sup> )	8,6	30	22523	8	4		8200	968	131	248	77	11534	"	1353	—
24./12. 1888	Tiefquelle bei Kaubenheim.	kp <sup>1</sup>	9,4	19	25271	69	19		8605	1251	172	921	209	11751	"	2274	—
24./12. 1888	Grabenquelle bei Kaubenheim.	kp <sup>1</sup>	9,4	20	24614	53	33		8673	1208	162	362	169	12565	"	1389	—
24./12. 1888	Schulgrabenquelle bei Ipsheim.	Untergypskeuper (kp <sup>1</sup> )	9	—	18972	28	20	12	6540	1460	116	204	36	8084	"	2472	—
31./3. 1888	Schulgrabenquelle bei Ipsheim.	kp <sup>1</sup>	8,5	0,25	18897	68			6340	1364	108	204	38	9163	"	1612	—
29./3. 1888	Rezatquelle.	Schilfsandstein (kp <sup>2</sup> )	4	0,1	961	144	56	8	68	52	50	132	85	210	"	59	97
26./12. 1888	Pointquelle beim Kloster in Langenzenn.	Freihungsschicht (kp <sup>2</sup> )	—	3	3719	68	20		940	688	96	138	90	216	"	1463	—
10./4. 1888	Quelle an der Bahn bei Dinkelsbühl.	Semionot. Sandstein (kp <sup>4-5</sup> )	6,9	0,3	2739	112	36		800	456	32	54	44	89	"	1107	—
9./4. 1888	Quelle bei Obermeißling bei Dinkelsbühl.	kp 4-5	6,7	0,25	2575	124			736	452	35	54	84	27	"	1063	—
8./5. 1889	Quelle W. vom Wachsenberg.	Blasensd. (kp 4)	5,5	0,1	2746	132	12		720	456	74	94	87	120	1	1050	—
9./4. 1888	Quelle 200 m von Segringen bei Dinkelsbühl.	Burgsandst. (kpe)	5,8	10	2025	101	31		659	228	27	58	64	58	"	760	39

\*) Die Wasserproben dieses Gebiets sind fast ausschliesslich von dem mit der geognostischen Aufnahme dieses Gebiets betrauten f. Assistenten Dr. Thürach genommen worden.

Untersuchungsergebnisse an Wässern des fränkischen Keupergebietes\*).

Zeit der Proben-Entnahme	Bezeichnung	Geolog.	Temp.	Menge Sec. Lit.	Der Trockenrückstand von 1000 gr. Wasser enthält in $\frac{1}{10}$ mg.													
					Summe	Si O <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca CO <sub>3</sub>	Mg CO <sub>3</sub>	Ca SO <sub>4</sub>	Mg SO <sub>4</sub>	K Cl	Na Cl	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
6./4. 1888	Aichquelle im Keller d. H. Haas in Rothenburg o. T. (425 m).	l <sub>kp</sub> <sup>1</sup>	7,6	0,2	9110	85	17	4	Sp.	Sp.	2621	1609	1617	928	468	1033	602	126
6./4. 1888	Hertrichsbrunnen b. Rothenburg o. T. (430 m).	l <sub>kp</sub> <sup>2</sup>	5,4	1	4279	45	18				2159	1266	293	327	41	119	11	—
29./3. 1888	Quelle bei der Gakenmühle bei Illesheim (320 m).	l <sub>kp</sub> <sup>4</sup>	6,4	1	4338	76	12			„	2303	1157	52	567	40	63	—	68
29./3. 1888	Wasserleitung für die Stadt Bergel (357 m).	kp <sup>1</sup>	6,7	0,5	18448	52	8			„	2340	2236	12796	524	76	40	—	376
6./4. 1888	Chausseehausquelle bei Neusitz (389 m).	l <sub>kp</sub> <sup>4</sup>	6,5	0,2	3890	80	20				1957	1285	418	—	38	79	—	13
29./3. 1888	Aischquelle bei Illesheim (318 m).	kp <sup>1</sup>	8,6	30	22504	8	4				2566	428	16424	2293	161	—	52	568
24./12. 1888	Tiefquelle bei Kaubenheim (300 m).	kp <sup>1</sup>	9,4	19	25218	69	19				3334	1541	16364	1551	273	130	—	1937
24./12. 1888	Grabenquelle bei Kaubenheim (300 m).	kp <sup>1</sup>	9,4	20	24577	53	33				2053	1004	18173	2191	98	201	187	584
24./12. 1888	Schulgrabenquelle bei Ipsheim (310 m).	kp <sup>1</sup>	9	0,25	18964	28	20	12		„	3720	1596	10820	2100	43	26	164	435
31./3. 1888	do.	„	8,5	0,25	18890		68			„	2575	915	11894	2784	79	—	108	467
29./3. 1888	Rezatquelle (466 m).	kp <sup>2</sup>	4,0	0,1	941	144	56	8		„	59	63	85	66	30	116	57	168
26./12. 1888	Pointquelle beim Kloster in Langenzenn. (305 m).	kp <sup>2</sup>	—	3	3699	68	20			„	1634	1420	60	36	152	30	—	279
10./4. 1888	Quelle an der Bahn bei Dinkelsbühl. (440 m).	kp <sup>4,5</sup>	6,9	0,3	2721	112	36			„	1377	957	70	—	51	33	—	85
9./4. 1888	Quelle bei Obermeissling bei Dinkelsbühl. (490 m).	„	6,7	0,25	2556		124			1	1287	949	37	—	55	95	—	9
8./5. 1889	Quelle W. von Wachsenberg (500 m).	kp <sup>4,5</sup>	5,5	0,1	2723	132	12			„	1246	958	53	—	51	99	78	94
9./4. 1888	Quelle 200 m vom Ort Segringen bei Dinkelsbühl. (500 m).	kp <sup>6</sup>	5,8	0,1	2014	101	31			„	1157	479	34	—	38	69	7	59

\*) Die Wasserproben dieses Gebiets sind fast ausschliesslich von dem mit der geognostischen Aufnahme dieses Gebiets betrauten Herrn Assistenten Dr. Thürach genommen worden.

## Der Untersuchungsbefund an den Quellen des fränkischen Keupergebiets.

Haben die untersuchten Fichtelgebirgswässer durch die Zahl der Proben, ihre innere Verkettung in Raum und Zeit, zu einer Zusammenfassung der Resultate willkommene und erstrebte Gelegenheit gegeben, so konnten doch auch dabei nicht alle durch den Befund angeregten Erörterungen Platz finden. Weniges, das Nächstgelegene kam zur Erwähnung.

Hier nun liegen die Resultate aus keinem geschlossenen Felde vor, die Probezahl ist gering. Vieles, was vordem angeführt wurde, müsste überdies nur Wiederholung finden. Es seien deshalb nur einige wenige anschliessende Bemerkungen beigefügt und im Uebrigen der Analyse selbst das Wort ertheilt.

Das Auffallendste der Analysenergebnisse sind die so bedeutenden Rückstandszahlen. Das Minimum derselben übersteigt weit die mittlere Rückstandszahl des Fichtelgebirges. Das Maximum, mit über 2,5 g gelösten Stoffen in 1000 g, ist fast das Zehnfache der höchsten Gehaltszahl und übertrifft um mehr als das Vierzigfache die Mittelzahl der vorigen Beobachtungsreihe. Dabei scheint es an starken Quellen, wie die Angaben über die Aischquelle mit 30 S. L., Tiefquelle mit 19 S. L. und Grabenquelle zu Kaubenheim mit 20 S. L. lehren, nicht zu fehlen, ein weiterer auffallender Gegensatz zu vorbetrachtetem Gebiet.

Die drei genannten Quellen allein stellen, unter der Annahme, dass die angegebenen die Jahresdurchschnittsmengen sind, mehr als  $\frac{1}{3}$  der Saaleabfuhr an der Landesgrenze dar!

Die grössten Rückstandszahlen zeigen die Quellen des unteren Gypskeupers, die kleinsten die des Schilfsandsteins.

An der Zusammensetzung des Rückstandes betheiligen sich die alkalischen Erden in vorherrschendem Maasse, theils als Carbonate, theils als Sulfate. Im Gehaltsmaximum bilden letztere über  $\frac{2}{3}$  des Gesammtrückstandes und von diesem wieder  $\frac{1}{10}$  die schwefelsaure Bittererde. Im Gehaltsminimum fallen die Sulfate der alkalischen Erden bis je  $\frac{1}{6}$  des Rückstandes, und der Bittersalzgehalt hat sich jenem des Gypses sehr genähert.

Wie Sulfate, speziell der Gyps, keinem der untersuchten Wasser fehlten, so zeigen auch alle mehr oder minder auffälligen Bestand an Carbonaten der alkalischen Erden, der sich meist einer rein dolomitischen Zusammensetzung nähert. Dieser dolomitische Gehalt steigt mit dem Gypsgehalt wohl an, bildet aber an der unteren Grenze der Rückstandsführung, bei den Wässern der Sandsteinbildungen, die Hauptmasse.

Auffallend ist noch der grosse Alkaligehalt, den alle Proben aufweisen und der im Allgemeinen mit dem Gesammtrückstand wächst. Die Sulfate herrschen hier vor, das Chlor findet sich sowohl an Kali wie an Natron, doch vornehmlich an letzteres gebunden.

Kieselsäure und Thonerde zeigen mittlere Werthe, im Vergleich zum betrachteten Urgebirge. Die Thonerde steht aber im höheren Verhältniss zur Kieselsäure, als dort ermittelt wurde. Beide Stoffe zeigen auffallend wenig

Verschiedenheit in den Mengen, wenn auch sichtlich ihr Bestand in den Sandsteinwässern ansteigt. Der Eisengehalt, absolut genommen, ist höher als der Durchschnittsbestand in den Fichtelgebirgswässern.

Die organischen Substanzen treten im Vergleich zum Fichtelgebirge sehr zurück, und ist eine durch dieselben hervorgerufene Färbung der Rückstände, viel weniger des ursprünglichen Wassers kaum zu bemerken.

München, Ende August 1891.

In Bezug auf das Vorkommen der untersuchten Quellwasser ist nach Dr. Thürach noch Folgendes anzufügen.

1. Aichquelle im Keller des Herrn Haass in Rothenburg o. T., entspringt einer gelbbraunen Dolomitbank der unteren Lettenkohlschichten; überlagernd im Bezugsgebiet: obere Lettenkohlschichten, auf diesen steht die Stadt.
2. Hertrichsbrunnen b. Rothenburg o. T., entspringt aus dem Lettenkohlhauptsandstein; Quellbassin; im Bezugsgebiet noch obere Lettenkohlschichten. Als Trinkwasser in Rothenburg sehr geschätzt.
3. Quelle bei der Gakenmühle bei Illesheim, entspringt auf der unteren Grenze des gelbbraunen Grenzdolomits; Bezugsgebiet: nur Grenzdolomit, in der Ueberlagerung etwas brauner Lehm; für die Wasserleitung der Stadt Windsheim benutzt. Setzt etwas Kalktuff ab.
4. Quelle für die Wasserleitung der Stadt Bergel, entspringt nahe bei Bergel an der Strasse nach Oberdachstetten aus den Bänken des Grenzdolomits, in einiger Entfernung im Einzugsgebiet überlagert von Grundgypsschichten und unterem Gypskeuper, welche den hohen Gehalt an Gyps in diesem Wasser bedingen. Das hier aus dem tieferen Horizont des Lettenkohlsandsteins in Brunnen entspringende Wasser enthält nur wenig Gyps.
5. Chausseehausquelle bei Neusitz unfern Rothenburg, entspringt dem Grenzdolomit, der im Einzugsgebiet nur von Lehm und Löss überlagert wird. Wasserleitung für Neusitz.
6. Aischquelle bei Illesheim, entspringt den an der Quelle anstehenden Grundgypsschichten, im Bezugsgebiet noch unterer Gypskeuper und quartärer Lehm; in der Nähe noch zahlreiche starke Quellen aus demselben Horizont.
7. u. 8. Tiefquelle und Grabenquelle bei Kaubenheim. Diese beiden in geringer Entfernung von einander auftretenden Quellen entspringen ebenfalls der Grundgypsschichte; in dem sehr grossen Bezugsgebiet zu Tage vorwiegend unterer Gypskeuper und Alluvionen.
9. u. 10. Schulgrabenquelle bei Ipsheim, am Kirchenweg nach Meilheim; zwei in einer Entfernung von etwa 200 m von einander auftretende Quellen, welche dem unteren Gypskeuper in der Gypsregion zwischen Bleiglanzbank und Corbulabank entspringen; setzen im Quellgraben etwas Kalktuff ab. Im Bezugsgebiet nur unterer Gypskeuper.
11. Rezatquelle, an der Bahn zwischen Oberdachstetten und Burgbernheim; entspringt dem Schilfsandstein und hat nur diesen im Bezugsgebiet. Wasser häufig milchig trübe; Temperatur und Menge stark wechselnd.
12. Pointquelle beim ehem. Kloster in Langenzenn. Entspringt der Oberregion des Schilfsandsteins; im Bezugsgebiet noch Berggypsschichten, überlagert vom Blasensandstein.
13. Quelle an der Bahn bei Dinkelsbühl, entspringt den grobkörnigen Sandsteinen aus der Region des Coburger Bausandsteins; im Bezugsgebiet überlagernd noch unterer Burgsandstein.

14. Quelle bei Obermaissling unfern Dinkelsbühl, entspringt ungefähr denselben Lagen wie die vorigen an der Grenze des Coburger Bausandsteins gegen die tieferen Keuperletten. Im Bezugsgebiet fehlt hier die Ueberlagerung durch Burgsandstein.
15. Quelle W. von Wachsenberg unfern Rothenburg, entspringt einer der unteren Bänke des Blasensandsteins; in der Ueberdeckung (gegen 10 m) nur dieses Gestein.
16. Quelle auf der Höhe hinter dem Orte Segringen bei Dinkelsbühl, entspringt den oberen Lagen des unteren Burgsandsteins; in der Ueberlagerung nur dieser.



Die  
stratigraphische Stellung  
der  
Partnach- und der sogen. Unteren  
Cardita-Schichten  
in den Nordtiroler und Bayerischen Alpen.

Von

Dr. **Theodor G. Skuphos**

aus **Paros.**

---

**Einleitung.**

Die offene Frage über die stratigraphische Stellung der Partnachschichten und die unsicheren Beziehungen dieser zu den sog. „Carditaschichten“ einerseits und die Unklarheit über die Stellung der den Partnachschichten zugeordneten Pflanzen führenden Sandsteine etc. andererseits waren genügende Gründe für die nachfolgende Untersuchung.

Wir waren gezwungen, in dieser Arbeit den historischen Theil etwas eingehender zu behandeln, weil gerade unsere Schichten in den verschiedenen Jahren verschiedenartig aufgefasst und mit verschiedenen anderen, älteren oder jüngeren Schichten verwechselt, dadurch auch in verschiedene Niveaux gestellt und mit verschiedenen Namen versehen wurden.

Wir führen in dem historischen Theil die verschiedenen Ansichten und Auffassungen bis Februar 1892 ohne irgend eine Bemerkung, in dem speciellen Theil die verschiedenen Profile auf, welche wir begangen haben. Im palaeontologischen Theil werden wir die Fossilien behandeln und eine Tabelle mit ihren Fundorten anschliessen. Endlich geben wir in den Schlussbemerkungen die Resultate, welche wir durch unsere Untersuchungen im Anschluss an die schon in der Literatur über die Partnachschichten ausgesprochenen Ansichten gewonnen haben.

---

## A.

### Historischer Theil.

---

1851 beschrieb Schafhäütl<sup>1)</sup> aus dem Sandstein vom Vorderhausberg bei Partenkirchen, welchen er als Reiselsberger Sandstein dritte Wiederholung bezeichnete, *Calamites gracilis*. Auf diesen Sandstein werden wir an späterer Stelle zurückkommen.

1853 gab Studer<sup>2)</sup> am Triesenerkum, im Saminathal, Gamperton und im Galgentobel über dem rothen Sandstein und unter dem Dolomit schwarze Schiefer, Sandstein und mergelige Kalksteine an, in welchen Escher vegetabilische Ueberreste fand, die von Merian und Heer als Keuperpflanzen der Lettenkohlschichten erklärt worden sind, nämlich: als *Calamites arenaceus* Jäg., *Equisetum columnare* Brg., *Pterophyllum longifolium* Brg. Vom Triesnerkum schreibt Studer: „Der schwarze Schiefer, in rhombische Tafeln oder griffelähnliche Stücke zerfallend, mit Pflanzenresten, die man zum Theil als Cypressennadeln betrachten kann, bei 50 m. mächtig, fällt wenig regelmässig gegen O und NO und enthält häufig Ausscheidungen von rostbraun verwitterndem, im Innern dunkelbräunlichblauem, knolligem Kalk, worin nach Merian's Bestimmung *Halobia Lommeli* Wissm. und unbestimmbare *Ammoniten* sich finden.“

Zu den erwähnten Cypressennadeln bemerkt Escher von der Linth<sup>3)</sup>, dass dieselben *Bactryllium Schmidii* Heer sind,<sup>4)</sup> ein charakteristisches Fossil für diese Schichten. Weiter gibt dieser Autor die hier abgekürzt mitgetheilte Lagerungsfolge der Gebirgsglieder von oben nach unten an<sup>5)</sup>: 14) St. Cassian (mit *Bactryllium striolatum* Heer, *B. deplanatum* Heer, *Spirifer uncinatus* Schafh., *Pecten Falgeri* Mer., *Gervillia inflata* Schafh., *Cardita crenata* Münst., *Oliva alpina* Klipst. etc.). 15) Petrefacten von Esino (Comer See) Dolomit. 16) *Bactryllium Schmidii* Heer, *B. Meriani* Heer, *Halobia Lommeli* Wissm., *Ammonites globosi*.

---

1) Schafhäütl: Geogn. Untersuch. des Südbayerisch. Alpengebirges 1851 Taf. XII f. 15; Tabelle II, IVe, LXXIV.

2) Studer: Geologie der Schweiz. Bd. II, Pag. 16, Zürich 1853.

3) Escher von der Linth: Geolog. Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden.

4) Das. Vorwort.

5) Das. S. 18 u. ff.

17) Lettenkohle mit *Equisetites columnaris*, Strnb., *Calamites arenaceus* Brg., *Pterophyllum Jägeri* Brgn., *Bactryllium canaliculatum* Heer etc.). 18) Muschelkalk (*Encrinurus liliiformis* etc.). Dabei blieb Escher<sup>1)</sup> sowohl über das Lagerungsverhältniss von No. 16 und 17 in Vorarlberg unklar, als auch „über die Ordnung, in welcher die verschiedenen Glieder von No. 16 und 17 selbst aufeinanderfolgen, indem in keinem der untersuchten Profile alle diese Glieder beisammen gefunden worden sind; auch sind vielleicht die einen die Süsswasser- oder Strand-Repräsentanten der anderen marinen.“ Diese Gliederung, die Escher selbst als eine vorläufige bezeichnete, hat durch die späteren Untersuchungen keine Bestätigung gefunden. Escher verglich No. 14—16 mit den Schichten von St. Cassian.

In demselben Jahre, 1853, fasste Em m r i c h<sup>2)</sup> die Pflanzen führenden Sandsteine von Partenkirchen sowie die oolithischen Kalke mit *Cardita* cfr. *crenata* Münst. bei Ruhpolding mit den Gervillienschichten zusammen und gab folgende Gliederung: 1) Rother Sandstein, 2) unterer Alpenkalk, Dolomit und Rauchwacke. 3) Muschelkalk, 4) Lithodendronkalk (St. Cassian), 5) Gervillienschichten (St. Cassian), 6) Lias.

1854 zieht M e r i a n<sup>3)</sup> die Pflanzen führenden Sandsteine und die damit wechselagernden Kalkbänke mit *Cardita crenata*, *Ammonites Johannis Austriae* und der Familie der globosen Ammoniten u. s. w. in Vorarlberg noch mit zur St. Cassianformation, die somit den ganzen Complex zwischen Muschelkalk und Lias begreift.

Entgegen den bisherigen Anschauungen stellte 1854 A. Schlagintweit<sup>4)</sup> zum unteren Lias sowohl „die dunkel gefärbten Mergelschiefer etc., welche über dem unteren Alpenkalk liegen und am Risserkopf, Kocheberg, Schachenthor etc. vorkommen, als auch die feinkörnigen Sandsteine, welche am südlichen Fuss des Risserkopfes und des Vorderhausberges, auf der linken Seite des Ferchenbaches von dem Einflusse in die Partnach bis gegen die Elmau u. s. w. vorkommen und welche Pflanzenreste und Bruchstücke von *Aviculen* und *Nuculen* enthalten.“

Auf Grund neuer Begehungen giebt Escher von der Linth<sup>5)</sup> folgende Gliederung:

Hangendes: Lias.

- 1) Dachsteinkalk und Kössener Schichten mit *Cardium austriacum*.
- 2) Riesen-Oolith und Dolomit bei Hall mit grossen *Chemnitzien*.
- 3) Keupersandstein und -schiefer in Vorarlberg mit *Pt. Jaegeri* etc., in Tirol mit Zwischenlagen, in denen *Cardita crenata* und *Amm. Johannis Austriae* (eigentliches St. Cassian).

Im Jahre 1855 bezeichnete Prinzinger<sup>6)</sup> die Raiblerschichten am Haller Anger als Carditen-Sandsteine und -Kalke, welche mit einander wechsellagern,

<sup>1)</sup> Das. S. 26.

<sup>2)</sup> Em m r i c h: Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanst. 1853, S. 380. Ders. a. a. O. S. 393.

<sup>3)</sup> Merian: Ueb. d. St. Cassianformation in Vorarlberg u. im N.-Tirol (Zeitschr. deutsch. Geol. Gesell. Berl. 1854, S. 642.)

<sup>4)</sup> Ad. u. Herm. Schlagintweit: Neue Untersuch. üb. d. phys. Geograph. u. Geologie der Alpen. 1854, S. 530.

<sup>5)</sup> Escher von der Linth, Briefl. Mitth. an Herrn Weiss (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellsch. Berlin 1854 Bd. VI. S. 519).

<sup>6)</sup> Prinzinger: Geologische Notizen aus der Umgebung des Salzbergwerkes zu Hall in Tirol. Das Lavatschthal. (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1855 S. 343).

und erwähnte, dass in den letzteren die *Ostrea Haidingeri* in sehr schönen Exemplaren vorkommt, und nennt ferner als Erster bei dem Versuch, eine Parallelisirung mit früheren Beobachtungen zu ziehen, diese Schichten „Carditaschichten“. In den Anmerkungen bezeichnet Lipold<sup>1)</sup> nach Escher die Carditaschichten am Haller Salzberge und im Lavatschthale als echte St. Cassian-Schichten.

Zu gleicher Zeit trennte Emmrich<sup>2)</sup> die erwähnten oolithischen Schichten mit *Cardita crenata* von den Gervillienschichten ab und betrachtete dieselben als den Schichten von St. Cassian Südtirols und den Schichten von Hallstatt entsprechend.

In demselben Jahre erwähnte G ü m b e l<sup>3)</sup>, dass die sanft gewellten, hügelartigen Berge bei Partenkirchen und Mittenwald aus schwarzen Schiefern, Kalksteinen, gelblichgrauen Sandsteinen etc. bestehen und *Bacryllien*, kleine der *Posidonomya keuperina* ähnliche Muschelchen, Pflanzenfragmente im Sandstein etc. enthalten, und betrachtete diesen Gesteinscomplex als das älteste Formationsglied in dieser Gegend.

Als unteren Alpenschiefer fasste 1856 G ü m b e l sowohl die von Escher aus Vorarlberg beschriebenen dunkelfarbigem Schiefer mit eingelagerten dünnbankigen, flasrigen, auf den Schichtflächen narbig vertieften, mit fettglänzendem Thon überzogenen Kalksteinen (Guttensteiner Kalk) mit *Bacryllium Meriani* Heer, *B. Schmidii* Heer, *Halobia Lommelii* Wissm., als auch die grauen Sandsteine mit Keuperpflanzen zusammen.

Der Fund weiterer Pflanzenreste in dem zu Anfang erwähnten Sandstein bei Partenkirchen giebt Schafhäutl<sup>4)</sup> zu folgender Bemerkung Anlass: „Wenn auch *Pterophyllum longifolium* dem Lias angehört, so ist die *Pecopteris Stuttgardensis* eine echte Keuper-Pflanze, und wir könnten deshalb das Vorkommen des Keuper-Sandsteins am N.-Fusse unseres Wetterstein-Gebirges als vollkommen nachgewiesen annehmen. Merkwürdigerweise wiederholt sich die Erscheinung, dass Lias- und Keuper-Pflanzen in einem und demselben Sandstein-Gebilde vorkommen.“

Auf Grund mehrjähriger Untersuchungen in den Kalkalpen Nordtirols gab Pichler<sup>7)</sup> 1857 die folgende Gliederung: 1) Werfenerschichten = Buntsandstein, 2) Guttensteiner Kalk = Muschelkalk, 3) weisse oder lichte Kalke, auch zucker-körnige Dolomite; wohl ein Aequivalent der Hallstätter Kalke, 4) Carditaschichten = St. Cassian; das Vorkommen von *Pt. Jaegeri*, welches sich an mehreren Punkten z. B. bei Weissenbach unweit Reutte etc. findet, spräche dafür, diesen Complex von Gesteinen als Keuper zu betrachten, 5) Dolomit. (Hauptdolomit v. G ü m b e l.)

<sup>1)</sup> Das. S. 349.

<sup>2)</sup> Emmrich: Ueber die geol. Beschaffenheit des Rauschenberges bei Inzell in Bayern (Das., S. 896).

<sup>3)</sup> G ü m b e l: Geologische Beschaffenheit des Zugspitz-Berges (Das. S. 901).

<sup>4)</sup> Ders. im Jahrb. d. k. k. Geol. R. A. 1856 S. 35.

<sup>5)</sup> Schafhäutl: Keupersandstein (N. Jahrb. f. Min. 1856 S. 820).

<sup>6)</sup> G ü m b e l: Beiträge zur geognostischen Kenntniss v. Vorarlberg und dem NW.-Tirol. (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1856, S. 35).

<sup>7)</sup> Pichler: Zur Geognosie der Tyroler Alpen. (N. Jahrb. f. M. 1857, S. 691.)

Auf der geognostischen Karte von Bayern<sup>1)</sup> finden wir zum ersten Mal den Namen Partnachschichten für die Lettenkeuper-Sandsteine und -Schiefer von G ü m b e l angegeben.

Ein Jahr später benützte v. Richthofen<sup>2)</sup> diese Bezeichnung und stellte die schon von Escher beschriebenen und oben erwähnten Schiefer mit *Bactryllien* als Partnachschichten über den Virgloriakalk und unter die Schichten vom Alter des Hallstätter Kalkes, d. h. in Vorarlberg den Arlbergkalk selbst.

1860<sup>3)</sup> und besonders 1861<sup>4)</sup> gab G ü m b e l in seinem für die Alpengeologie Bayerns grundlegenden Werke die eingehende Begründung für die auf seiner Karte niedergelegte Gliederung der Formationen. In Bezug auf den „Lettenkeuper-Sandstein und Schiefer“ legte er seiner Darstellung das Profil durch die Partnachklamm zum Wetterstein zu Grunde. Er giebt eine ausführliche petrographische Beschreibung der Partnachschichten, d. h. der *Bactryllien* und *Halobien* führenden Mergelschiefer und Kalke, sowie der hangendsten Schichten: der pflanzenführenden Sandsteine, welche letztere unmittelbar und gleichförmig von unterem Keuperkalk (Wettersteinkalk) bedeckt würden. „Diese Pflanzenreste kennzeichnen bereits den Keuper und zwar die tiefsten Lagen desselben, die sogenannte Lettenkohlengruppe. Die sie umschliessenden Alpengesteine müssen also nothwendiger Weise dem untersten Keuper, den Lettenkohlschichten, im Alter entsprechen.“ Ein Hauptpunkt der vorliegenden Arbeit wird die Untersuchung der Frage sein, ob die Zusammenfassung der Mergelschiefer mit den Pflanzensandsteinen zu einem Horizont sich aufrecht halten lässt.

Mit einer Uebersicht über die Verbreitung der Partnachschichten, zu welchen v. G ü m b e l auch die Vorkommnisse von Weissenbach, im Kaisergebirge etc. rechnet, und mit einer Aufzählung der eingeschlossenen Fossilien schliesst G ü m b e l diesen Theil. Es sind insbesondere die Pflanzen, die hier bei dem Vergleich mit der ausseralpinen Trias in Rücksicht kommen; G ü m b e l constatirt, dass 8 Pflanzen und 3 Mollusken mit ausseralpinen Lettenkohlenversteinerungen identisch sind.

v. Richthofen<sup>5)</sup>, dessen Fortsetzung seiner Studien über Vorarlberg 1861 und 1862 erschien, theilt eine Reihe von Profilen mit, von denen eines besonders hervorzuheben ist, weil es die klare Aufeinanderfolge der Schichten vom Verrucano bis den Algäu-Schichten zeigt. Ferner stellt er mit Pichler die pflanzenführenden Sandsteine bei Weissenbach, aus denen herrliche Exemplare von *Pterophyllum longifolium* und *Calamites arenaceus* im Ferdinandeum zu Innsbruck sich befinden zu den Raiblerschichten. Diese Sandsteine mit den Pflanzenresten hat G ü m b e l mit dem Sandstein im Ferchenbach zu den Partnachschichten, wie erwähnt, gerechnet.

Nachdem Pichler<sup>6)</sup> 1862 das Fehlen der Partnachschichten im Gebirgsstock des Stanserjoches und Stallenthales festgestellt hat, weist er in dem Profil über das Taurerschloss auf folgende Schichtenreihe hin, die zwischen Innsbruck und Hall

<sup>1)</sup> G ü m b e l: Geognostische Karte des Königreichs Bayern 1858.

<sup>2)</sup> v. Richthofen: Die Kalkalpen von Vorarlberg und N.-Tirol. (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1859.)

<sup>3)</sup> G ü m b e l: Die geogn. Verhältn. der bayr. Alpen u. d. Donau-Hochebene. Bavaria I. 1860. S. 21.

<sup>4)</sup> G ü m b e l: Geognost. Beschreib. des Bayer. Alpengebirges und s. Vorlandes 1861.

<sup>5)</sup> v. Richthofen: A. a. O. 1861/62. Taf. III. Prof. XIV.

<sup>6)</sup> Pichler: Zur Geognosie Tirols. (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1862, S. 531.)

und in noch anderen Gegenden sich zeigt: 1) Bunter Sandstein, 2) Guttensteiner Kalk, 3) Virgloria-Kalk (darauf steht das Taurerschloss), 4) schwarze, zerbröckelnde Schieferthone, dunkelgraue weissadrigte Kalke, Schieferthone wechselnd mit diesen Kalken; in den Schieferthonen liegen stellenweise Schichten von Sandstein, völlig ähnlich dem der Carditaschichten; in einer Lage derselben findet man, wie an vielen anderen Punkten Petrefacten: *Cardita crenata*, *Ostrea montis caprilis* etc. 5) Darauf folgt in der Schlucht ober dem Taurerschloss wieder obiger Kalk im Wechsel mit Schieferthonen und Sandsteinen. 6) Der Kalk geht allmählich in einen Dolomit, ähnlich dem Mittel-Dolomit, über. 7) Der Dolomit geht wieder in obige Kalke wechselnd mit Schieferthonen über. 8) Einer breiten Zone dieser Kalke, an denen hier kaum eine Schichtung zu bemerken ist, liegt der obere Alpenkalk (Wettersteinkalk) ohne Zwischenlage irgend eines Gesteines, welches man auf Partnachschichten deuten könnte, auf. „Wir fragen, wohin soll man diesen ganzen Schichtencomplex, der zweifellos zwischen der eigentlichen unteren Trias und dem oberen Alpenkalke, welchen man dem unteren Keuper beizählt, stellen. Vielleicht oder vielmehr wahrscheinlich haben wir hier das St. Cassian im engeren Sinne. Eine eigene Abtheilung scheint der Dolomit zu sein.“ Dieser Dolomit spielt in späteren Arbeiten Pichler's eine wichtige Rolle. In einer weiteren Arbeit bezeichnet er diesen Gesteinscomplex als mittleren Alpenkalk.

Beyrich beschreibt 1862<sup>1)</sup> eine Reihe St. Cassianer Versteinerungen, welche bei Füssen in den Steinbrüchen vom Calvarien- und Kienberg und am Wege von Vils zum Alat-See gefunden worden sind, und fasst diese Versteinerungen führenden Schichten als Einlagerung in der Formation des Hallstätter Kalkes auf. Er bemerkt ferner, dass die Partnachschiefer Gumbels zum Muschelkalk gehören. „Sie bilden, bei Partenkirchen selbst, kein besonderes Formationsglied, sondern wechsellagern mit Kalksteinen, welche die bezeichnenden Petrefacten des nordalpinen Muschelkalkes einschliessen.“

1863 beschrieb Schafhäütl<sup>2)</sup> eingehend die Gesteine in der Partnachklamm mit ihren Fossileinschlüssen und wiederholt seine schon oben erwähnte Ansicht über das Alter der Pflanzensandsteine, die er auch später aufs Neue aussprach.

Im Jahre 1863 gibt Theobald<sup>3)</sup> von den Partnachschichten an, dass die Mergelschiefer an vielen Orten zwar leicht nachweisbar, an anderen jedoch auf schmale Streifen reducirt sind, auch wohl ganz fehlen, oder dass vielmehr die oberen Schichten mit dem Arlbergkalk verschmelzen, die unteren in Virgloriakalk übergehen, und wenn dann die mittleren, eigentlich charakteristischen Mergelbänke fehlen, so wird das Ganze leicht übersehen.

D. Stur<sup>4)</sup> schreibt im Jahre 1865: „Es ist mir noch zweifelhaft, ob der Schichtencomplex, den man in Tirol und Vorarlberg Partnachschichten genannt hat, unseren Lunzer Sandstein und den Reingrabener Schiefer allein umfasst, oder ob auch die Wengenerschichten in demselben mit einbegriffen sind. Dass die im

<sup>1)</sup> Beyrich: Das Vorkommen St. Cassianer Versteinerungen bei Füssen (Monatsbericht d. K. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1862 S. 27—40).

<sup>2)</sup> Schafhäütl: Lethaea Geogn. 1863, S. 453.

<sup>3)</sup> Theobald: Geologische Beschreibung d. NO.-Gebirge von Graubünden. 1863. S. 37.

<sup>4)</sup> D. Stur. Die geologische Karte der NO.-Kalkalpen. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1865, S. 45.)

grossen Werke v. G ü m b e l's „Geogn. Beschreibung des Bayerischen Alpengebirges“, S. 215, vortrefflich beschriebenen Gesteine der Partnachschieferthon und der Bröckelschiefer hierher gehören, kann ich kaum bezweifeln.“

Indem Pichler<sup>1)</sup> 1866 an seine erwähnte Arbeit aus den Jahren 1861 und 1862 anknüpft, kam er auf Grund erneuter Untersuchungen dahin, dass der fragliche Dolomit im Innthal „mit Rauhewacken von localer Entstehung, mit dunklen Kalken und Mergeln, mit schwarzen Schiefern und Schieferthonen, kurzum mit Gesteinen wechsellagere, welche petrographisch von den sog. Carditaschichten, die zwischen dem oberen Alpenkalk und dem angeblichen Hauptdolomit lagern, nicht zu unterscheiden sind“. Zu diesem mittleren Alpenkalk rechnet er die von G ü m b e l zu den Partnachschiechten gestellten Gesteine zwischen Ellmau und Imst. Obwohl der mittlere Alpenkalk *Cardita crenata*, *Corbis Mellingeri*, *Ostrea montis caprilis*, *Pentacrinus propinquus* und *Encrinurus cassianus* führt, gehört er doch nicht zu den eigentlichen Carditaschichten, mit denen er diese Fossilien gemeinsam hat, da er von den letzteren durch den oberen Alpenkalk (Wettersteinkalk) getrennt wird. Er bemerkt ferner: „G ü m b e l bezeichnet die Partnachschiechten als Lettenkeuper, als Schichten der *Halobia Lommeli* und des *Pterophyllum longifolium*. Gegen erstere Bezeichnung „Lettenkeuper“ wird schwerlich Jemand etwas einwenden, vielleicht lässt sich aus Gründen der Opportunität bei letzteren Einiges bemerken. Die *Halobia Lommeli* geht ja durch die Draxlehnerkalke und den oberen Alpenkalk, wie G ü m b e l S. 210 in seinem grossen Werke selbst angibt, sie ist daher nicht bloss den Partnachschiechten eigen, und scheint daher zur Bezeichnung derselben nicht ganz gut gewählt. Nun zum *Pterophyllum longifolium*. G ü m b e l gibt S. 218 an, dass das Museum zu Innsbruck von Weissenbach herrliche Exemplare des *Pt. longifolium* und *Calamites arenaceus* bewahre. Professor Schenk hat in neuester Zeit sämtliche Stücke des Museums untersucht. Der *Calamites arenaceus* ist vorhanden, das *Pterophyllum* bezeichnet er aber durchgehends als *Pterophyllum Jägeri*. Wir hören, betrachtet Herr D. Stur G ü m b e l's *Pterophyllum longifolium* als eigene Species und benennt sie *Pt. Gumbeli*. Ob unsere Weissenbacher Exemplare mit Schenk's Bezeichnung als *Pt. Jägeri* auch zu Stur's neuer Art zählen, muss natürlich vorläufig dahingestellt bleiben und lässt sich nur durch nähere Vergleiche ermitteln.“

Durch seine sorgfältigen Untersuchungen in der Gegend von Zirl gelangt er zu folgender Gliederung:

a) Untere Schichten der *Cardita crenata* Goldf. (untere Carditaschichten) (= mittlerer Alpenkalk = St. Cassian Riechthofen = Schichten des *Pt. longifolium* und der *Halobia Lommeli* G ü m b e l, dazu die Partnachschiechten etc.)

b) Schichten der *Chemnitzia Rosthorni* Hörn. (Chemnitzschichten) (= oberer Alpenkalk = Wettersteinkalk = Schichten der *Monotis salinaria* und der *Ammonites globosi* G ü m b e l etc.).

c) Obere Schichten der *Cardita crenata* Goldf. (obere Carditaschichten) (= Carditaschichten = Raiblerschichten der österr. Geognosten = unterer Muschelkeuper, Schichten der *Cardita crenata* und *Corbis Mellingeri* G ü m b e l = Lünen-

<sup>1)</sup> Pichler: Carditaschichten und Hauptdolomit (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1866, S. 73.

sichten der Schweizer Geognosten etc.). Er fasst den ganzen Complex als Wettersteingruppe zusammen.

Ein zweiter Hauptpunkt dieser Arbeit wird es sein, festzustellen, ob in der That diese zwei Carditahorizonte existiren, oder ob dieselben auf nur einen einzigen sich zurückführen lassen.

Süss<sup>1)</sup> im Jahre 1866 bemerkt, dass der sog. hydraulische Kalk von Aussee nach seiner petrographischen Beschaffenheit noch zunächst an die *Bactryllien* führenden Gesteine am Triesner Kulm (Partnachsichten) erinnert.

Stur<sup>2)</sup> besuchte 1866 die Partnachklamm und gelangte dabei zu folgender Vergleichung mit den gleichalterigen österr. Triasgliedern: „Nach freundlicher Mittheilung des Herrn Bergrathes Gumbel umfassen die Partnachsichten zu oberst eine Lumachelle, ganz unser Opponitzer Muschelgestein; dann eine mächtige Masse des Partnachschiefers, der petrographisch vollkommen identisch ist unserem Reingrabener Schiefer, mit untergeordneten Lagen eines Sandsteins, unseres Lunzer Sandsteines, in welchem im Steinbruch bei Scharfmösele oberhalb Klais gefunden wurden:

*Pter. Gumbeli* Str., *Pter. Meriani* Brgn., *Clathrophyllum Meriani* Heer?, *Equisetites arenaceus* Brgn.

Endlich als Unterlage: Schichten mit der *Halobia Lommeli*, unsere Wenger-Schiefer. Und so ist denn die Definition: Partnachsichten oder Schichten der *Halobia Lommeli* und des *Pterophyllum Gumbeli* (*Pter. longifolium* Gumb.) zu verstehen.“

Die Ergebnisse seiner Begehung der Partnachklamm fasst er dahin zusammen: „Wenn auch mein Weg in das Rainthal, zur Klammbrücke, zum Jägerhause und von da zurück, in der That nur ein sehr flüchtiger war, so habe ich doch die charakteristischen Stellen, die Reifingerkalke als tiefstes aufgeschlossenes Glied, die darüber lagernden Wenger-Schiefer, endlich die Partnachschiefer, unsere Reingrabener Schiefer, mit einer Einlagerung von Lunzer Sandstein gesehen und mich zu überzeugen Gelegenheit gefunden, dass die über dem Wenger-Schiefer lagernden Partnachschiefer genau das Niveau des Lunzer Sandsteins einnehmen.

1867 gliedert v. Hauer<sup>3)</sup> die obere Trias von Vorarlberg, Nordtirol und der bayerischen Alpen in 3 Glieder:

a) ein unteres vorwaltend aus mergeligen und sandigen Gesteinen bestehend, die Partnachsichten und der mittlere Alpenkalk Pichler's, die ich als ein Aequivalent der Cassianerschichten der Südalpen betrachte,

b) ein mittleres aus kalkigen Gesteinen bestehend, die Hallstätter- und Esinokalke (in dem von uns stets gebrauchten engeren Sinne des Wortes) und

c) ein oberes wieder aus vorwaltend mergeligen Gesteinen, die Cardita- oder Raiblerschichten.

<sup>1)</sup> Süss: Gliederung des Gebirges in der Gruppe des Osterhorns. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1866, S. 160.)

<sup>2)</sup> Stur: Bemerkungen zu den Ergebnissen der geol. Untersuchungen der Herren Süss und Mojsisovics im Oesterreichischen Salzkammergut. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1866, S. 184.)

<sup>3)</sup> v. Hauer: Geol. Uebersichtskarte der Oesterreichischen Monarchie. (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1867, S. 9.)

„Palaeontologisch betrachtet bilden alle drei ein zusammenhängendes Ganzes, denn die Fauna der unteren Etage unterscheidet sich nicht wesentlich von der der oberen. Wenn die Fauna der mittleren Etage merklich abzuweichen scheint, so ist dies wohl mehr dem Einflusse wesentlich anderer Lebensbedingungen als einer Altersdifferenz zuzuschreiben.“

Im Jahre 1868 parallelisirte v. Hauer<sup>1)</sup> den Reiflinger- und Recoarokalk auf Grund der Fauna mit dem Wellenkalk der ausseralpinen Muschelkalkformation. „Ziemlich naheliegend ist es daher, dass man in der nächst höheren alpinen Schichtgruppe, namentlich in den Partnachschiefern oder anderen Halobien führenden Gesteinen das Aequivalent des eigentlichen oder oberen Muschelkalks sucht. Leider bietet die Fauna der gedachten Schiefer gar keine Beziehungen zu ausseralpinem Muschelkalk.“

1868 gibt v. Mojsisovics<sup>2)</sup> eine Reihenfolge der Trias aus der Umgebung des Haller Salzberges:

I. Wettersteinkalk.

II. Carditaschichten.

III. und IV. Haselgebirge von Hall und Reichenhaller Kalke.

V. Dolomitmasse, völlig übereinstimmend mit dem aus dem Salzkammergute wohl bekannten Liegenddolomit des Salzgebirges. In den unteren Theilen wiederholte mächtige Einlagerungen von rothen, braunen und grauen Sandsteinen und dunklen Mergeln. Petrefacte spärlich und schlecht erhalten; Geschlechter der Carditaschichten, ob identische Arten, bleibt einstweilen zweifelhaft. Die schwarzen Mergel-Einlagerungen (Partnachschiechten) verbinden dieses Glied mit den obersten Bänken des nächstfolgenden.

VI. Wellenkalk. Die höchsten Lagen des Virgloriakalkes führen *Halobia* cf. *Lommeli*. Nach einer mächtigen Zwischenlage des schwarzen Mergelschiefers (Partnachschiechten) folgt die Hauptmasse des Virgloriakalkes, welche von dolomitischen Bänken und sehr dünn geschichteten Kalkplatten unterlagert wird.“

VII. Bunter Sandstein (?).

1869 führte v. Mojsisovics<sup>3)</sup> in die Litteratur den „Partnach-Dolomit“ ein und versteht<sup>4)</sup> unter diesem Namen „eine 600—1000 Fuss mächtige Masse gelblich-grauen oder weissen, häufig breccienartigen Dolomites und dolomitischen Kalkes, welche physiognomisch allenthalben dadurch charakterisirt ist, dass die von ihr gebildeten Gehänge übereinander gethürmten, mehr oder weniger abgestumpften Pyramiden, welche nach Art der Bas-Reliefs vortreten, ähnlich sind.“

Ein dritter Punkt dieser Arbeit wird es sein, nachzuweisen, was der Partnach-Dolomit in der Partnachgegend, den Gumbel z. Th. als Wettersteinkalk gedeutet hat, wirklich ist.

Ferner fasst er die einzelnen Glieder in Gruppen zusammen und gibt die folgende Gliederung:

<sup>1)</sup> v. Hauer: Geol. Uebersichtskarte der Oesterr. Monarchie. (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1868, S. 15.)

<sup>2)</sup> v. Mojsisovics: Gliederung der Trias in der Umgebung des Haller Salzberges in Nord-Tirol. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1868, S. 329.)

<sup>3)</sup> v. Mojsisovics: Bericht über die im Sommer 1868 durch die IV. Section des K. K. R. A. ausgeführte Untersuchung der alpinen Salzlagerstätten (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1869, S. 169.)

<sup>4)</sup> Ueber die Gliederung der oberen Triasbildungen der östlichen Alpen. G. R. A. 1869 S. 94.



v. Mojsisovics<sup>1)</sup> gab 1871 die folgende neue Gliederung der nord-alpinen oberen Trias:

Hangendes: Rhätische Bildungen.

Karnische Bildungen:

α) Haupt- oder Dachstein-Dolomit.

β) Torschichten, Cardita-Schichten.

γ) Wettersteinkalk und Dolomit.

δ) Cassianer Schichten, Cardita-Schichten.

Norische Bildungen:

α) Partnach-Dolomit.

β) Partnach-Mergel und Kalke, Cardita-Schichten.

Liegendes: Muschelkalk.

Er behält sonach noch den Partnachdolomit, sowie die unteren und oberen Carditaschichten Pichler's bei und führte noch eine Zone mittlerer Carditaschichten zwischen Partnachdolomit und Wettersteinkalk auf, welche den Cassianerschichten entsprechen. Ferner gibt er das folgende Profil des Kaisergebirges: „Entlang dem ganzen Südgehänge des Wilden Kaisers bildet der rothe Grödener Sandstein die Basis des Gebirges, über welcher sich Muschelkalk, Partnachmergel, -kalke und -dolomite zu einem meist deutlich erkennbaren, gesimsartig vorspringenden Sockel aufbauen, der die wilde zackige Mauer des Wettersteinkalkes trägt.“ Und weiter gab er an, „dass im Norden des Hintersteiner Sees der Hauptdolomit in Contact mit dem Partnachdolomit gelangt“.

In einer anderen Arbeit<sup>2)</sup> versuchte v. Mojsisovics nachzuweisen, dass in Nordtirol diejenigen Carditaschichten, welche *Amm. floridus*, *Halobia rugosa* und *Spiriferina gregaria* führen, über dem Wettersteinkalk liegen, wie die Bleiberger-schichten über dem Karawankenkalk, und dass „die Nordtiroler Carditaschichten wahrscheinlich die ganze Folge von den Cassianer- bis zu den Torschichten vertreten.“

In Folge eines Ausfluges in das Wetterstein-Gebirge schrieb v. Mojsisovics<sup>3)</sup> gleichzeitig, dass „ihn die Unkenntniss der Störungen oder Unregelmässigkeiten der Lagerung im Jahre 1868 das Profil durch die Partnachklamm auf die Wetterstein-Alm falsch deuten liess, indem er den Hauptdolomit des Wetterstein-Waldes für norischen Dolomit (Partnachdolomit) hielt, welcher, wäre das Profil normal, an dieser Stelle, d. h. über den Partnachschiechten, allerdings folgen müsste.“ Hat er nun zwar am Nordfuss des Wettersteingebirges den Partnachdolomit aufgegeben, so führt er ihn doch wieder am West-Süd-West Fusse desselben Gebirges ein.

Nach Neumayr<sup>4)</sup> treten auch im Karwendel-Gebirge die unteren und oberen Carditaschichten, sowie auch die Partnachschiechten auf.

<sup>1)</sup> v. Mojsisovics: I. Beiträge zur topischen Geologie der Alpen. (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1871, S. 196.)

<sup>2)</sup> v. Mojsisovics: Ueber die Stellung der Nordtiroler Carditaschichten mit *Amm. floridus*, *Halobia rugosa* und das Alter des Wettersteinkalkes (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1871, S. 214.)

<sup>3)</sup> v. Mojsisovics: Der nordwestliche Theil des Wetterstein-Gebirges. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1871, S. 215—217.)

<sup>4)</sup> Neumayr: Reiseberichte. Das Karwendelgebirge. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1871. S. 235.)

In einem anderen Aufsätze erwähnte v. Mojsisovics<sup>1)</sup>, dass der Wettersteinkalk bis Landeck reicht, und dass die Carditaschichten demselben aufrufen, ternner dass die von v. Richthofen als Arlbergkalke bezeichneten Gesteine sich im Liegenden des Wettersteinkalkes befinden und hier dem Partnachdolomite angehören.

1872 gab v. Mojsisovics<sup>2)</sup> folgende Tabelle für die alpine Trias:

Nordtirol.		Salzkammergut.
Hangend: Rhätische Stufe, Zone der <i>Avicula contorta</i> .		
Karnische Stufe	Hauptdolomit	Dachsteinkalk
	Carditaschichten	Carditaschichten
	Wettersteinkalk (erzführender Kalk)	Wettersteinkalk und ob. Hallstätter Kalk
Norische Stufe	Partnachdolomit und Arlbergkalk	Unt. Hallstätter Kalk
	Partnach-Mergel	Zlambach-Schichten
	Partnach-Schichten Kieselige, knollige Bänke, erstes Auftreten der <i>Halobia Lommeli</i> .	Pötschen-Kalk
Liegend: Muschelkalk, Zone des <i>Arcestes Studeri</i> .		

In dieser Tabelle hat v. Mojsisovics die bisher unterschiedenen verschiedenen Carditahorizonte in einen zusammengezogen, behält den Partnachdolomit bei und reisst die Partnachschichten in zwei Horizonte auseinander.

Ebenso legte v. Hauer<sup>3)</sup> 1872 die Partnachschichten in den Kalkalpen von Nordtirol und Vorarlberg zwischen den Virglioriakalk und den Arlbergkalk oder Partnachdolomit und stehen nach ihm die Partnachmergel in Verbindung mit Schiefen, welche Pflanzen der Lettenkohlengruppe führen.

Zu den Carditaschichten bemerkt er auf S. 162: „Dass übrigens auch noch in tieferem Niveau, unter dem Wettersteinkalk, den ob. Carditaschichten analoge Mergelgebilde mit beinahe gleicher Petrefactenführung (Pichler's untere Carditaschichten Jahrb. 1866 p. 73) vorkommen, scheint mir auch durch die neuesten Arbeiten nicht widerlegt.“

v. Mojsisovics<sup>4)</sup> bemerkt in einer neuen Schrift: „Der Arlbergkalk, welchen v. Richthofen als Facies des Wettersteinkalkes betrachtet hatte, ist, wie von mir schon öfter angedeutet und durch die vorjährigen und heurigen Untersuchungen mit grösster Sicherheit nachgewiesen worden ist, ganz und gar dasselbe Formationsglied, welches im Norden des Inns zwischen Partnachschichten und Wettersteinkalk sich befindet und von mir bisher Partnachdolomit genannt worden war. Diese letztere Bezeichnungsweise mag nun, nachdem die Uebereinstimmung mit dem Arlbergkalk nachgewiesen ist, als überflüssig fallen

<sup>1)</sup> v. Mojsisovics: Die Kalkalpen des Ober-Innthales zwischen Silz und Landeck und des Loischgebietes bei Lermoos. Verhandl. K. K. geol. R. A. 1871. (S. 236).

<sup>2)</sup> v. Mojsisovics: Parallelen in der oberen Trias der Alpen. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1872 S. 11.)

<sup>3)</sup> v. Hauer: Geologische Uebersichtskarte der österr. Monarchie. (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1872 S. 162 und 201.)

<sup>4)</sup> v. Mojsisovics: Aus den vorarlbergischen Kalkalpen. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1872 S. 254.)

gelassen werden und die ältere (Arlbergkalk) auch für die nordosttirolischen Vorkommnisse in Verwendung kommen. Mit dem Wettersteinkalk scheinen auch die nordtirolischen Carditaschichten in Vorarlberg verschwunden zu sein.“

Emmrich<sup>1)</sup> bemerkt bei der Besprechung der Partnachschiechten, dass der nach oben eingelagerte Sandstein am Ferchenbach dem der Raiblerschichten der Art gleicht, „dass, wo die Lagerungsverhältnisse unklar sind, die Bestimmung der Stellung dieser feinkörnigen, oft auf den Ablösungen feinglimmerigen Sandsteine eine unsichere ist.“ Er spricht die Ansicht aus, „dass die meisten Vorkommnisse von Pflanzen in den Nordalpen sicher dem jüngeren Horizont von Raibl angehören“. Zu den unteren und oberen Carditaschichten Pichler's bemerkt er: „Sehr zweifelhaft erscheinen mir Pichler's untere Carditaschichten in den Gebirgen um Innsbruck, we che, ganz den oberen Carditaschichten (Raiblerschichten) gleichend, im Liegenden des Wettersteinkalkes schon auftreten sollen. Wahrscheinlich sind es Carditaschichten, welche durch Verwerfung und Zusammenfaltung scheinbar in das Liegende des Wettersteinkalkes gebracht sind.“ Ueber den Arlbergkalk in Vorarlberg äussert sich Emmrich so: „v. Mojsisovics spricht ihn als älteres Glied, als reinen Partnachdolomit, an. Von den tieferen Schichten könnte dies allerdings gelten; die Lagerung zwischen Partnach- und Raiblerschichten spricht aber doch für v. Richthofen in so weit, dass wenigstens ein Theil als Vertreter des Wetterstein-, resp. Hallstätter-Kalks anzusehen sei.“

v. Mojsisovics<sup>2)</sup> erwähnte im Jahre 1874, dass: „Die grössten Schwierigkeiten in Nordtirol seit jeher die sog. „Unteren Carditaschichten“ Pichler's verursachten, welche die Partnachschiechten Gumbel's und die Arlbergkalke v. Richthofen's umfassen.“ Er weist darauf hin, dass die unteren und oberen Carditaschichten petrographisch und palaeontologisch höchst auffallend übereinstimmen, und dass die unteren Carditaschichten im Innthal und Kaisergebirge nur scheinbar durch Wettersteinkalk überlagert werden, daher „die unteren Carditaschichten stratigraphisch mit den oberen Carditaschichten identisch sind.“ Weil bei Mehrn nächst Brixlegg und im Kaisergebirge nächst Ellmau in den unteren Carditaschichten *Halobia rugosa*, eines der charakteristischen Fossile der „oberen“ Carditaschichten, gefunden worden ist, reicht dieses Vorkommen vollkommen aus, um die Unmöglichkeit darzuthun, dass die unteren Carditaschichten älter als der Wettersteinkalk seien. Weiter schliesst er, dass, weil nach Pichler *Daonella Parthanensis* in den Bänken mit *Arcestes Studeri* beim Kerschbuchhof (bei Innsbruck) vorkommt, bei Thaur sogar unter diesen erscheint, so ist dieselbe jedenfalls als eine Muschelkalk-Art zu betrachten. In dieser Arbeit gibt v. Mojsisovics<sup>3)</sup> auch eine kurze, aber sehr interessante Beschreibung des Arlbergkalkes v. Richthofen's; derselbe besteht aus oolithischen Gesteinen und Sandsteinen mit der Fauna der Carditaschichten und dunklen Kalken, denen zunächst Gyps, Rauchwacke und darüber Hauptdolomit folgen.

Bei der Besprechung der Umgebung von Partenkirchen gibt v. Mojsisovics<sup>4)</sup> an, dass die Bänke mit *Daonella Parthanensis* den Muschelkalk abschliessen,

<sup>1)</sup> Emmrich: Geologische Geschichte d. Alpen. (Schaubach, Deutsche Alpen 1873 S. 730, 733, 740 und 792.)

<sup>2)</sup> v. Mojsisovics: Faunengebiete und Faciesgebilde der Trias-Periode in den Ost-Alpen. (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1874 S. 106.)

<sup>3)</sup> (Das. S. 107.)

<sup>4)</sup> (Das. S. 110.)

dass darüber die Partnachschichten folgen, in deren obersten Lagen sich Sandsteine mit *Halobia rugosa* und mit den Pflanzen der Carditaschichten finden. Einige Kalke und Dolomitbänke (Schwarzschröffen) trennen die letzteren Schichten von den höheren (G ü m b e l's Raiblerschichten). Da hier ausser *Halobia rugosa* in den hangendsten Lagen der „Partnachschichten“ noch die Pflanzen der Carditaschichten (Lunzersandstein) gefunden worden sind, erhält unsere Auffassung der unteren Carditaschichten eine weitere Stütze. „Die unter den Pflanzensandsteinen liegende Hauptmasse der Partnachschichten wäre mithin in dieser Gegend als die Vertretung der ganzen Wettersteinkalkfacies zu betrachten.“ Weiter auf S. 111 schreibt er: „Nach der hier gegebenen, nicht bloss auf die Analogie mit Südtirol, sondern auch auf sichergestellte, palaeontologische Daten gestützten Darstellung sind mittlere Partnachschichten (gleich dem unteren Theil von Pichler's unteren Carditaschichten) und Wettersteinkalk als zwei sich gegenseitig ganz oder zum Theil ersetzende Facies der norischen und eines grossen Theils der karnischen Stufe anzusehen. Die Partnachschichten stellen eine sehr fossilarme Schlammfacies dar, während der Wettersteinkalk eine Riffkalke bildende Foraminiferen- und Korallenfacies mit grossen korallophilen Gasteropoden ist. Ein für die geologische Geschichte der Alpen höchst wichtiges Resultat liegt in dem Nachweis, dass zwischen dem grossen Wettersteinkalk-Massiv und der Centralkette der Alpen eine fast ununterbrochene bis St.-Johann im Grossachenthale sich hinziehende Zone der Partnachfacies trennend dazwischen tritt.“

Merkwürdigerweise stellt von Mojsisovics in der Tabelle S. 112 die Reihenfolge der Schichten von Reutte und Füssen ungefähr so wie Beyrich (1862) auf:

1) Hauptdolomit, 2) Carditaschichten, 3) Wetterstein-Kalk  
4) Thonige Kalke mit Cassianer Petrefacten, 5) Wetterstein-  
kalk oben, Partnachmergel unten und 6) Plattige Kalke mit  
*Arcestes Studeri*.

Andererseits wieder sollen die Schichten 3—5 der vorhergehenden Aufstellung die Partnachschichten bei Partenkirchen repräsentiren.

Das Ergebniss fasst v. Mojsisovics auf S. 131 in folgenden Zeilen zusammen: „Es ist in der vorliegenden Arbeit gezeigt worden, dass die Hauptmasse der Partnachschichten ein Faciesgebilde einer Reihe alpiner Etagen ist, und dass die darüber liegenden Pflanzen-Sandsteine bereits dem Niveau der Cardita-Schichten angehören.“

1874 versuchte v. G ü m b e l<sup>1)</sup> nachzuweisen, dass die Profile von Partenkirchen und dem Kaisergebirge von v. Mojsisovics zum Theil nicht richtig aufgenommen sind, und begründet dies mit folgenden Worten: „Der wesentliche Unterschied dieser und meiner Auffassung besteht in der Deutung des Kalkes und Dolomites am Schwarzschröffen, den ich für Wettersteinkalk hielt und halte, v. Mojsisovics dagegen als zwischen Partnach-Schichten lagernd mit dem höheren folgenden Dolomite, den ich als Hauptdolomit betrachtete, zum Typus einer älteren Dolomitstufe, des sog. Partnachdolomits erhob und endlich darin, dass v. Mojsisovics die Carditaschichten der Wetterstein-Alpe als unter dem Wettersteinkalk lagernd mithin älter als diesen auffasste, während ich darin einen Repräsen-

<sup>1)</sup> G ü m b e l: Geognostische Mittheilungen aus den Alpen, II. (Sitzungsberichte d. Math.-Phys. Classe d. K. B. Acad. d. Wissensch. zu München 1874. S. 177—203.)

tantan der Raiblerschichten nachgewiesen hatte. Später hat auch v. Mojsisovics diese letzte Ansicht angenommen.“ v. Gümbel fügt ferner hinzu, dass „der Sandstein der Partnachsichten mit seinen zahlreichen Pflanzeneinschlüssen keineswegs sich identisch erweist mit dem ihm petrographisch freilich ganz ähnlichen Sandstein der ächten oberen Cardita-Schichten, weil sich in dem älteren Sandstein nach Schenks Bestimmungen *Pt. Meriani*, *Pt. Gümbeli*, *Clathrophyllum Meriani* u. A. finden gegen *Pt. Jaegeri*, *Pt. Haidingeri* u. A. in dem jüngeren Sandstein. Und weiter (S. 189) sagt er: „Ich bin mithin zur Annahme geführt worden, dass die *Halobia rugosa* gerade so wie sonst, wo *Cardita crenata*, *Perna aviculaeformis* etc. in höheren und tieferen Niveaux sich zeigt, den beiden Cardita Horizonten, dem oberen wie unteren, d. h. den Raibler- und den Partnachsichten gemeinsam zukommt, und dass man nach dem Partnachprofile wohl berechtigt ist, einen doppelten *Halobia rugosa*-Schiefer über und unter dem Wettersteinkalk anzunehmen.“ Auf S. 191 gibt er in den Profilen vom Kaisergebirge die unteren Carditaschichten an den Riessgängen, die oberen Carditaschichten im Kaiserthal an und führt eine Menge von ächten Raibler-Versteinerungen als den unteren Carditaschichten (Partnachsichten) angehörig an. Er schliesst seine Arbeit mit folgenden Worten: „Es scheint mir auch am Kaisergebirge den Vorzug zu verdienen, an zwei<sup>1)</sup> verschiedenen *Cardita crenata* und *Halobia rugosa* führenden Schichten, die eine über, die andere unter dem Wettersteinkalk lagernd festzuhalten.“

Pichler<sup>2)</sup> versucht 1875 eine Erklärung für die Aufeinanderfolge von unteren Carditaschichten, Wettersteinkalk, oberen Carditaschichten durch Hebungen und Senkungen zu geben und meint „dass auch, während in dem Tiefmeer der Absatz der Chemnitzschichten stattfand, gleichzeitig dort, wo keine Senkung stattgefunden, der Absatz der Carditaschichten fortging und daher von dem Augenblicke jener Senkung an der Absatz von Chemnitzschichten und Carditaschichten als gleichzeitig erfolgte und deswegen die Chemnitzschichten und die Carditaschichten dort, vom Niveau der unteren Carditaschichten an als gleichwerthig zu gelten haben, bis wieder die Carditaschichten ober den Chemnitzschichten selbstständig auftreten. Ueberhaupt gehören wohl diese Schichten als ein Ganzes zusammen.“

In einer anderen Arbeit von demselben Jahre hält Pichler<sup>3)</sup> an seinen schon früher geäußerten Ansichten fest.

v. Hauer<sup>4)</sup> gibt 1875 und 1878 die letzte Ansicht von v. Mojsisovics wieder und führt als Partnachsichten die Schichten auf, welche über dem Muschelkalk liegen und die *Daonella Lommeli*, sowie an einigen Stellen Pflanzenreste enthalten. Er erwähnt auch, dass nach Pichler's und Anderer Beobachtungen an der Basis des Wettersteinkalkes Carditaschichten liegen, die sich von jenen im Hangenden des Wettersteinkalkes in Nichts unterscheiden.

<sup>1)</sup> In der Fussnote sagt er: dass, veranlasst durch die unzweifelhaft nahe Verwandtschaft beider Faunen an nicht wenigen Stellen eine Verwechslung beider Schichten stattgefunden hat und daher ihre Faunen noch nicht rein geschieden sich darstellen.

<sup>2)</sup> Pichler: Beiträge zur Geognosie Tirols. (Das. S. 933.)

<sup>3)</sup> Pichler: Aus der Trias der nördlichen Kalkalpen Tirols. (N. Jahrb. für Min. 1875. S. 275 u. ff.)

<sup>4)</sup> v. Hauer: Die Geologie d. österr.-ungarischen Monarchie 1875 und 1878 II. Auflage.

1878 äussert sich Lepsius<sup>1)</sup> gelegentlich der Besprechung des Esinokalks in folgender Weise: „Am Wettersteingebirge, am Wendelstein, an der Zugspitze ist es derselbe hellgraue Marmor mit *Gastropoden* und *Diplopora annulata*, wie bei Esino, gelagert zwischen Halobienschichten mit *Halobia Parthanensis* (Partnachsichten) und dem Raibler Horizont (Untere Carditaschichten). Auch der Arlbergkalk scheint von gleichem Alter mit dem Esinokalk zu sein.“

Pichler<sup>2)</sup> wiederholt 1879 mit Bezug auf die Arbeit von Lepsius seine Gliederung der Trias und bemerkt, dass die unteren Carditaschichten (Partnachsichten) nicht überall in den Nordalpen entwickelt oder aus Mangel an Petrefakten nicht leicht zu erkennen sind.

Im Jahre 1886 hat Rothpletz<sup>3)</sup> unter dem Namen Cassianer-Schichten unsere Partnachsichten und die oberen Carditaschichten unter dem Namen Raiblerschichten zusammengefasst. Er gibt folgende Reihenfolge: 1) Muschelkalk, 2) Cassianerschichten, 3) Wettersteinkalk, 4) Raiblerschichten, 5) Hauptdolomit etc. Und ferner auf S. 17 bemerkt er: „Die Partnachsichten mit *Daonella Lommeli* lassen sich einerseits unschwer mit den Wengener Schichten der Südalpen in Beziehung bringen, andererseits hat aber auch schon Gumbel dieselben mit den Cassianerschichten der Südalpen parallelisiert und, wie die Fossilien der Vilser-Alpen lehren, mit vollem Recht. In der That will es bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse scheinen, dass Wengener- und Cassianerschichten keine scharf getrennten und zeitlich verschiedenen Horizonte, sondern örtlich wie zeitlich oft sehr beschränkte Faciesausbildungen darstellen, wie sie eine nahegelegene, reich gegliederte Küstengegend bedingt.“

Pichler<sup>4)</sup> hält 1887 in allen Punkten gelegentlich seiner Beschreibung des Profils von Mötz an seinen früher geäusserten und geschilderten Ansichten sowie an dem Partnachdolomit fest.

Im Jahre 1887 versuchte Bittner<sup>5)</sup> nachzuweisen, dass die Unklarheit über die beiden Carditaschichten dadurch hervorgerufen sei, dass der Wettersteinkalk als fixes Niveau festgehalten wird.

v. Gumbel<sup>6)</sup> hält 1888 die oberen und unteren Carditaschichten fest. Die Kalkbänke von Partnach mit *Daonella Parthanensis* rechnet er zu den Buchensteinerschichten und unter dem Namen: Stufe der Wengener-Cassianerschichten mit *Halobia Lommeli* begreift er die Partnachsichten, unteren Carditaschichten, den Lunzer Sandstein und die Buchensteiner Schichten. Ferner bei der Besprechung der oberen alpinen Trias (S. 682) sagt er: „Endlich eine noch ältere Parallele ergibt sich durch den Vergleich der Flora des sog. Lettenkohlendsteins und des sog. Lunzer- oder Partnachsandsteins der Alpen. Beiden sind z. B. *Pt. longifolium*, *Equisetum columnare*, *Chiropteris digitata*, *Pecopteris Stuttgartensis*, *P. Steinmülleri*, *Taeniopteris marantacea* etc. gemeinschaftlich. Wir

<sup>1)</sup> R. Lepsius: Das westliche Süd-Tirol. Berlin 1878 S. 88.

<sup>2)</sup> Pichler: Beiträge zur Geognosie der Tiroleralpen. (N. Jahrb. für Min. 1879, Seite 143—144.)

<sup>3)</sup> Rothpletz: Geologisch-Palaeont. Monographie d. Vilser Alpen. (Palaeontographica Bd. XXXIII 1886/87. S. 10—91.)

<sup>4)</sup> Pichler: Beiträge zur Geognosie Tirols. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1887. S. 206.)

<sup>5)</sup> Bittner: Ueber die Halobien führenden Schichten der Stadtfeldmauer bei Johnsbach. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1887. S. 93.)

<sup>6)</sup> v. Gumbel: Geologie von Bayern. Grundzüge d. Geologie 1888. S. 671—714.

ziehen nun daraus den weiteren Schluss, dass alle Schichten, welche im ausser-alpinen Keuper zwischen Lettenkohlsandstein und unterem Gyps-Keuper sich vorfinden, den Schichten entsprechen, welche in den Alpen zwischen Lunzer-sandstein und Raiblerschichten vorkommen. Ferner sind die Raiblerschichten gleich mit den oberen Carditaschichten und dieselben lassen eine grosse Aehnlichkeit mit der älteren Formreihe der St. Cassianerschichten erkennen.“

1888 bemerkt Schäfer<sup>1)</sup> bei der Besprechung des Wettersteinkalks im Karwendelgebirge: „Es ist in unserem Gebiet nicht möglich gewesen, specifisch ausgebildete Partnach- oder Cassianerschichten nachzuweisen, obgleich es nicht ausgeschlossen ist, dass ein den Muschelkalk abschliessender petrefaktenleerer Kalk als Repräsentant derselben betrachtet werden darf.“

Im Jahre 1888 fasst Rothpletz<sup>2)</sup> unter dem Namen Partnachschiechten schwarze, knollige, schieferige Thone in Wechsel mit dunkelfarbigem Kalkbänken, die zum Theil Hornsteinausscheidungen führen und über dem Muschelkalk und unter dem Wettersteinkalk liegen, zusammen. Offenbar haben wir hier, bemerkt Rothpletz, die letzten schwachen östlichen Ausläufer der im Wettersteingebirge so mächtig entwickelten Partnachschiechten vor uns.

Gleichzeitig schrieb v. Wöhrmann<sup>3)</sup>, dass „die sog. Raibler- und Carditaschichten in den Bayerischen Alpen und Nordtirol stets nur über dem Wettersteinkalk auftreten, die Partnachschiechten bedeutend tiefer liegen und vor allen Dingen die Lettenkohlpflanzen führenden Sandsteine und Schieferletten auf einen Horizont, und zwar auf den der Carditaschichten beschränkt sind.“ Wenn wir uns überhaupt nach der althergebrachten Gliederung der Trias richten wollen, so müssen wir die untere Grenze des Keupers unterhalb dieses sandigmergeligen Complexes und über dem Wettersteinkalk im Gebiete der Nordtiroler und Bayerischen Alpen ziehen. Er parallelisirt die über dem Wettersteinkalk der Nordtiroler und Bayerischen Alpen liegenden Schiefer mit *Halobia rugosa* mit dem Reingrabenerschiefer des Lunzergebietes. Weiter sagt er, dass er „die Partnachschiechten nicht angeführt habe, theils, weil in ihnen bestimmbar Fossilien nicht nachgewiesen sind, theils, weil ihre Stellung in der Schichtenfolge nach den bisherigen Beobachtungen noch nicht völlig festzustehen scheint.“

„Nach den Beobachtungen, die ich gemacht habe, dürften sie dasselbe Niveau wie die Zlambachschiechten einnehmen, deren Lage nach den neuesten Profilen bei Mürzsteg gesichert zu sein scheint.“ Schliesslich gibt er in einer Tabelle folgende Reihenfolge für die Nordtiroler und die Bayerischen Alpen:

Lettenkeuper.

- 1) Oberer Wettersteinkalk mit *Gyroporellen*.
- 2) Partnachschiechten?
- 3) Unterer Wettersteinkalk, zum Theil oolithisch, mit *Gyroporellen*.
- 4) Kalke mit *Brachiopoden*, wie *Terebratula vulgaris*, *Retzia trigonella*, *Spiriferina Mentzeli* und *Cephalopoden*.

<sup>1)</sup> Schäfer: Geologische Verhältnisse des Karwendels in der Gegend von Hinterriss und um den Scharfreiter. München 1888 S. 14.

<sup>2)</sup> Rothpletz: Das Karwendelgebirge. (Deutsch.-Oesterr. Alpen-Verein 1888. Bd. XIX Seite 22.)

<sup>3)</sup> v. Wöhrmann: Ueber die untere Grenze des Keupers in den Alpen. (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1888 S. 71.)

Im Jahre 1889 gibt v. Wöhrmann<sup>1)</sup> ein Profil in der Nähe von Weissenbach; er rechnet die pflanzenführenden Sandsteine zu den Raiblerschichten, da sie zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit liegen. Ferner sagt er: „Abgesehen davon, dass in der Partnachschlucht selbst, wo die eigentlichen Partnachmergel etc. anstehen, weder pflanzenführende Sandsteine, noch *Halobia rugosa* gefunden ist, treten die Sandsteinführenden Mergelzüge fast nur in der Nähe des Hauptdolomites und meist ziemlich entfernt von den echten Partnachsichten der Partnachklamm auf.“ Bei der Besprechung des durch v. G ü m b e l gegebenen Profiles vom Scharfen Möösl oberhalb Klais und unterhalb Hirzeneck erklärt er, dass ihm die Reihenfolge: 1) Hauptdolomit, 2) Rauhwaacke, 3) Weisser Kalk (Wettersteinkalk) und 4) oberer Sandsteinhorizont der Cardita- und Raiblerschichten mit zahlreichen, gut erhaltenen Resten von *Pt. longifolium*, *Equisetum columnare*, *Calamites arenaeus* etc. ganz normal zu sein scheine. Den weissen Kalk zwischen 2) und 4), welchen v. G ü m b e l als Wettersteinkalk ansieht, versucht er als den Kalk, welcher überall auf Rauhwaacke folgt, zu deuten; man könne denselben „wegen seiner petrographischen Beschaffenheit sehr leicht mit dem Wettersteinkalk verwechseln“. Er gelangt zu folgendem Schluss: „Durch diese Gründe, abgesehen davon, dass an anderen Orten dieselben pflanzenführenden Sandsteine den Cardita- und Raiblerschichten, nicht den Partnachsichten angehören, in letzteren sonst keine solchen Sandsteineinlagerungen beobachtet sind, scheint mir die Stellung des Lettenkohlenpflanzen-Horizontes eben so wie bei Weissenbach unzweifelhaft zu sein.“ Auf S. 248 sagt v. Wöhrmann bei der Besprechung des Profiles von Schloss Thaur in Innsbruck, welches oben bei Pichler angeführt wurde und diesem den Anlass zur Aufstellung seiner unteren Carditaschichten gegeben hat, „dass nur eine äusserst detaillirte Aufnahme über die Verhältnisse Klarheit verschaffen würde. Die in diesen Schichten gefundenen Fossilien und das Auftreten von Sandsteinen sprechen dafür, dass wir hier den oberen und mittleren Horizont der Cardita- und Raiblerschichten vor uns haben. Ausserdem ist der sie begleitende Dolomit als Hauptdolomit anzusehen.“

Die Schichten zwischen dem hinteren und vorderen Zuge des Kaisergebirges fasst er als Hauptdolomit, Cardita- und Raiblerschichten. Und ferner p. 258 „(es) ergibt sich, dass alle Schichten, welche nebst gleicher Fauna und Flora gleiche petrographische Entwicklung besitzen, im Gebiet der Nordtiroler und bayerischen Alpen jünger als der Wettersteinkalk und älter als der Hauptdolomit sein müssen“.

Im Jahre 1890 gibt Bittner<sup>2)</sup> ein Profil aus dem Kaisergebirge und erklärt die von G ü m b e l und Pichler als Partnach- oder untere Carditaschichten angesprochenen Ablagerungen auch für die in den Niederösterreichischen Kalkalpen, d. h. im:

## Kaisergebirge:

- 1) Schiefer mit *Halobia rugosa*,
- 2) Sandsteine mit Pflanzenresten,
- 3) Kalk etc. mit *Ostrea montis caprilis* etc.

## Nieder-Oesterreich:

- Reingrabener Schiefer,
- Lunzer Sandstein,
- Opponitzer Kalk,

altbekannte Schichtfolge. „Es kann gegenwärtig nicht dem geringsten Zweifel mehr unterliegen, dass diese Gesteine des Südabhanges des Hohen-Kaisers thatsäch-

<sup>1)</sup> v. Wöhrmann: Die Fauna der sog. Cardita- und Raiblerschichten Nordtirol und Bayerischen Alpen. (Jahrb. K. K. Geol. R. A. 1889 S. 181—258.)

<sup>2)</sup> Bittner: Zur Geologie des Kaisergebirges. (Jahrb. der K. K. Geolog. R. A. 1890. S. 437—446.)

lich nichts Anderes sind, als die genauen Aequivalente der genannten niederösterreichischen Schichtenserie.“ Es folgert Bittner nun: „Ist der Wettersteinkalk des Hohen-Kaisers wirklich normal über den Carditaschichten der Südseite dieses Gebirges gelagert, so ist es eben nicht Wettersteinkalk, sondern Dachsteinkalk.“ Und auf S. 444 meint er, dass „die Carditaschichten des nördlichen Zuges zwischen der Waller- und Steinbergeralm ganz identisch mit jener auf der Südseite des Hohen-Kaisers sind, somit also ein Bruch auf der Nordseite, nicht auf der Südseite des Hohen-Kaisers anzunehmen sei.“ — In unserem Profil (VII) werden wir auf diesen Punkt zurückkommen.

Indem Bittner<sup>1)</sup> 1890 die bis jetzt aus den sog. St. Cassianerschichten Oberbayerns bekannten Brachiopoden aufzählt und ihre Beziehungen zu auswärtigen Vorkommnissen discutirt, hebt er hervor, dass *Rhynchonella lingularis* neben *Koninckina Leonhardi*, *Koninckella triadica* im Ennsthaler Gebiet in Schichten auftritt, die, wenn sie nicht dem Complexe des *Halobia rugosa*-Schiefers selbst angehören, doch nicht bedeutend tiefer liegen können, als dieser. Vielleicht gelingt es, durch genauere Fixirung dieses Niveaus, in den Ennsthaler Alpen auch weitere Anhaltspunkte für die stratigraphische Stellung der „Cassianer Schichten“ Oberbayerns zu gewinnen. Denn das, was über ihre Lagerung an Ort und Stelle erhoben wurde und angegeben wird, in allen Ehren, aber dass es gerade Cassianerschichten sein sollen, dürfte denn doch nicht vollkommen erwiesen sein.

1891 beschreibt Bittner<sup>2)</sup> eine Anzahl von Brachiopoden des Wettersteinkalkes vom Wildangergebirge und bemerkt dabei, dass v. Wöhrmann nachzuweisen versucht habe, dass die über dem Wettersteinkalk liegenden Carditaschichten die Cassianer und die Raibl-Torer- (oder die gesammten Raibler) Schichten umfassen, dass dagegen Rothpletz in seiner Arbeit über das Vilser Gebiet das Cassianer Niveau unter den Wettersteinkalk stelle, d. h. dass somit zwei widersprechende Ansichten vorliegen.

1891 wiederholt Pichler<sup>3)</sup> das Profil von Törl am Salzberge als Antwort auf die Bemerkungen Bittners über den Wettersteinkalk Nordtirols.

E. Fraas<sup>4)</sup> fasst 1891 unter dem Namen Partnach- oder Cassianerschichten den Schichtencomplex zwischen Muschelkalk und Wettersteinkalk zusammen und bemerkt, dass bis jetzt die Cassianer- oder Partnachschichten in den Nordalpen fast nur in der Partnachklamm nachgewiesen worden seien; er hält es für möglich, dass die pflanzenführenden Sandsteine im Ferchenbach zu diesem Complex gehören. „Es ist aus diesen Versteinerungen zu erkennen, dass wir in diesem Partnachhorizonte 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 *Tr. Aon* mit grosser Sicherheit auf eine Analogie mit den Südtiroler ächten St. Cassianerschichten hin. Wir haben demnach eine neue, wahrscheinlich specifisch bayerische Facies der Cassianer- oder

<sup>1)</sup> Bittner: Brachiopoden der alpinen Trias. (Abhandl. K. K. Geol. R. A. Bd. XIV. 1890 S. 167.)

<sup>2)</sup> Bittner: Der Wettersteinkalk von Nordtirol. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1891. Seite 60.)

<sup>3)</sup> Pichler: Ueber das Wildangergebirge. (Das. S. 195.)

<sup>4)</sup> E. Fraas: Das Wendelsteingebiet. (Geogn. Jahreshäfte, Jahrgang 1890. S. 65.)

Wengener-Schichten vor uns, welche sich von den ächten Partnachschichten durch ihren grossen Brachiopodenreichthum, vor Allem durch das Vorkommen von *Koninkina Leonhardi* als Leitfossil unterscheidet, während die schwarzen Kalke und Schiefer mit *Daonellen* in den Hintergrund treten.“

Bittner<sup>1)</sup> bemerkt 1891 in einem Referat über die Arbeit von E. Fraas, dass von den vom Verfasser gebrauchten Namen Partnach- oder Cassianerhorizont der erste entschieden vorzuziehen sei.

Die nächste Erscheinung der Litteratur, welche unsere Frage berührt, ist v. Gümbels<sup>2)</sup> Geologie von Bayern; in ihr hält v. Gümbel an seiner früheren Anschauung fest. Bei der Besprechung der Mittelalpen bemerkt er<sup>3)</sup>, dass Repräsentanten des oberen ausseralpinen Muschelkalkes nicht aufzufinden sind; Manche hegten deshalb die Anschauung, dass die Partnach- oder sog. unteren Carditaschichten mit dem Wettersteinkalk als Stellvertreter desselben anzusehen seien; mit den Raiblerschichten als Aequivalent der ausseralpinen Lettenkeuperschichten lassen sie dann freilich ohne nähere Begründung den Keuper beginnen. Und auf S. 56 heisst es: „In dem vorarlbergischen Gebiete nehmen schwärzliche, dem dortigen Muschelkalk ähnliche, ihm angeschlossene plattige Kalke und Mergel (Arlbergschichten) die tiefste Lage ein. Weiter ostwärts scheiden sich thonig-mergelige, sandige oder kalkige Lagen schärfer von einander ab und erreichen am Nordfuss des Wettersteingebirges ihre beträchtlichste Ausbildung in dem sog. Partnach-Schiefer, den Knollenkalken und in dem Lettenkeupersandstein ähnlichen Schichten. Noch weiter ostwärts aber verschwächen sie sich in dem Maasse, dass sie, den Südfuss des Kaisergebirges etwa ausgenommen, nur selten sicher auszuscheiden sind.“ S. 58 werden ebenso bei der Zusammenstellung der Glieder des alpinen Keupers zwei Carditaschichten angeführt, diejenigen über dem Wettersteinkalk als Raiblerschichten (Aon-, obere Cardita-, Opponitzer-schichten, St. Cassianerschichten z. Th., Lunzer Sandstein) und 2) die unter dem Wettersteinkalk als Partnachschichten, St. Cassianer- z. Th., Zlambachschichten, Halobien-schichten, im Süden Wengenerschichten, Buchensteinerkalk und graue Schieferthone: Mergel und schwarze knollige Hornsteinführende Kalke mit grünlichgrauen Sandsteinlagen voll von Versteinerungen: *Halobia Lommeli*, *Posidonomya Wengensis*, *Cardita crenata*, *Daonella Parthanensis*, *Rhynchonella pedata*, Ammoniten (*A. Archelaus*, *Wengensis*, *Aon*), *Bactryllium Schmidii*, *B. canaliculatum*, *Danaeopsis marantacea*, *Pterophyllum longifolium*, *Equisetum arenaceum* u. s. w. Die Schichten<sup>4)</sup> über dem Muschelkalk vom Calvarienberg bei Füssen, Gerenjoch parallelisirt v. Gümbel mit den Partnach- und Wengenerschichten. Ferner sagt er auf S. 135: „Als tiefstes Glied reichen hier (zwischen Füssen und Hohenschwangau) die versteinierungsführenden Mergel der Partnach- (sog. untere St. Cassianer) Schichten an der südlichen Einbuchtung des Calvarienberges von Füssen bis zu Tage. Und schliesslich bei der Besprechung des Profiles von Partenkirchen<sup>5)</sup> sagt er: „Diese Schiefer beherbergen hier nur spärlich Conchylienreste (*Nucula* cf. *elliptica*, *Mytilus* aff. *Münsteri*), wohl aber in einem grünlichgrauen zwischengelagerten

<sup>1)</sup> Bittner: Das Wendelsteingebiet von E. Fraas. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1891. Seite 276.)

<sup>2)</sup> v. Gümbel: Geologie von Bayern. (Bd. II. Lief. I. S. 55—176.)

<sup>3)</sup> Seite 55.

<sup>4)</sup> Seite 129.

<sup>5)</sup> Seite 142.

Sandstein Pflanzenabdrücke, namentlich *Pterophyllum longifolium*, *Equisetum columnare*, *Chiropteris digitata*, *Pecopteris Steinmülleri* u. A. im Partnachthal unterhalb des Schwarzschoffens, welche geeignet sind, diesen Schichten eine dem ausseralpinen Lettenkeuper im Alter gleiche Stellung anzuweisen. Wir bezeichnen diese Schichtenreihe als tiefste Stufe des Keupers in der alpinen Entwicklungsreihe oder als Partnachschiechten und stellen sie im Alter den unteren St. Cassianer- und Wengenerschiechten gleich.“

Schliesslich erwähnt Bittner<sup>1)</sup> 1892, dass er häufig die bekannte Versteinerung der St. Cassianerschichten *Koninckina Leonhardi* Wissm. sp. in Gesellschaft mit einer halobienartigen Form, welche der *Halobia intermedia* zum mindesten sehr nahe steht, und mit Waldheimien (*Crurātula*) gefunden hat. Sie treten auf im oberen Reiflingerkalke in der Gegend von Scheibbs, Gross-Reifling, Lunz etc. unter den Aonschiechten. Er bemerkt: „der Gedanke der Parallelisirung dieser oberen Reiflinger Kalke mit den sog. „Cassianerschichten“ Oberbayerns ist demnach schon recht nahe gerückt, da ja auch in diesen *Koninckina Leonhardi* häufig ist und Waldheimien des angegebenen Typus ebenfalls nicht fehlen. Ob aber an eine Parallelisirung dieser oberen Reiflinger Kalke mit den echten St. Cassianerschichten gedacht werden könne, das steht noch weiter in Frage, da ja andere bezeichnende Cassianer Arten bis in den Opponitzer Kalk hinaufreichen und wird keinesfalls vor Untersuchung der Lagerungsverhältnisse der koninckinenführenden Schichten des Ennstales zu entscheiden sein.“

In einer vorläufigen Notiz endlich bemerkt Fräulein Ogilvie neuerlichst<sup>2)</sup>: „Durch die sorgfältig aufgenommenen Profile der Nord- oder bayerischen Alpen ist bewiesen, dass die oberen Cardita-Schichten Raibler Schichten sind und auf dem Wettersteinkalk ruhen, während die Partnachschiechten, welche Cassianer, Wengener und Buchensteiner Fossilien enthalten, unter dem Wettersteinkalk liegen.“

<sup>1)</sup> Bittner: Zur Geologie des Erlafgebietes. (Verhandl. K. K. Geol. R. A. 1891, S. 320—321.)

<sup>2)</sup> Miss M. M. Ogilvie in: Geol. Magaz. April 1892, p. 147.

**B.**  
**Specieller Theil.**

**I.**  
**Vilser Alpen.**

Es wäre natürlich, in diesem speciellen Theil mit dem Profil bei Partenkirchen anzufangen, weil v. Gümbel den Namen Partnachsichten daher genommen hat. Aber da gerade hier die Reihenfolge der Schichten nicht ungestört ist, so möchte ich zuerst das Profil Gerenspitz-Hohlakopf besprechen, welches ganz einfache Lagerungsverhältnisse zeigt und da es zugleich in dem Gebiete meiner Untersuchungen das westlichste ist, so können wir von da die Partnachsichten nach Osten hin verfolgen, wo sie sich allmählich auskeilen. Dieses Gebiet wurde von Rothpletz unter dem Namen „Vilser-Alpen“ im Jahre 1883—84 genau und scharfsinnig kartirt und giebt uns die beste Auskunft über die Stellung der Partnachsichten in der Trias der Alpen. Wir könnten dort in verschiedenen Richtungen Profile durch die Trias legen, welche zugleich über die Einordnung der Partnachsichten Aufschluss geben. Wir beschränken uns aber auf das obengenannte Profil Gerenspitz-Hohlakopf, weil es das deutlichste und vollkommen sicher ist.

Die Formationsglieder, welche an diesem Profil theilnehmen, sind von unten nach oben die folgenden:

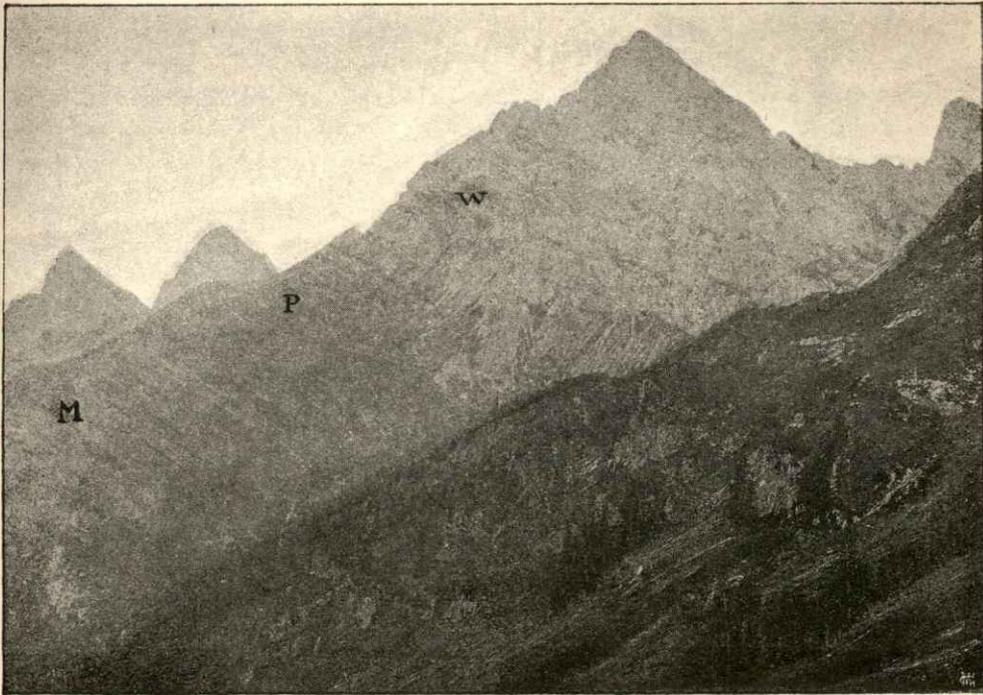
- |         |   |                           |
|---------|---|---------------------------|
| Trias   | { | (1) Muschelkalk.          |
|         |   | (2) Partnachsichten.      |
|         |   | (3) Wettersteinkalk.      |
|         |   | (4) Raiblerschichten.     |
|         |   | (5) Hauptdolomit.         |
| Jura    | { | (6) Algäuschiefer (Lias). |
|         |   | (7) Aptychenkalk.         |
| Quartär | { | (8) Moränen.              |

Die triasischen Schichten sind zu einer Mulde zusammengebogen deren Axe von Ost nach West gerichtet ist. Den südlichen Flügel bildet der Gebirgsstock der Gerenspitz, in der Axe der Mulde liegt der Hohlakopf. Den nördlichen Flügel bildet der Nordabhang des Hohlakopfs bis zur Achsel (Weisses Kreuz); hier streicht allerdings eine Verwerfung durch den nördlichen Flügel, so dass an Stelle des Muschelkalkes, den wir unter den Partnachsichten erwarten, der Hauptdolomit zu Tage tritt.

Gerenwald. Gerenjochberg. Nesselwängele-Joch.

Metzenarsch.

Rainthal.



Gebirgsgruppe aus den Vilser Bergen.

M Muschelkalk. P Partnachsichten. W Wettersteinkalk.

1) Der Muschelkalk, welcher in unserem Profil N 82° O streicht und nach N. 45 einfällt, lässt sich vom Hinterbichel, an dem linken Ufer des Lechs, über den Lainschroffenwald nach dem Fusse der Gerenalp, über den Schneidberg (Gerenjochberg) bis zur Gimpel-Alp verfolgen, wo er abgeschnitten wird. Der ganze Complex der Schichten ist durch Quer- und Längs-Verwerfungen gestört.

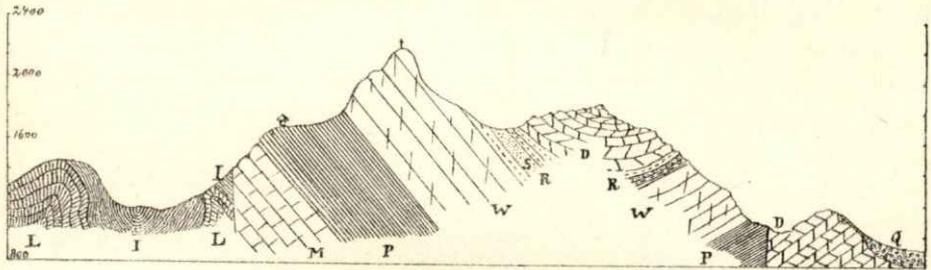
Die Gesteinsarten sind hell- und dunkelfarbige, bituminöse, dick- oder dünnbankige Kalksteine mit mehr oder weniger welligen Schichtoberflächen, auf denen öfters Kieselausscheidungen, besonders in den oberen Bänken herauswittern. Weiter nach oben hin nehmen sie an Grösse bis zu Entenschrotgrösse ab. Zwischen den Kalkbänken treten auch dünne Mergel und mergelige Kalke auf, welche nach und nach an Mächtigkeit zunehmen, sodass der Uebergang vom Muschelkalk zu den Partnachsichten allmählich vor sich geht, welche hier wie gewöhnlich aus einer Wechsellagerung von Mergel- und Kalkbänken bestehen. Dies ist charakteristisch für die Grenze zwischen Muschelkalk und Partnachsichten, dass sie niemals scharf gezogen werden kann.

Versteinerungen habe ich an zwei Stellen aufgefunden: am Fusse der Gerenalp, wo man durch den Gerenwald aufsteigt, sodann an dem südwestlichen Abhang des Schneidberges oder Gerenjochberges. Die Kalkbänke am Schneidberg sind öfters mit Stielgliedern von *Crinoiden* erfüllt. An beiden Fundorten habe ich folgende Versteinerungen gefunden:

*Terebratula vulgaris* Schloth.  
*Retzia trigonella* „  
*Encrinus liliiformis* „  
 „ *gracilis* Buch

Ausser diesen Versteinerungen sind von v. Gümbel 1861, Beyrich 1867, Hauer 1869, Mojsisovics 1882 und Rothpletz 1886<sup>1)</sup> noch weitere Vorkommnisse von hier und anderen Fundorten bekannt geworden.

S. Winkel. Gerenwald. Gerenalpe. Gerenspitz. Hohlakopf. N. Sabach. Musau-Ebene. Weisses Kreuz.



Profil von Winkel über Gerenspitz zur Musau-Ebene westlich von Reutte im Lechthal.

M Muschelkalk. P Partnachsichten. W Wettersteinkalk. R Raiblerschichten mit einer Sandsteininlagerung. D Hauptdolomit. L Lias. I Aptychen-Malmschichten.  
Maassstab: 1:50000.

2) Partnachsichten. Das Streichen derselben an Stellen, wo die Schichten nicht verstrützt sind, ist  $N 80^{\circ} O$ , ihr Einfallen nach  $N 45^{\circ}$ . Was die Verbreitung dieses Schichtenzuges betrifft, so beginnt er wie der des Muschelkalkes an dem linken Ufer des Lechs bei Hinterbichel, setzt sich mit dem Muschelkalk nach West fort und wird noch nordwestlicher als der Muschelkalk selbst erst unter den wilden Felsen des Rothfluh-Gipfels in einer Höhe von 2000 m von der südost-nordweststreichenden Längsverwerfung abgeschnitten (vgl. Rothpletz l. c.). Diese Verwerfung bedingt also die westliche Grenze der Verbreitung dieses Zuges der Partnachsichten im Vilsener Gebiet und verursacht, dass letztere zwischen zwei Zügen Wettersteinkalk eingekeilt erscheinen. Die Verbreitung der Partnachsichten in dem nördlichen Flügel beträgt nur ca. 1250 m in der Längsausdehnung; durch eine Längsverwerfung tritt statt des Muschelkalkes der Hauptdolomit in das Liegende, der den nördlichen Fuss des Hohlakopfs u. s. w. bildet.

Die Gesteinsarten der Partnachsichten in beiden Flügeln sind folgende:

1) Knollige, dunkle oder hellfarbige Kalke mit unregelmässiger, narbiger oder buckeliger Oberfläche, die durch die Verwitterung sich rauh anfühlt und dadurch ein ausgezeichnetes Mittel zur Erkennung unserer Schichten liefert. In diesen Lagen kommen auch die Versteinerungen vor, welche meist mit Schwefelkies vergesellschaftet sind.

2) Dunkle oder hellfarbige, mehr oder weniger feste, von Kalkspathadern durchzogene Kalke, ab und zu mit eingelagerten Mergelpartien.

3) Grauschwarze, feste, harte und sehr kalkarme Mergel mit schwach muschliger Bruchfläche. Selten findet sich *Bacryllium Schmidii* darin.

4) Grauschwarze, weniger harte und etwas mehr kalkige Mergel mit ausgezeichnet muschligem Bruch, nach allen beliebigen Richtungen schalig zerspalten und zerklüftet, sodass es unmöglich ist, Handstücke zu erhalten.

5) Blaugraue, fettglänzende, kalkreiche Mergel, deren kleinste Bruchstückchen noch feine Häutchen von Kalk zeigen und auch kleinbröckelig verwittern.

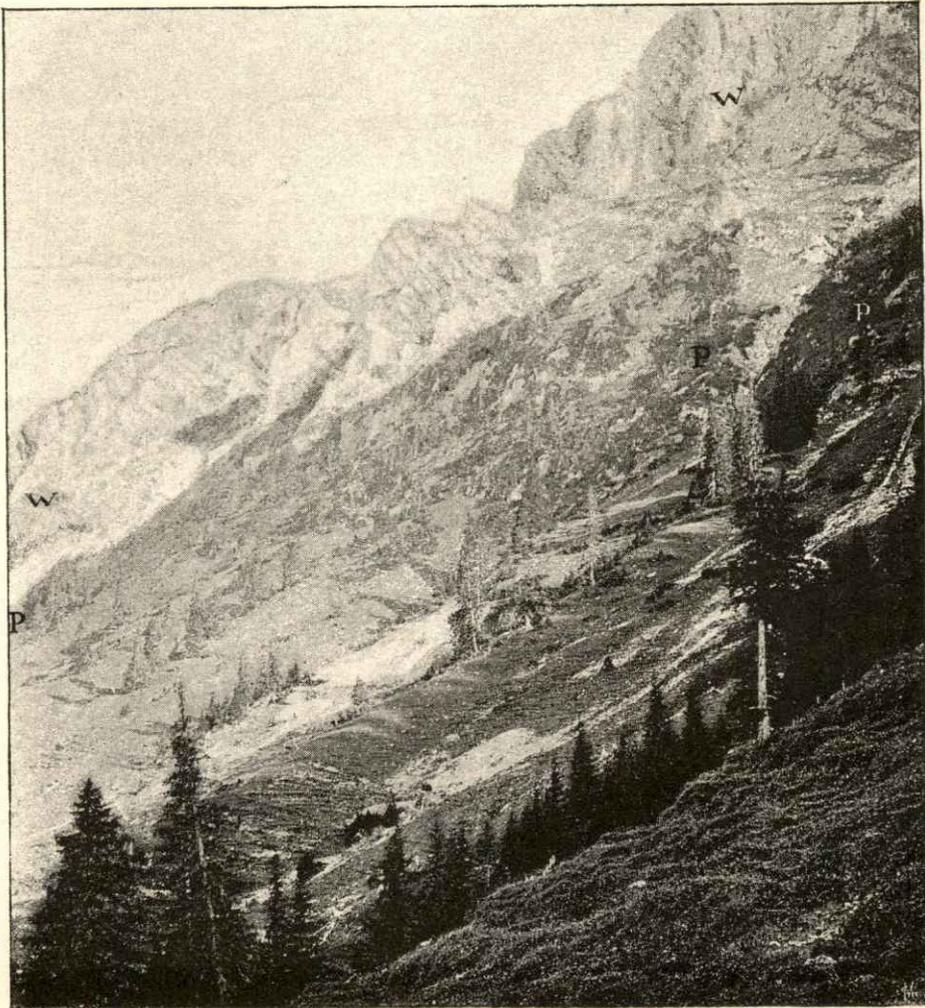
<sup>1)</sup> Rothpletz: Vils. Alp. Seite 12—15.

6) Grauschwarze, sehr dünnblättrige, thonreiche Mergel, welche in der Nässe einen zählebrigen Boden liefern.

7) Hellgraue, sehr kalkreiche und sehr dünnschiefrige Mergel, welche stets in grosser Menge *Bactryllium Schmidii* führen.

Im Vilser-Gebiet kommen die Partnachsichten ausser in den beiden erwähnten Zügen noch in drei anderen Zügen vor; erstens am nördlichen Abhang der Gachspitz, wo sie normal zwischen Muschelkalk und Wettersteinkalk mit südlichem Einfallen eingelagert sind, zweitens am südlichen Abhang des Hahnenkammes.

Diese beiden Züge sind durch treppenförmigen Abbruch getrennte Theile des Südflügels einer Antiklinale, welche sich an die besprochene Synklinale zwar unmittelbar anschliesst, aber durch das grosse Einbruchgebiet der Juraschichten von ihr getrennt erscheint. Ich betone dies wegen der ungestörten Aufeinanderfolge von Muschelkalk, Partnachsichten und Wettersteinkalk in Antiklinalen und Synklinalen.



Partie aus der Gebirgsgruppe der Gerenspitz bei Reutte, von der Gerenalpe aus gesehen.

(Im Vordergrund Partnachsichten, gegen oben Wettersteinkalk.)

Ein dritter Zug von Partnachschiehten im Norden der Vilser Alpen fängt am östlichen Ende des Kienberges an und zieht an dem südlichen Abhange dieses und des Calvarienberges hin, überschreitet die Vils und kann, von Verwerfungen unterbrochen, von da über die Ruine Vilseck bis zum südöstlichen Abhang des Falkensteins hin verfolgt werden (vgl. Rothpletz l. c.).

In diesem sehr langen, aber nicht besonders mächtigen Zug streichen die Partnachschiehten fast überall N 75° O bei steilem Einfallen, nur am östlichen Abhang des Kienberges fast von N. nach S. Sie haben auch hier überall als Liegendes den Muschelkalk und als Hangendes entweder den Wettersteinkalk oder die viel jüngeren Ablagerungen des nördlichen Einbruchgebietes der Juraschiehten. Die obige Beschreibung der Gesteinsarten gilt auch für diese drei Züge. Nur treten noch buntgefärbte, dünnbankige und durch dünne Mergel getrennte Kalke am Kien- und Calvarienberg, welche auch als Baumaterial benutzt werden, sowie oolithische knollige Kalkmergel an der Gachtspitze auf.

Ich selbst habe am Gerenjoch, Reinthal, Rosschlägberg u. a. O. gefunden:

*Koninckina Leonhardi* Wissm. sp.

*Cidaris* sp.

*Encrinus* cfr. *gracilis* Buch.

*Nucula* sp.

*Dimyodon Argyropuli* nov. sp.

*Bactryllium Schmidii* Heer.

3) Wettersteinkalk. Das Streichen desselben beträgt, wie wir an einigen Stellen zu beobachten im Stande waren, N 80° O, das Einfallen 40° N. Der Wettersteinkalk beginnt zwischen Hinterbichel und Ober-Lötzen, bildet in einem westlich gerichteten Zuge das Plateau des Frauenwaldes, die Gipfel von Feuerkopf, Gerenspitz, Metzenarsch, Gimpel, die Rothfluh und den Schattschroffen u. s. w. Wie die Partnachschiehten, so wird auch der Wettersteinkalk nur durch Querverwerfungen gestört. Die Punkte gehören zum südlichen Flügel unserer Mulde. Der nördliche Flügel hat eine geringe Längsverbreitung. Auch hier bildet der Wettersteinkalk das Hangende der Partnachschiehten und streicht regelmässig N 85° O. mit einem Einfallen von 45° S.

Die petrographische Beschaffenheit des Wettersteinkalkes ist hier dieselbe wie überall in den Nordalpen. Die Kalkbänke sind nicht besonders dick, sie lassen Zwischenlagen unterscheiden welche ganz mit Gyroporellen und Korallen-Aesten erfüllt sind (Turasjoch, Gerenspitz, Hohlalp, Mariensee etc.). Die Kalke sind weisslich, hie und da schneeweiss, sodass ich vielfach an den Parischen Marmor erinnert wurde; nur lässt der Wettersteinkalk öfters die grossoolithische oder sogenannte Evinospongien-Structur erkennen.

Von Versteinungen habe ich am Turasjoch, an der Gerenspitz, Hohlalp und an dem nördlichen Abhang des Hohlakopfs die folgenden gefunden:

*Lithodendron (Cladophyllia?) subdichotomum* Münst.

*Gyroporella* sp.

*Megalodon* sp. (Durchschnitte).

Ausser diesen werden von anderen Autoren noch folgende angegeben:

*Arcestes Reyeri* Mojs.

*Rhynchonella faucensis* Roth.

*Spondylus?* sp.

*Gyroporella annulata* Schafh. sp.

4) Raiblerschiehten. Sie bilden das Hangende des Wettersteinkalkes, streichen N 78° O und fallen im südlichen Flügel N 45°, im nördlichen Flügel 40° S. Trotz der geringen Verbreitung und Mächtigkeit zeigen sie eine grosse Gesteinsmannigfaltigkeit.

Es sind dies 1) schwarze, dünn- oder dickschiefrige, bituminöse und mit Schwefelkies durchsetzte Kalksteine; 2) feinkörnige, verschiedenartig gefärbte Sandsteine; 3) graufarbige und stark thonige Sandsteine; 4) hell- bis schmutziggraue Mergel und schliesslich 5) Rauhwaacke von schwankender Färbung in ziemlicher Mächtigkeit. Dies gilt für die beiden Flügel der Mulde.

Versteinerungen sind sehr häufig in den Sandsteinen anzutreffen, aber immer nur schlecht erhaltene Pflanzenreste (Galthütte und Kühbach); *Ostrea montis caprilis* (Kühbach)<sup>1)</sup> wurde nur einmal in mehreren Exemplaren gefunden.

5) Hauptdolomit. Dieses Gestein bildet die Axe unserer Mulde, streicht ebenfalls N 80° O und lässt am südlichen Abhang des Hohlakopfs N.- und am nördlichen Abhang S.-Einfallen erkennen. Auf dem Plateau des Hohlakopfs scheinen die Schichten horizontal zu liegen. Die Verbreitung beschränkt sich auf die obere Region des Hohlakopfs.

Der Hauptdolomit ist dicht, hell- bis dunkelgrau, zerfällt beim Hammerschlag in kleine vieleckige unregelmässige Stückchen und verbreitet einen bituminösen Geruch. Wie fast überall, so zeichnet sich auch hier der Hauptdolomit durch den Mangel an Versteinerungen aus.

Hier muss ich noch erwähnen, dass ganz im Norden unseres Profils der Hauptdolomit durch eine Längsverwerfung scheinbar als Liegendes der Partnachschiechten zu Tage tritt; er lässt dasselbe Streichen und Einfallen sehr deutlich erkennen und ist nur der östliche Theil des mittleren Hauptdolomitzuges, welcher von O. nach W. durch die Vilser Alpen verbreitet ist. Derselbe lässt sich höchstwahrscheinlich noch weiter nach O. und W. ausserhalb der Vilser Alpen verfolgen.

6) Algäu-Schiefer. Obwohl diese Schichten ausserhalb unseres Themas stehen, will ich doch kurz bemerken, dass dieselben als graue bis schwärzliche, dünnplattige Mergel oder mergelige Kalke, welche vielfach gebogen und gestört sind, entwickelt und ganz versteinungslos sind.

7) Aptychenschichten. Es sei nur erwähnt, dass dieselben hier als dünnplattige Kalksteine oder Mergel vorkommen, welche durch ihre verschiedenartige Färbung sehr gut charakterisirt sind.

8) Quartär. Ich erwähne nur die schon von Rothpletz in seiner Monographie der Vilser Alpen S. 46 angeführten Moränen des grossen Lechgletschers, welche von der Höllenmühle bei Musau bis gegen die Ob sehr leicht zu erkennen sind.

Wir wollen das Gesagte mit Hervorhebung der tektonischen Punkte kurz zusammenfassen. Das Profil Gerenspitz-Hohlkopf zeigt uns eine Mulde, in der von aussen nach innen (resp. von unten nach oben) Muschelkalk, Partnachschiechten, Wettersteinkalk, Raiblerschichten und Hauptdolomit in ununterbrochener Reihe auf einander folgen.

Ich mache besonders darauf aufmerksam, dass die Partnachschiechten hier nirgends sandige Entwicklung oder Sandsteineinlagerungen zeigen, dagegen solche in den Raiblerschichten stets in wechselnder Höhe vorkommen.

Das Rhät nimmt keinen Antheil mehr an der Mulde, dagegen liegt es in den sich an unserem Profil jenseits der Verwerfungen anschliessenden Einbruchsgebieten in normaler Stellung über dem Hauptdolomit.

Die südlichen Einbruchsgebiete entsprechen dem Sattelfirst, welcher die am Hahnenkamm wieder nach Süden einfallenden Triasschichten mit den nordfallenden unserer Mulde verbinden würde. Desgleichen findet sich im Norden ein Einbruchsgebiet am Schlagstein und östlich davon, während die Triasschichten des Kegelbergs bereits wieder nach Norden einfallen und den Beginn einer neuen Mulde anzeigen, deren Axe ungefähr im Vilsthal bei Vils liegt.

Die durch Rothpletz klargestellte Tektonik im Vilser Gebiet ist in ihren Grundzügen folgendermaassen einfach zusammenzufassen. Längsverwerfungen trennen die Mulden und Sättel durch grosse

<sup>1)</sup> Rothpletz: Vils. Alpen. Seite 20.

Einbruchsgebiete; die Querverwerfungen zerstückeln diese Längszüge in Schollen, die durch Verschiebungen und stärkere Zusammenfaltungen von einander geschieden sind; trotz der Discontinuität und der verschiedenen Mächtigkeit bleibt die Folge der Schichten in den verschiedenen Schollen gleich und erweist sich daher in allen Fällen als normal. Dies ist für die frühere Auffassung der Stellung der Partnachschieben in der Trias von grosser Wichtigkeit und es kann über dieselbe eigentlich kein Zweifel mehr bestehen. Ich war hier etwas ausführlich, weil ich mich für die anderen Gebiete nicht immer auf eine so in's Detail durchgearbeitete kartographische Aufnahme beziehen kann und daher stets kurz auf die hier mitgetheilten Thatsachen zurückkommen werde.

## II.

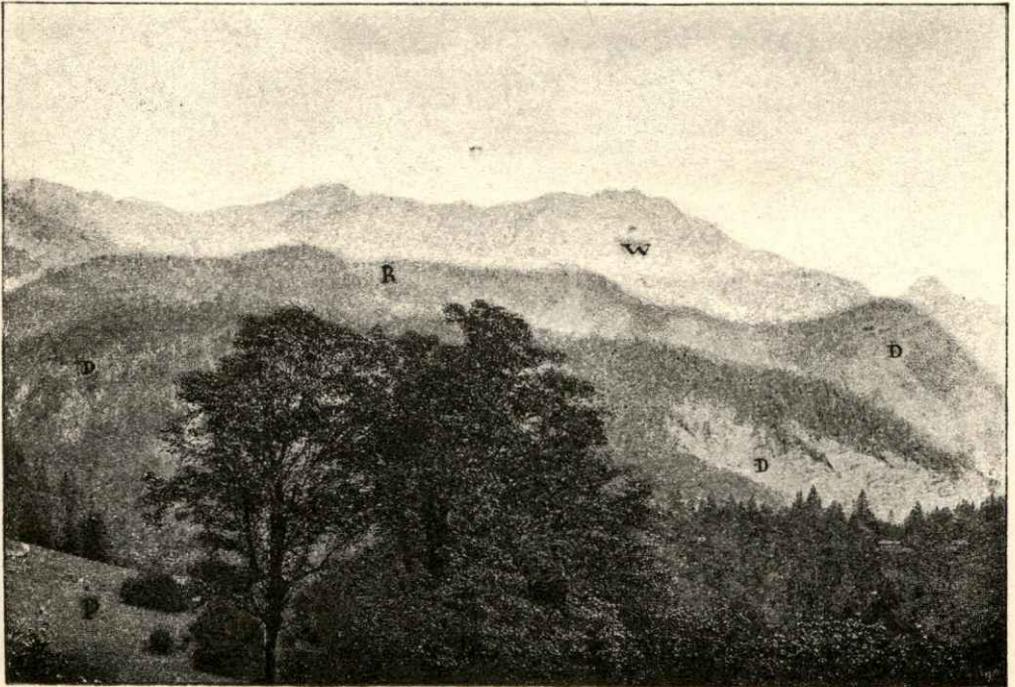
### Wetterstein-Gebirge.

Dieses Gebiet hat für die Litteratur über die obere Trias der Alpen drei Namen geliefert: 1) Wettersteinkalk, 2) Partnachschieben und 3) Partnachdolomit; letztere Bezeichnung ist von ihrem Autor wieder aufgegeben und später nur noch hier und da von Pichler gebraucht worden.

Das Profil, welches ich hier besprechen werde, ist bis heute von verschiedenen Geologen gedeutet worden: v. Schafhäutl, v. Gümbel, Emmerich, v. Richthofen, v. Mojsisovics, v. Hauer, Stur, v. Wöhrmann. Um die von denselben vertretenen verschiedenen Ansichten genauer zu prüfen, hat im Sommer 1891 Herr Dr. Rothpletz mit seinen Schülern verschiedene Kartirungs-Excursionen unternommen, an denen ich ebenfalls theilnahm. Diese Untersuchungen

Wettersteinalpe.

Dreithorspitz.



Wettersteingebirge von Graseck aus gesehen.

P Partnachschieben. W Wettersteinkalk. R Raiblerschichten. D. Hauptdolomit.

haben die Ansicht Emmrichs und v. Wöhrmann's bestätigt, dass nämlich die pflanzenführenden Sandsteine zu den Raiblerschiechten gehören.

Durch meine späteren eingehenden Untersuchungen konnte ich dieser Ansicht leicht auch eine palaeontologisch sichere Grundlage geben. Das Profil läuft quer durch ein Gebiet, das auch den Touristen durch die berühmte Partnachklamm und die höchste Bergspitze Deutschlands, die Zugspitze (2960 m), merkwürdig ist. Die Richtung unseres Profils ist ungefähr von N. nach S.; es beginnt in der Ebene bei Partenkirchen am Fusse des Kochelberges und reicht bis zur Wettersteinwand.

Es nehmen daran folgende Glieder der Trias theil:

- 1) Muschelkalk.
- 2) Partnachschiechten.
- 3) Wettersteinkalk.
- 4) Raiblerschiechten.
- 5) Hauptdolomit.

1. Muschelkalk. Hier zeichnet sich der Muschelkalk, welcher durch die Partnachklamm vortrefflich aufgeschlossen ist, durch die Wechsellagerung von Kalkbänken mit dünnen mergeligen Schichten aus, welche kaum von unseren Partnachschiechten sich unterscheiden lassen. Auch die Kalke sind dünnbankig, schwarz, thonig, die Schichtflächen uneben, ihre Vertiefungen oft mit Thon erfüllt; stellenweise sind knollige Ausscheidungen von Hornstein zu erkennen. Die Schichten streichen unter vielfachen Biegungen N 97° W und fallen wechselnd nach N. oder S. ein. Der Muschelkalk ist fast überall von Partnachschiechten bedeckt und tritt nur an wenigen Stellen zu Tage, nämlich, wie oben gesagt, in der Partnachklamm, in den Steinbrüchen am Forsthaus Graseck, am Ferchenbach, am Kochelberg, weiter nach W. unterhalb der Zugspitze und nach O. an verschiedenen Stellen im Wamberger Wald.

Versteinerungen sind in dieser Gegend nicht häufig und nur an einigen Stellen, wie z. B. in der Partnachklamm oberhalb der eisernen Brücke, bei Kaltenbrunn unfern Partenkirchen, an dem Bächlein, welches von Bauereck herabstürzt, u. a. a. O. nur sehr sporadisch:

*Encrinus liliiformis* Lm.

*Encrinus gracilis* Buch.

*Retzia trigonella* Schloth.

*Terebratula vulgaris* Schloth.

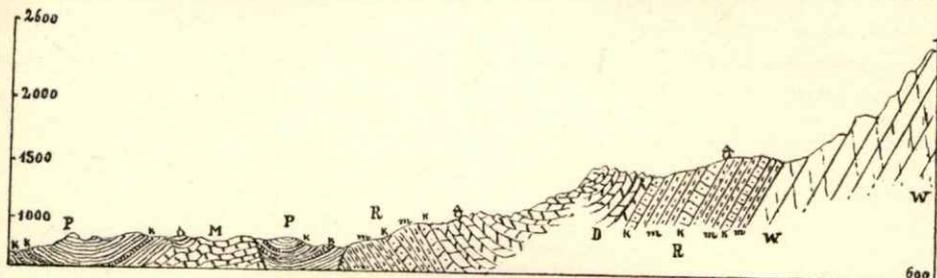
*Waldheimia angusta* Schloth.

etc. gefunden worden.

2) Partnachschiechten. In diesem Profil sind die Partnachschiechten besonders schön entwickelt. Sie lassen, wenn auch sehr selten, ein O—W-Streichen und wechselndes N- und S-Einfallen erkennen. Sie lagern vielfach gebogen über dem Muschelkalk und kennzeichnen sich schon landschaftlich durch ihre eigenthümlich sanften Hügelformen gegenüber den wild und felsig hervorragenden Partien des Schwarzschoffen, der Wettersteinwand, Zugspitze u. s. w. Was die Verbreitung derselben betrifft, so beginnen sie an dem nördlichen Abhang der Zugspitze, bilden die sehr malerischen sanft und eigenthümlich wellig-hügeligen, mit üppiger Grasvegetation bedeckten Vorberge des

Wettersteingebirges, d. h. Stangenwald bei Hammersbach, Waldeck, Risserkopf, Kochelberg, Stegerwald, Drehmoser, Eselberg, Mittler- und Hinter-Graseck, Zotzenberg etc. bis zum Barmsee in der Nähe von Mittenwald.

N. S.  
 Partenkirchen, Ebene am Fuss Forsthans, Wetterstein-Wald, Wetterstein-Alpe, Wetterstein-Wand.  
 des Kochelbergs. Graseck. Ferchenbach. Kälbelhütte.



Profil von Partenkirchen über Graseck und Wettersteinalpe zur Wettersteinwand  
 M Muschelkalk. P Partnachsichten mit K Kalkbänken. W Wettersteinkalk. R Raibler-Schichten mit K Kalkbänken. D Hauptdolomit.

Maasstab 1:62 500.

Die in unserem Profil vorkommenden Gesteinsarten sind ungefähr dieselben wie diejenigen in den Vilsener Alpen, nur fehlen die Kalke mit der rauhen Oberflächenbeschaffenheit und die buntgefärbten charakteristischen Kalke des Füssener Calvarien- und Kienberges. Es ist hier auch zu erwähnen, dass die sehr charakteristischen Bactryllien führenden Mergelschichten gegenüber den übrigen Schichten zurücktreten.

An Versteinerungen kenne ich aus diesen Schichten an der Partnachklamm von Graseck, Kochelberg, Ferchenbach u. a. a. O. die folgenden, welche theils von mir gesammelt wurden, theils in dem palaeontolog. Staatsmuseum und in der Sammlung der geogn. Landesaufnahme (Oberbergamt) sich befinden:

- 1) *Koninckina Leonhardi* Wism. sp. zwei Stücke.
- 2) *Terebratula Ramsaueri* Süss in mehreren Exemplaren.
- 3) *Rhynchonella* cfr. *generosa* Bittner 2 St.
- 4) " " *trinodosi*  $\beta$ . var. minor Bitt. 3 St.
- 5) " " *linguligera* Bitt. 2 St.
- 6) *Halobia rugosa* Gumb.
- 7) *Daonella Parthanensis* Schafh. sp.
- 8) *Daonella desecata* Schafh. sp.
- 9) *Daonella Lommeli* Wissm. sp.
- 10) *Estheria minuta* Alberti sp.
- 11) *Bactryllium Schmidii* Heer.

3) Wettersteinkalk. Gumbel hat in seinem grossen Werke dieses Formationsglied sehr eingehend beschrieben, sodass uns hier nur das eine zu bemerken übrig bleibt, dass der südlich längs des Ferchenbachthales hinstreichende Kalkzug nicht zum Wettersteinkalk, sondern zu den Raiblerschichten gehört.

4) Raiblerschichten. Sie haben für das Resultat dieser Arbeit besonders in diesem Profil eine entscheidende Bedeutung, weil ein Theil derselben früher als Glied der Partnachsichten und ein anderer Theil wieder als Wettersteinkalk aufgefasst worden ist. Die Verbreitung dieser Schichten ist eine ähnliche, wie die der Partnachsichten. Ausser dem Zuge, welcher in dem nördlichen Flügel oberhalb des Ferchenbaches liegt, haben wir noch einen anderen

oberhalb des Wettersteinwaldes an der Wettersteinalp, welcher zu dem südlichen Flügel gehört. Derselbe streicht fast wie derjenige am Ferchenbach, jedoch mit entgegengesetztem Einfallen nach N. ( $20^{\circ}$ — $35^{\circ}$ ).

Der petrographischen Beschaffenheit nach sind verschiedene Schichtcomplexe zu unterscheiden und zwar: 1) Sandsteine mit Pflanzenresten von verschiedenartiger, meist graugrüner Farbe, 2) grauschwarze oder hellfarbige, von weissen Kalkpathadern durchzogene Kalke, die reich an Kieselausscheidungen sind, 3) schmutziggraue oder gelbe mergelige Sandsteine und Mergel und schliesslich 4) typische Rauhwaeken.

Ich sehe hier zunächst von den pflanzenführenden Sandsteinen im Ferchenbach ab, um am Schluss dieses Capitels den Nachweis zu führen, dass sie zu den Raiblerschiechten gehören.

Petrefakten kommen in dieser Stufe zahlreich vor; als Fundorte können wir erwähnen das Scharfmöösle bei Klais, den Ferchenbach, am Wasserfall unterhalb des Schwarzschoffen, weiter etwas westlich davon die in den pflanzenführenden Sandsteinen eingelagerten Kalkbänke, die Wetterstein-Alp u. a. a. O. In dem Zug der Kalkbänke unterhalb des Schwarzschoffen, welche v. Gümbel als Wettersteinkalk und v. Mojsisovics als Partnachdolomit aufgefasst haben, fand ich an einer einzelnen Stelle folgende sicher bestimmbare Versteinerungen:

*Cardita crenata* var. *Gümbeli* Pichl.

*Corbis Mellingi* Hauer.

Diese kommen hier in grosser Menge vor, so dass das Gestein nur von diesen zwei Lamellibranchiaten zusammengesetzt erscheint. Ausser diesen Versteinerungen, welche die stratigraphische Stellung unseres Kalkes zweifellos feststellen, haben wir auch von den verschiedenen, oben angeführten Fundorten eine Menge von Versteinerungen zu erwähnen wie z. B.:

*Halobia rugosa* Gümb.

*Ostrea montis caprili* Klipst.

*Cardita crenata* var. *Gümbeli* Pichl.

*Myophoria fissidentata* Wöhrm.

*Gervillia Bouei* Hauer sp.

*Corbis Mellingi* Hauer u. s. w.

5. Hauptdolomit. Er bildet den Kern der Mulde, streicht N  $85^{\circ}$  W, und, während er am Schwarzschoffen  $50^{\circ}$ — $60^{\circ}$  S. einfällt, lässt er unterhalb der Wettersteinalp ein nördliches Einfallen erkennen. Die Verbreitung ist ungefähr die des Wettersteinkalkes.

Hier wie überall in Nordtirol, zeichnet sich der Hauptdolomit durch seine feinkörnige Beschaffenheit und die Armuth an Versteinerungen aus. Besonders wäre noch seine röthliche und gelblichgraue Farbe zu erwähnen. Dieser Hauptdolomit mit sammt dem liegenden Raiblerkalke im Ferchenbach ist es, welcher von Mojsisovics zuerst als Partnachdolomit, später als Arlbergkalk aufgefasst wurde.

In der näheren Besprechung des beigegebenen Profils wollen wir das Gebiet nördlich des Ferchenbaches von dem südlich desselben trennen.

Das erstere bildet einen etwas gestörten Sattel von Partnachschiechten, als dessen Kern südlich von Graseck der Muschelkalk an einigen Stellen auftritt und in der Partnachklamm vorzüglich aufgeschlossen ist; das Profil verläuft nahezu längs der Klammwände und die Linie (a, b) desselben stellt das Bachbett dar.

Der Muschelkalk ist in mehrere kleine Falten zusammenpresst, ebenso wie die Partnachschiechten, welche auch weiter im Norden eine flache Mulde bilden. Etwa 100 m südlich von Graseck streicht eine Verwerfung N  $102^{\circ}$  W durch und fällt mit  $55^{\circ}$  nach S. Auf dieser sind die Partnachschiechten in das Niveau des Muschelkalkes verschoben; hier ist also der südliche Flügel des Sattels gestört. Da der Mergel die Verwerfung zum Theil überschüttet, kann man diese in ihrer hori-

zontalen Erstreckung nur etwa 150 m weit, in vertikaler Linie auf 50 m Länge verfolgen. Dieser tief abgesunkene und vielfach gestörte Theil stösst im Ferchenbach in Folge einer zweiten Verwerfung an die südliche Hälfte unseres Profils.

Im Gebiete südlich des Ferchenbaches haben wir gegen den nördlichen Sattel hin jedenfalls eine Schichtenmulde zu erwarten, und es würde dies alsdann ganz mit den Thatsachen übereinstimmen, welche wir in den Vilser Alpen kennen gelernt haben. In der That hat schon v. Gümbel sowohl weiter westlich (Kreuzalp, Stubenwald, Spitzwald), als auch weiter östlich (Ferchensee—Klais) bis über die Isar hinüber (Marmorgraben) eine solche Mulde nachgewiesen, an der sich ganz normal Partnachschiechten, Wettersteinkalk, Raiblerschiechten und Hauptdolomit betheiligen.

Wir müssen auch für unser Gebiet diese Auffassung aufrecht erhalten, nur mit der Beschränkung, dass das von Gümbel in seiner Karte hier als Wettersteinkalk eingetragene Gestein nicht diesem angehört. In den dafür genommenen hellfarbigen Kalken ist es uns gelungen, echte Raiblerversteinerungen aufzufinden; auch fehlt ihnen durchaus die petrographische Beschaffenheit des Wettersteinkalkes. Sie werden concordant von Mergeln und Sandsteinen über- und unterlagert, die theils die Raiblerfauna, theils jene bekannten Pflanzenreste einschliessen, die bisher stets den Partnachschiechten zugezählt worden sind. Die meisten derselben stammen aus dem Liegenden jener hellfarbigen Raiblerkalke. Es ist jetzt um so weniger mehr ein Grund vorhanden, diese Pflanzen den Partnachschiechten zuzurechnen, als in dem ganzen, von uns untersuchten Gebiete der nördlichen Alpen den Partnachschiechten sandige Zwischenlagen gänzlich fehlen.

Auf diese südfallenden Raiblerschiechten folgt dann Hauptdolomit, der sich im Wettersteinald muldenförmig umbiegt und von den nordfallenden Raiblerschiechten von Neuem unterteuft wird. Auch hier (Wettersteinalp) führen dieselben mehrere Sandsteinlagen mit Pflanzenresten. Im Liegenden stellt sich dann der mächtige Wettersteinkalk der Dreithorspitz u. s. w. ein, ebenfalls mit Nordfallen.

Im Ferchenbach verläuft also eine durch die local nordfallenden Partnachschiechten und die allgemein südfallenden Raiblerschiechten deutlich markirte Längsverwerfung, an welcher die pflanzenführenden Sandsteine in directen Contact mit den Partnachschiechten kommen.

### III.

## Das Gebiet von Mötz südwestlich des Mieminger Gebirges.

Um eine Lokalität kennen zu lernen, in welcher die echten unteren Carditaschiechten vorkommen, d. h. solche, welche Pichler selbst als typische Vertreter anerkennt, wandte ich mich an den genannten Forscher. Herr Professor v. Pichler hatte die Güte, mich auf das Profil bei Mötz aufmerksam zu machen und mir eine Skizze der Gegend zu entwerfen.

Ich habe nun das Profil begangen und zwar genau in der Art und Weise, wie Herr Prof. v. Pichler mir dies zu thun gerathen hat. Dabei habe ich folgende Formationsglieder angetroffen:

- 1) Muschelkalk.
- 2) Wettersteinkalk.
- 3) Raiblerschiechten.
- 4) Hauptdolomit.

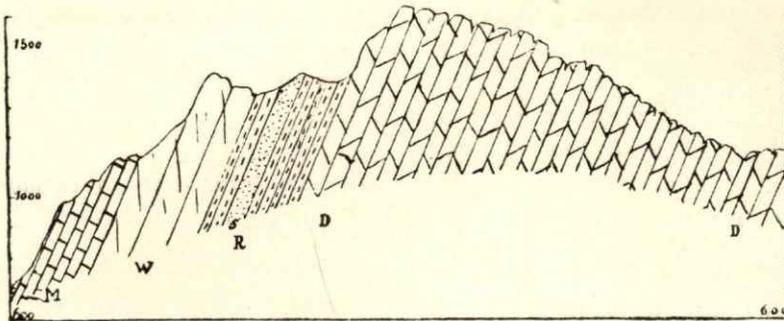
Es liegt hier eine Ueberkippung der Schichten vor.

1) Muschelkalk. In diesem Profil, welches ungefähr die Richtung S-N hat, ist der Muschelkalk sehr wenig mächtig. Er besteht aus dunkelgrauen Kalken mit Einlagerungen von eigenthümlich rothen, zuweilen augenförmigen Kalkknollen, welche wellig concentrisch von rothen Mergeln umschlossen sind, weiter aus dünngeschichteten rothen, grauen, grünen und weissen Kalken, welche

mit einander wechsellagern und schliesslich aus grünen, sandigen Kalken mit zuweilen augenförmig eingeschlossenem weissen Kalke. Die Schichten streichen N58°O und fallen 50° SO ein. Diese Schichten habe ich von Mötz bis Magerbach verfolgen können. Sie liegen in der Fortsetzung des Zuges, welcher im Westen über Arzl und im Osten an den südlichen Abhängen der Martinswand hindurchzieht.

2) Wettersteinkalk. Unter den Muschelkalkbänken, im Sinne des Profiles, folgen weisse dolomitische Kalke, welche sich ganz und gar mit dem Wettersteinkalk von Saalfelden vergleichen lassen. Diese Schichten, welche man am besten am Tschirgant beobachten kann, streichen N65°O und fallen 45° SO ein. Gerade so, wie wir auch bei Saalfelden sehen werden, nimmt der Wettersteinkalk zwar an dolomitischer Beschaffenheit zu, lässt aber immer die weisse feinkörnige Struktur erkennen.

S. Innthal. Hirteneck. Grubig. Grünberg. Wand. N.



Profil am Grünberg bei Mötz.

M Muschelkalk. W Wettersteinkalk. R Raiblerschichten mit S Sandsteineinlagerung.

D. Hauptdolomit.

Maassstab 1:25000.

3) Raiblerschichten. Diese Schichten wollen wir so eingehend wie möglich beschreiben, damit ein Zweifel über das Vorkommen derselben ausgeschlossen ist. Die Grenze zwischen Wettersteinkalk und Raiblerschichten ist scharf ausgesprochen.

Letztere bestehen vom Wettersteinkalk aufwärts aus:

- a) Mergelige Schiefer. Mächtigkeit . . . . . 3 m.
- b) Dunkler schwarzer Kalk mit Sphaerocodien . . . . . 1 m.
- c) Versteinerungsleerer sandiger Mergel . . . . . 0,60 m.
- d) Mergeliger Sandstein, welcher ganz mit Versteinerungen erfüllt ist . . . . . 0,70 m.
- e) Schmutzig grauer Mergel . . . . . , . . . . . 0,35—040 m.
- f) Cementkalk . . . . . 1<sup>1</sup>/<sub>3</sub> m.
- g) Davon scharf getrennt dolomitische Kalke . . . . . 10—15 m.
- h) Mergelige Schiefer . . . . . 2—3 m.
- i) Rauhwakeartiger Kalk ebenfalls, mit Versteinerungen erfüllt . . . . . 2 m.
- j) Dichter schwarzer Kalk mit Brachiopodenschalen. . . . . 0,50 m.
- k) Hauptdolomit.

Letzterer bildet den Simmering- und den Grundberg, das hohe Plateau zwischen Nassereith und Telfs, das zum Theil mit diluvialen Schotter bedeckt ist, und tritt weiterhin an dem südlichen Abhang des Miemingergebirges zu Tage.

Es treten somit in diesem Profil folgende für die Raiblerschichten charakteristische Gesteinarten auf:

1) Dunkler schwarzer Kalk, welcher auf der Verwitterungsfläche die oolithische Struktur (*Sphaerocodium Bornemanni* Roth mit Eisenoxyd im Centrum) zeigt.

2) Dichte schwarze oder ein wenig hellfarbige dolomitische Kalke; dieselben werden in verschiedenen Brüchen ausgebeutet und als Cement benutzt.

3) Grauschwarze dünngeschichtete dolomitische Kalke, welche mit Glimmerschüppchen erfüllt sind und mit dem Cementkalk vorkommen.

4) Grauschwarze rauhwackige Kalke mit *Ostrea montis caprillis*. An anderen Stellen sind sie hellgrau und dann finden sich eigenthümliche, radialstrahlige längliche Hohlräume, die der dazwischenstehenden Gesteinsmasse eine entfernte Aehnlichkeit mit Korallensteinkernen verleihen. Mir ist es indessen wahrscheinlicher, dass die Hohlräume von ausgegangten, sphaerolithisch angeordneten Krystallen herrühren.

5) Grauschwarze, thonige Mergel, welche beim Anschlagen in vieleckige Stücke zerspringen, wie der Hauptdolomit.

6) Graue sehr feinkörnige glimmerige Sandsteine, welche das Aussehen von Grauwacken haben und mit *Myophoriopsis lineata*, *Nucula subaequilatera*, *Avicula* sp., *Gervillia Bouei*, *Ostrea montis caprillis* etc. erfüllt sind.

Diese Schichten streichen mit dem Hauptdolomit zusammen N 60° O und fallen 50° SO ein. Sie bilden ganz normal auch noch weiter in westlicher Richtung eine schmale Zone zwischen dem Wettersteinkalk und Hauptdolomit. Ich habe dieselben bis nach Imst verfolgt.

Versteinerungen habe ich selbst in grosser Menge gefunden und zwar besonders in den Cementbrüchen oberhalb Mötztal:

1) *Pentacrinus tirolensis* Laub.

3) *Terebratula Paronica* Tomm (= *Ter. Bittneri* = *Ter. Wöhrmaniana*).

4) *Ostrea montis caprillis* Klipst.

5) *Myophoriopsis lineata* Müntz.

6) *Nucula subaequilatera* Schafh.

7) *Gervillia Bouei* Hauer.

8) *Placunopsis fissistriata* Winkl.

9) *Anoplophora recta* Gümbel.

10) *Avicula* sp.

4) Hauptdolomit. Wie oben erwähnt, ist der Hauptdolomit sehr mächtig entwickelt als grauschwarzer, zerklüfteter, von Kalkspathadern durchzogener Dolomit. Die Schichten streichen ebenfalls N 60° O und fallen 55° SO ein. Der Hauptdolomit, aus welchem der Grünberg und der Simmering bestehen, ist mit Vegetation bedeckt und nur in wenigen Bachrissen aufgeschlossen. Es ist hier zu bemerken, dass mit Ausnahme des Muschelkalks der ganze Complex von Gesteinen eine dolomitische Beschaffenheit zeigt. Bänke der Raiblerschichten, welche ganz mit Leitfossilien erfüllt sind, lassen diese dolomitische Beschaffenheit sehr deutlich erkennen.

Den von uns oben als Raiblerschichten beschriebenen Complex hat v. Pichler als untere Carditaschichten bezeichnet. Unsere Ansicht wird 1) stratigraphisch durch die normale Aufeinanderfolge von Wettersteinkalk Raiblerschichten und Hauptdolomit, 2) paläontologisch durch die von Pichler selbst betonte Identität der Fossilien, 3) durch die petrographisch gleiche Ausbildung begründet. v. Pichler hat diese Schichten mit unseren Partnachsichten identificirt und die Bank g) als Partnachdolomit bezeichnet. Wir haben aber oben nachgewiesen, dass der von Mojsisovics am Ferchenbach als Partnachdolomit gekennzeichnete Schichtencomplex den Raiblerschichten angehört, und erlangen so von beiden Localitäten dasselbe Resultat. Wie Prof. Pichler

den Begriff der unteren Carditaschichten, der nunmehr nach unserem Profil überflüssig erscheint, des Weiteren begründet, haben wir schon im historischen Theil gesehen, und werden wir im Cap. IV und VI noch näher darauf eingehen.

#### IV.

### Das Karwendelgebiet.

A

### Zug zwischen Ron- und Thor-Thal.

Aus dieser Gegend haben wir wieder ein ungestörtes Profil von den Myophorien-Schichten an bis zum Hauptdolomit herauf zu erwähnen. Die allerdings überkippten Schichten streichen N 82 W und fallen sehr steil nach SW ein. Die Richtung unseres Profiles ist nordsüdlich. Hieran nehmen die folgenden Formationsglieder von unten nach oben Theil:

- 1) Myophorienschichten,
- 2) Muschelkalk,
- 3) Partnachschiechten,
- 4) Wettersteinkalk,
- 5) Raiblerschichten,
- 6) Hauptdolomit.

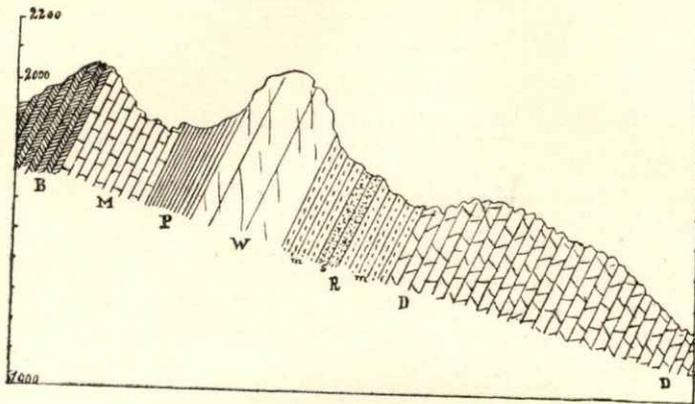
1) Myophorienschichten. Diesen Namen hat Rothpletz im Jahre 1888 in seiner Arbeit über das Karwendelgebirge in die Litteratur eingeführt. Die aus blauen Kalken und Rauhbacken bestehenden Schichten sind in unserem Profil sehr wenig entwickelt, sie lassen sich aber deutlich von dem anliegenden Muschelkalk unterscheiden. An anderen Fundorten des Karwendelgebirges sind in diesen Schichten *Myophoria costata* und *Natica Stanensis* sehr häufig gefunden worden. (Vergl. Myophorien Sch. Karwendelgeb. Rothpletz p. 18—19.) Einlagerungen von hellgrünen Sandsteinbänken mit Gyps zeigen auch petrographisch die Zugehörigkeit der Schichten zur Buntsandsteinformation an.

2) Muschelkalk. Hierher werden von Rothpletz hellgraue Kalke mit Brachiopoden gerechnet. Sie führen *Entrochus gracilis* Buch. und *E. liliiformis* Schloth., *Spirigera trigonella* Schloth., *Terebratula vulgaris* Schloth., *Waldheimia angusta* Schloth. etc.

3) Partnachschiechten. Hier sind diese Schichten hauptsächlich als schwarze oder graue Kalke entwickelt; sie lassen sich von dem Muschelkalk durch die charakteristischen mächtigen Mergel- und Sandsteinlagen (vgl. Cap. I und II) deutlich unterscheiden. Die Kalkbänke sind dünn und zeigen Hornsteinausscheidungen; ihre Oberfläche zeigt auch die oben erwähnten charakteristischen Vertiefungen und die Rauigkeit der versteinерungsführenden Kalke vom Gerenjoch. Hier wurden auch Stielglieder von *Pentacrinus propinquus* Münt., sowie *Halobia rugosa* Gumb. und *Anoplophora* sp. gefunden. Die Verbreitung der Schichten ist beschränkt auf den südlichen Abhang des Thorkopfes bis an die Mündung des Thorthales.

Zwischen dem Thorthal und dem Wettersteingebiete stehen die Partnachschiechten nur noch am Viererjoch und an der Lindlahn bei Mittenwald an, bestehen hier fast nur aus Kalkbänken, welche ebenfalls *Pentacrinus propinquus* Münt., *Terebratula* sp., *Daonella-parthanensis* Schaf. sp., — *Cassiana* Mojs. und *Trachyceras* cfr. *Aon* Münt. führen.

S. Thorscharte. Thorkopf. N. Ronthal.



Profil vom Ronthal zur Thorscharte.

B Myophorienschichten. M Muschelkalk. P. Partnachsichten.

W Wettersteinkalk. R Raiblerschichten. D Hauptdolomit.

Maassstab 1:25000.

4) Wettersteinkalk. Dieses im Karwendelgebirge so mächtig entwickelte Formationsglied ist in unserem Profil wie im nördlichen Zuge überhaupt sehr wenig mächtig; es bildet nur einen Theil des Thorkopfes. (Vergl Geol. Karte d. Karwendelgeb. Rothpletz l. c.)

5) Raiblerschichten. Sie bestehen aus grauen bis hellfarbigen Kalken, welche ab und zu ganz mit Bivalvenresten erfüllt sind; sie wechsellagern auch hier mit sandigen und mergeligen Gesteinen. Auch sie gehören dem Zuge an, welcher vom Ochsenboden aus bis zum Hinter-Rosskopf reicht.

Versteinerungen sind hier folgende gefunden worden:

*Ostrea montis caprilis* Klipst.

*Cardita crenata* var. *Gümbeli* Pichl.

*Corbis Mellingeri* Hauer.

*Placunopsis fissistriata* Winkl.

6) Hauptdolomit. Im Gegensatz zu der geringen Horizontalausdehnung des vorher beschriebenen Schichtencomplexes nimmt der Hauptdolomit einen grossen Raum ein. Er gehört dem grossen Hauptdolomitzuge an, welcher von W nach O durch das ganze Gebiet hindurchstreicht, und besonders im Norden unseres Profils fast senkrecht aufgerichtet ist.

Unser Profil gehört zu dem südlichen Flügel der grossen nördlichen, fast ungestörten Mulde, deren höchste Glieder Neocom- und Juraptychen-Schichten und deren tiefste in normaler Aufeinanderfolge: Myophorienschichten (Buntsandstein), Muschelkalk, Partnachsichten, Wettersteinkalk, Raiblerschichten, Hauptdolomit etc. bilden. Wir haben also auch hier zwischen Raiblerschichten und Muschelkalk, von oben nach unten: 1) Wettersteinkalk, 2) Partnachsichten (vergl. Rothpletz Karwendelgebirge).

Auch hier wollen wir noch zum Ueberfluss hinzufügen, dass in den Partnachsichten Sandsteine vollständig fehlen, während sie in den Raiblerschichten vorhanden sind. An dieser Stelle haben wir auch über und unter dem Wettersteinkalk zwei Mergelhorizonte; diese müssten den oberen resp. unteren *Carditas*-schichten entsprechen. Die oberen sind typische Raiblerschichten, die unteren aber die petrographisch und palaeontologisch von „*Carditas*-schichten“ im Allgemeinen vollständig verschiedenen Partnachsichten.

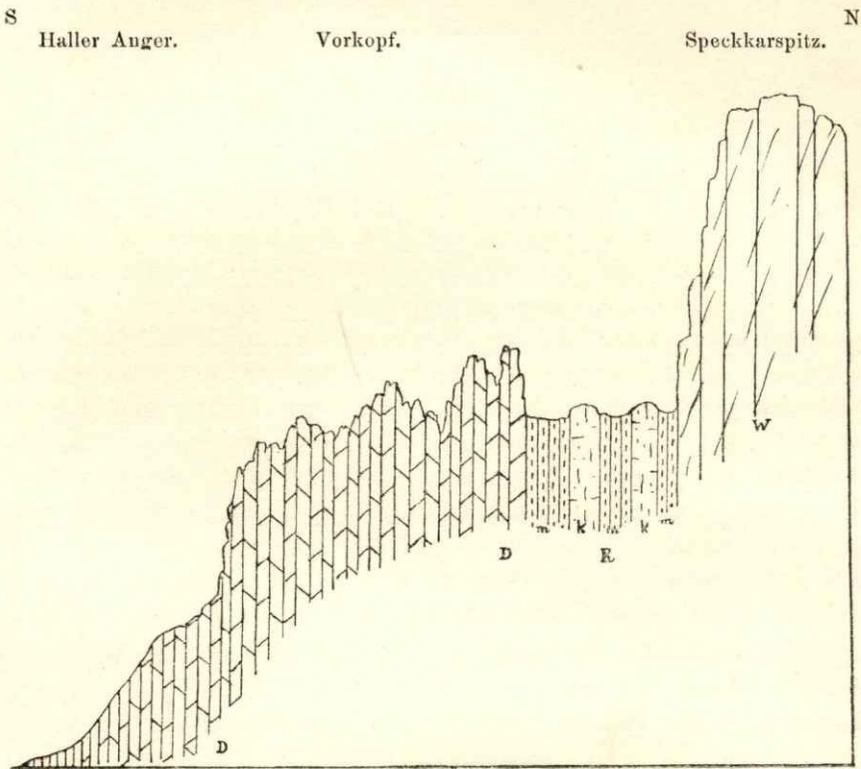
B

## Lafatscherthal.

Ich möchte hier noch ein kleines Profil von der durch die mächtige Entwicklung der Raiblerschichten so berühmten Lokalität vom Haller Anger geben. Die Schichten streichen  $N 90^{\circ} O$  und stehen senkrecht. Wir haben nur die folgenden drei Glieder:

- 1) Wettersteinkalk,
- 2) Raiblerschichten,
- 3) Hauptdolomit,

anzuführen, um zu zeigen, dass die Raiblerschichten stets normal zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit auftreten.



Profil vom Haller Anger zur Speckarspitz.

W Wettersteinkalk. R Raiblerschichten mit M Mergelschiefer und K Kalksteinbänken.  
D. Hauptdolomit.

1) Wettersteinkalk. Wir haben nur seine grosse Verbreitung und Mächtigkeit hervorzuheben.

2) Raiblerschichten. Obwohl kaum 20 Meter mächtig, lassen sie doch vier verschiedene Gesteinsarten in Wechsellagerung unterscheiden: Schmutzig gelbe Sandsteine, thonige und sandige Mergel, oolithische schwarze Kalke (*Sphaerocodium Bornemanni* Roth.) und Kalke, ganz mit den Bivalven der Raiblerschichten erfüllt.

Hier habe ich folgende Versteinerungen gefunden:

*Ceriodora cnemidium* Klipst sp.

*Pentacrinus tirolensis* Laub.

*Spiriferina gregaria* Süss.

*Ostrea montis caprilis* Klipst.

*Pecten subalternans* d'Orb.

*Cardita crenata* var. *Gümbeli* Pichl.

*Lima incurvostrata* Gumb.

3) Hauptdolomit. Wir haben es hier mit einem sehr dünnbankigen Dolomit zu thun, welcher ganz verwittert und zerbröckelt ist.

Dieses schöne Profil kann man am besten begehen, wenn man das Bächlein, welches vom Haller Anger nach W herab fliesst, verfolgt und etwas vor der Koblenalp aufsteigt.

Das Profil ist so gut aufgeschlossen, dass man Schicht für Schicht verfolgen kann und sich durch den Augenschein überzeugt, dass die Aufeinanderfolge der drei Schichten völlig normal ist.

## V.

### Das Wendelsteingebiet.

Durch die vortreffliche Arbeit von Dr. E. Fraas über dieses Gebiet sind wir in den Stand gesetzt, unsere Schichten ausgezeichnet kennen zu lernen. Die Partnachsichten haben trotz ihrer geringen Mächtigkeit für unsere Arbeit grosse Wichtigkeit. Ihre Verbreitung fällt, wie E. Fraas in seiner Arbeit hervorgehoben hat, mit der des Muschelkalkes zusammen; es lassen sich drei Züge unterscheiden: ein nördlicher, welcher mit den NW Abhängen des Breitensteines beginnt und durch die nördlichen Abhänge der Haid- und Hochsalwand zieht, um am Mutterköpfl zu enden. Einen zweiten Zug sehen wir von dem westlichen Abhang des Wendelsteins, über das Soinkar und Wetterloch zu dem westlichen Abhang des Schortenkopfs sich erstrecken. Ein dritter und kleinerer erscheint am Jackelberg.

Wir werden nur das kleine Profil, von der Zellerscharte über den Gipfel des Wendelsteins, d. h. von SO nach NW, anführen, um zu zeigen, dass auch in diesem Gebiet die Partnachsichten stets über dem Muschelkalk und unter dem Wettersteinkalk gefunden werden.

An diesem Profil nehmen Theil von unten nach oben:

- 1) Muschelkalk,
- 2) Partnachsichten,
- 3) Wettersteinkalk.

1) Muschelkalk. Es sind schwarzgraue oder hellfarbige dünnbankige Kalke mit Hornstein-Ausscheidungen. Sie gehören zu dem von Rothpletz sogenannten Brachiopoden-Horizont. Sie streichen N50° O und fallen 30° NW ein. Bei der Verwitterung kommen die Versteinerungen zu Tage. Aus diesen Schichten sind folgende Versteinerungen gefunden worden:

*Terebratula vulgaris* Schloth.

*Retzia trigonella* "

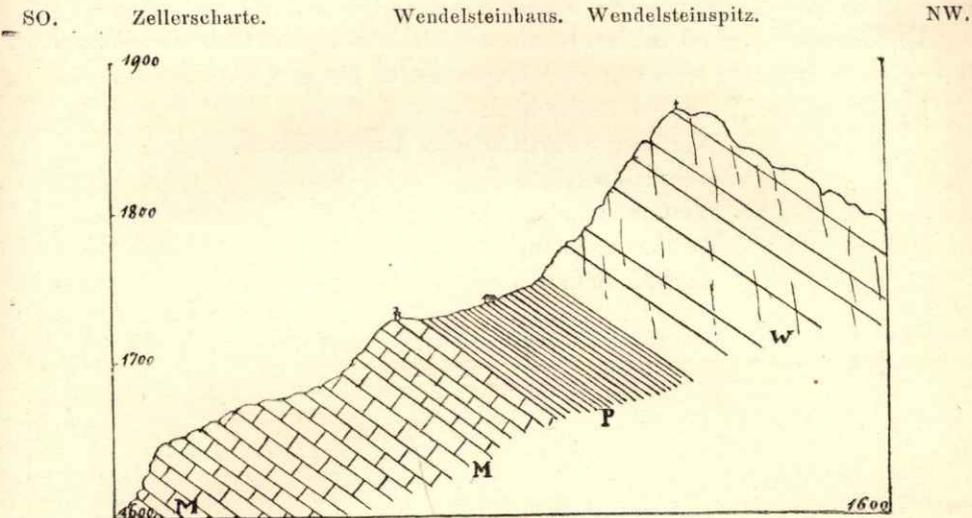
2) Partnachsichten. Auf den Schichten dieser Stufe ist das Wendelsteinhaus gebaut. Es sind hier thonige Mergel, thonige feste Kalke und jene

vom Gerenjoch bekannten, an der Oberberfläche rauhen, im Inneren schwarzen oder hellen Kalke mit narbigen Vertiefungen. Ihr Streichen ist  $N65^{\circ}O$ , sie fallen nach N mit  $50^{\circ}$  ein. Aus den Kalkbänken am Wendelsteinhaus haben wir *Koninckina Leonhardi* Wism. sp., *Spiriferina Mitzopuli* nov. sp. und am Soim — Kar *Spiriferina ampla* Bittn. *Spiriferina Fraasi* Bittn. und *Rhynchonella bajuvatica* Bittn. gefunden. E. Fraas erwähnt noch:

*Spiriferina Fraasi* Bittn.

*Retzia Schwageri* var. *media* Bittn.

*Terebratula* sp.



Profil von der Zellerscharte bis zur Wendelsteinspitz.

M Muschelkalk. P Partnachsichten. W Wettersteinkalk.

Maassstab 1:5000.

Die Partnachsichten sind, wie auch E. Fraas hervorgehoben hat, am besten an der Haidwand und am Soim aufgeschlossen. Ich habe nur noch zu bemerken, dass in den Partnachsichten weder hier noch an anderen Lokalitäten eine bestimmte Aufeinanderfolge der verschiedenartigen Gesteine festzuhalten ist, daher innerhalb derselben eine weitere Gliederung nicht durchgeführt werden kann.

3) Wettersteinkalk. In unserem Profil ist der Wettersteinkalk ein weisser, feinkörniger Kalk mit *Gyroporella annulata* Schafh, der den Gipfel des Wendelsteins bildet. Man kann beobachten, dass der Wettersteinkalk  $N70^{\circ}O$  streicht und ungefähr mit  $55^{\circ}N$  einfällt.

Trotz der bedeutenden Längs- und Querverwerfungen, welche dieses Gebiet zerstückeln, ist der Bau doch so deutlich, dass die Zugehörigkeit unserer Schichten zu dem südlichen Flügel einer Mulde, dessen höchster Punkt der Wendelstein ist, klar zu erkennen ist; der nördliche Flügel dessen höchsten Punkt der Breitenstein bildet, zeigt die gleiche Folge der Schichten in umgekehrter Reihe von N nach S.

Es gelten also für diese Schichten und ihre Reihenfolge alle die Erwägungen und Schlussfolgerungen, die wir bei der Besprechung des Vilser Gebiets, des Wettersteiu-Karwendelgebirges und der übrigen Profile ausgesprochen haben.

## VI.

## Das Kaiser-Gebirge.

Der Umstand, dass das Profil des Kaisergebirges den verschiedenen Autoren zu verschiedenen, sehr abweichenden Auffassungen Anlass gegeben hat, hat mich veranlasst, gleichfalls der Frage näher zu treten, ob die zwischen dem Vorder-(Nieder-)Kaiser und Hohen-Kaiser liegenden Schichten zu den Partnach- oder Raiblerschichten gehören, und in welchen Beziehungen die sog. „unteren Carditaschichten“ hierzu stehen.

Unser Profil beginnt bei St.-Johann in Tirol und geht über den Windhang, Nieder-Kaiser, zwischen Grander und Kaiser-Hütte bis zur Maukspitze.

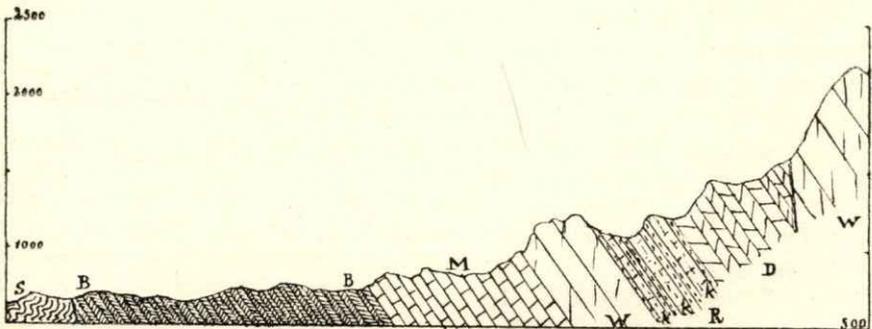
In diesem Profil wurden beobachtet:

- 1) Werfener Schichten oder Buntsandstein,
- 2) Muschelkalk,
- 3) Wettersteinkalk,
- 4) Raiblerschichten,
- 5) Hauptdolomit.

SO.

St. Johann Schwendling. Windhang. Nieder Kaiseralpe. Maukspitze.  
Tirol Kaiser.

NW.



Profil vom St. Johann in Tirol bis zum Kaiser-Gebirge.

B Werfener Schichten. M Muschelkalk. W Wetterstein Kalk. R Raibler Schichten mit K Kalkbänken. D Hauptdolomit.

Maassstab 1:50 000.

1) Werfener Schichten oder Buntsandstein. Dieselben erscheinen als ausgezeichnete rothe, thonige Sandsteine und thonige schiefrige Mergel, welche die Vorhügel des Nieder-Kaisers bilden; sie gehören dem grossen Zug an, welcher durch Nordtirol, Salzburg u. s. w. zieht, und N85°O unter ziemlich steilem N Einfallen streicht; hier allerdings waren wir nicht im Stande, das N Einfallen zu beobachten. Versteinerungen fehlen ganz.

2) Muschelkalk. Ueber den Werfener Schichten folgt ein kleines Plateau, welches mit grossen Rollblöcken, von Muschelkalk, Wettersteinkalk, Hauptdolomit etc. bedeckt ist. In grösserer Höhe treten dann die echten Muschelkalkbänke zu Tage (Streichen N 90° W, Einfallen 50° N).

Die Mächtigkeit der Schichten innerhalb des Kaisergebirges ist an verschiedenen Stellen verschieden; sie schliessen sich dem oben erwähnten Zuge der Werfener Schichten eng an und bilden die südlichen Abhänge des Nieder-Kaisers.

Es sind ziemlich schwarze, dünnbankige, sehr bituminöse Kalke, welche Hornsteinausscheidungen führen.

Versteinerungen kommen in diesen Schichten sehr selten vor, ausgenommen *Encrinuren*-Stielglieder und *Terebratula*-Gehäuse. Letztere sind wegen der Härte des Gesteines nur in zertrümmerten Stücken zu gewinnen, daher eine genauere Bestimmung unmöglich ist.

3) Wettersteinkalk. Derselbe tritt zweimal im Profil auf und zwar einmal am Nieder-Kaiser als Hangendes des Muschelkalks und dann als Hauptbestandtheil des Hohen-Kaisers. Der Wettersteinkalk des Nieder-Kaisers ist am besten aufgeschlossen an dem Weg, der von der Brücke an der Landstrasse von Ellmau nach Windhang hinaufführt, von wo man leicht den kleinen Wasserfall des Nieder-Kaisers erreichen kann, wo selbst die untere Grenze des Wettersteinkalks deutlich sichtbar ist. Die obere Grenze erreicht man etwas östlicher, wenn man von der Kaiserhütte nach der Nordwand des Nieder-Kaisers aufsteigt. Das sehr charakteristische gelbweisse, körnige Gestein dieses Wettersteinkalkes streicht von O nach W und fällt N55° ein. Dieser Zug ist in seiner Verbreitung fast auf den Nieder-Kaiser beschränkt.

Der zweite Zug von Wettersteinkalk bildet die verschiedenen Gipfel des Hohen-Kaisers, die Ackerl-, Mauck-Spitz, den Treffauer-Kaiser etc. Es ist hervorzuheben, dass der Wettersteinkalk dieses Zuges petrographisch mit dem des Nieder-Kaiser ganz übereinstimmt.

Hier muss ich erwähnen, dass ich keine Spur von Partnachsichten zwischen dem Muschelkalk und Wettersteinkalk beobachten konnte.

4) Raiblerschichten. Diese ruhen ganz regelmässig dem Wettersteinkalk (Nieder-Kaiser) auf und bilden die Einsenkung zwischen dem Hohen- und Nieder-Kaiser, in der auch die verschiedenen Alpküten liegen. Sie streichen und fallen ungefähr wie der Wetterstein- und Muschelkalk.

In petrographischer Hinsicht sind die Raiblerschichten sehr scharf von den liegenden und hangenden Schichten zu unterscheiden, was sich auch orographisch in der Gestaltung der Landschaft deutlich ausspricht. Wir haben hier die wohl bekannten, schon von anderen Localitäten geschilderten Gesteinsarten und zwar: sandige, schmutzige, grauschwarze Mergel, gelbgraue Sandsteine mit Pflanzenresten, thonige Mergel, schwarze dünnbankige Kalke mit Hornsteinknollen etc.

Diese Schichten bergen eine Menge von Versteinerungen:

*Ostrea montis caprilis* Klipst.,  
*Cardita crenata* var. *Gümbeli* Pichl.,  
*Pecten filiosus* Hauer,  
*Leda tirolensis* Wöhrm.,  
*Gervillia Bouëi* Hauer,  
*Corbis Mellingeri* Hauer u. s. w.

Diese Gesteine lassen sich überall an den südlichen Abhänge des Hohen Kaisers verfolgen

- a) nach der petrographischen Beschaffenheit,
- b) dem Vorkommen der oben erwähnten ächten Raibler Leit-Versteinerungen und
- c) der stratigraphischen Stellung der Schichten.

Es ist also ganz unmöglich, in diesen Schichten etwas Anderes als Raiblerschichten zu vermuthen.

5) Hauptdolomit. Auf die dünnbankigen Kalke der Raiblerschichten folgt zuerst ein breccienartiger Dolomit, darüber der eigentliche Hauptdolomit. Ersterer und der Hauptdolomit selbst lassen deutlich das Streichen N85°O und Einfallen 55°N erkennen.

Die Verbreitung desselben ist eine sehr grosse, er gehört demselben Zuge, wie die gesammten übrigen Schichten an. Mit der oberen Grenze des Hauptdolomites sind wir auch an den steilen Abhängen der Gipfel des Hohen Kaisers angelangt, wo wir sehen können, wie die Wettersteinkalk-Wände fast senkrecht über die nach Norden einfallenden Schichten des Hauptdolomites sich erheben. Wir sind hier genöthigt, der Reihenfolge unserer Schichten wegen eine Verwerfung anzunehmen.

Ueber die Berechtigung der Annahme dieser Verwerfung wollen wir noch Einiges bei der nun folgenden näheren Besprechung des Profils nachtragen. Dasselbe ist durch diese Verwerfung in zwei Abschnitte getheilt: einen südlichen mit nach N einfallenden Schichten von Buntsandstein (Wurfener Schichten) bis Hauptdolomit, dessen hervorragendster Punkt, der Nieder-Kaiser, von Wettersteinkalk gebildet ist. Bittner glaubt, dass der nördlich darauffolgende Zug der Mauckspitz etc. nicht von diesem durch eine Verwerfung getrennt ist, und fasst denselben daher als Dachsteinkalk auf. Die Art des Aufsteigens des Gebirges von Süd nach Nord und der in dem Bittner'schen Profil ausgesprochene Aufbau stimmt in der That mit den Profilen St. Leogang-Birnhorn und Saalfelden-Breithorn, auf die wir unten eingehen werden, überein; hierzu tritt noch, dass an der Stelle, wo Bittner sein Profil legte, der Wettersteinkalk im Liegenden der Raibler nicht aufzutreten scheint.

Nordwärts des Mauckspitz finden wir in der Aufeinanderfolge von Raiblerschichten, Hauptdolomit und Raiblerschichten die Andeutungen einer Mulde, die von Norden durch das Kalkmassiv des Hinter Kaisers begrenzt wird. Da nun auf dieses Massiv jenseits nach Niederdorf zu Hauptdolomit folgt, so könnte man auch hierin für die Bittner'sche Ansicht eine Bestätigung sehen wollen. Hiergegen ist aber zu bemerken, dass 1) unter diesem Kalk, südlich vom Walchen-See, Muschelkalk und Werfener Schichten (nach Süden einschliessend) liegen; 2) das Gleiche in der östlichen Fortsetzung desselben Zuges bei Reichenhall und in der westlichen Fortsetzung am östlichen Ende des Karwendelgebirges bei der Pertisau der Fall ist. Wir müssen also diesen grossen Kalkzug als den nördlichen Flügel einer Mulde betrachten mit derselben Schichtenfolge, wie im Südflügel von St. Johann nach dem Nieder-Kaiser, d. h. ihn als Wettersteinkalk auffassen. Zudem ist der nördlich des Hinter-Kaisers liegende Zug jüngerer Schichten durch eine deutliche Verwerfung in der Richtung Kiefernfelden, Kössen, Imzell von diesem Kalkzug besonders an einzelnen Stellen scharf getrennt.

Durch die Auffassung dieses Kalkzuges als Wettersteinkalk wird aber die Ansicht sämmtlicher Forscher bestätigt, dass in der Folge von Raiblerschichten, Hauptdolomit Raiblerschichten im Kaiserthal-Steinberger Alp eine Mulde vorliegt, welche im nördlichen Flügel den Wettersteinkalk zwischen Muschelkalk und Raiblerschichten zeigt. Es ist nun die Frage: Wo liegt der Zug von Wettersteinkalk des südlichen Flügels dieser Mulde? Wir glauben, dass er in den Spitzen des Hohenkaiser-Gebirges aufragt, und dass der südlich sich anschliessende Hauptdolomit bis herab zum Buntsandstein von St. Johann eine abgesunkene Randscholle dieses südlichen Muldenflügels ist.

Wenn nun zwar ein direkter Beweis dieser von uns angenommenen Verwerfung nicht vorliegt, so müssen wir doch auf eine ganz ähnliche Erscheinung weiter östlich aufmerksam machen. Wir haben erwähnt, dass die Aufeinanderfolge der Schichten von St. Johann nach dem Fusse der Mauckspitz dieselbe ist, wie von Saalfelden nach der südlichen Wand des Breithornes; das Plateau dieses Berges ist gebildet von Dachsteinkalk und Juraschichten, die gegen NW einfallen und an der Linie Hirschbach (St-Martin)-Ramsau gegen Buntsandstein, Muschelkalk, Wettersteinkalk etc. an einer Verwerfung absetzen. Die Verwerfung trennt dieses Gebiet von dem nördlichen, als abgesunkene Randscholle von einer Mulde, deren nördlicher Wettersteinkalk-Flügel sich in dem Hinter-Kaiser fortsetzt, deren Axe in dem Hauptdolomit zwischen Hohen- und Hinter-Kaiser fortstreicht. Also haben wir hier ganz gleiche tektonische Erscheinungen aber in einem viel breiter ausgedehnten Gebiete.

In unserer Mulde im Kaisergebirge ist der Hauptdolomit das höchste Glied, weiter nach Osten tritt zuerst am Fellhorn auch Dachsteinkalk auf, und allmählich immer jüngere Schichten; in dem südlichen Abbruchgebiet tritt der Dachsteinkalk erst östlich von dem Fellhorn im Flachshorn auf und noch weiter nach Osten treten ebenso allmählich noch jüngere Schichten hinzu.

Wenn wir uns daher auf Erwägungen nach der „Wahrscheinlichkeit“ einlassen wollen, so dünkt es uns durchaus unwahrscheinlich, dass in der Randscholle des Nieder-Kaisers nach der Mauckspitze zu höhere Schichten vorkommen sollten als in der Mulde selbst, deren höchstes der Hauptdolomit ist.

Die „Wahrscheinlichkeit“ spricht also nicht für Dachsteinkalk, sie spricht vielmehr für die Annahme einer Verwerfung zwischen Hauptdolomit und Wettersteinkalk.

Diese Wahrscheinlichkeit hat übrigens Nichts mit der Frage über den Wettersteinkalk selbst zu thun, und halten wir, wie wir in den vorhergehenden Capiteln gezeigt haben, durchaus an den alten, von Gümbel ausgesprochenen Anschauungen fest.

## VII.

### Das Gebiet der Steinberge bei St. Leogang.

Um mich über das Vorhandensein oder Fehlen der Partnachsichten nach Osten hin zu vergewissern, habe ich noch zwei weitere Profile, St. Leogang-Birnhorn und Saalfelden-Breithorn, begangen.

An unserem Profil St. Leogang-Birnhorn nehmen von S. nach N. folgende Glieder theil:

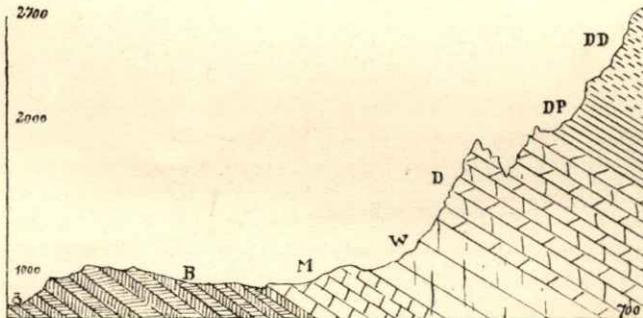
- 1) Werfener Schiefer (Buntsandstein).
- 2) Muschelkalk.
- 3) Wettersteinkalk.
- 4) Hauptdolomit.
- 5) Dachsteinkalk im weiteren Sinn.

Ein paralleles Profil, 3—4 km westlich, zeigt nur:

- 1) Werfener Schiefer.
- 2) Muschelkalk.
- 3) Hauptdolomit.
- 4) Dachsteinkalk.

Diese Verschiedenheit erklärt sich daher, dass auch der Wettersteinkalk und die Raiblerschichten auskeilen; die Letzteren kommen überhaupt am südlichen Abhang der Leoganger Steinberge nicht mehr vor.

S. Birnberg. N.  
 St. Leogang. Eckerbach Birnhorn.  
 (Station) Wald.



Profil von St. Leogang zum Birnhorn.

B Werfener Schichten. M Muschelkalk. W Wettersteinkalk. D Hauptdolomit. PD Plattenkalk. DD Dachsteinkalk.

Maassstab: 1:50 000.

1) Werfener Schiefer oder Buntsandstein. Durch die Eisenbahn sind dieselben sehr schön aufgeschlossen; es bestehen aus ihnen die wilden und dicht bewachsenen Vorhügel der Leoganger Steinberge. Die Schichten haben ein  $N90^{\circ}O$  Streichen und  $38^{\circ}N$  Einfallen. Ausser rothen thonigen Schiefen und Sandsteinen erscheinen auch grauthonige Sandsteine und Thonschiefer. Vergeblich habe ich nach Versteinerungen gesucht. Unsere Schichten gehören zu dem grossen Zuge, welchen wir schon am Kaisergebirge kennen gelernt haben.

2) Muschelkalk. Ueber den Werfener Schichten folgen die Muschelkalkbänke, in welchen sehr wenige Aufschlüsse sich finden. Sie bestehen aus dunklen, mehr oder weniger dünnbankigen Kalken, reich an Hornsteinausscheidungen, und sehr arm an Versteinerungen. Das Streichen und Einfallen ist fast wie das der Werfener Schiefer, da sie zu demselben Zuge gehören. Am besten sind sie oberhalb der Riedlalp und am Branderberg aufgeschlossen.

3) Wettersteinkalk. Ueber dem Muschelkalk, welcher theilweise mit Schotter und Vegetation bedeckt ist, folgen die hervorragenden massigen Schichten des Wettersteinkalkes, welche  $N85^{\circ}O$  streichen und mit  $35^{\circ}$  fast  $NW$  einfallen. Das Gestein ist ein gelbweisser, glänzender, feinkörniger und dolomitischer Kalk, welchem ab und zu rothe mergelige Kalkbänke eingelagert sind. Wie wir vorher hervorgehoben haben, fehlt entweder der Wettersteinkalk in dem westlichen Theil des südlichen Abhanges oder er ist so dolomitisch geworden, dass man ihn nicht mehr von dem Hauptdolomit zu trennen vermag.

Etwaige Aequivalente der Raiblerschichten fehlen, wie es scheint, ganz.

4) Hauptdolomit. Wenn ich die Mächtigkeit des Hauptdolomites als zu gross bezeichnet habe, so kommt dies daher, dass ich die Grenze zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit anzugeben nicht in der Lage bin. Allerdings zeigt der Wettersteinkalk nicht die Zertrümmerungsfähigkeit des Hauptdolomites, aber das geht bis zu einer bestimmten Grenze; allmählig hört dies auf und gelangen wir in eine Mittelzone, in der dies nicht mehr gilt, aber auch kein typischer Wettersteinkalk mehr vorliegt. Ob nicht dieses Niveau den Raiblerschichten entspricht?

Durch die Verwitterung ist der Hauptdolomit in pyramidenartige Spitzen zernagt. Seine Schichten lassen ein nördliches Einfallen mit  $35^{\circ}$  erkennen.

5) Dachsteinkalk. Unter diesem Namen begreifen wir den ganzen Complex, welcher über dem Hauptdolomit liegt: Platten- und Dachsteinkalk zusammen. Er bildet das Plateau der Leoganger Steinberge mit den Gipfeln: Brandlhorn, Saalgang, Mitterhornplatten, Melcherloch, Birnhorn etc. Die Grenze von Platten- und Dachsteinkalk ist nicht scharf. Der Gesteinscomplex ist ausgezeichnet geschichtet, die Bänke dürften 0,5—1,0 m dick sein.

Auf den unter  $31^{\circ}$  geneigten Schichtflächen steigt man zum Gipfel, dabei geben die vorspringenden Durchschnitte der Megalodonten dem Tritt einen sicheren Halt.

Der Dachsteinkalk besteht aus hellgrauen, dichten Kalken, welche sehr selten von kleinen Kalkspathadern durchzogen sind. Die Verwitterung greift nicht tief in das Gestein ein, sondern bleibt ganz oberflächlich; gerade hier kann man beobachten, dass die Gesteine von einer dünnen Kruste überzogen sind, welche dem Gestein das Aussehen von gebranntem Kalk giebt. Auf dieser Fläche treten auch die Versteinerungen heraus. In den tieferen Schichten sind es Durchschnitte von Glossophoren- und Lamellibranchiaten-Gehäusen, in den

oberen die der Megalodonten. Die Korallenbänke liegen über dem die Glossophoren- und Lamellibranchiatenschalen führenden Kalke. An der Basis des Birnhornes etwas westlich der Passauhütte habe ich von letzteren 560 Durchschnitte auf einer zwei Quadratmeter grossen Platte gezählt.

Die Schichten streichen N 60° O und fallen ungefähr nach NW mit 31° ein.

Die Versteinerungen sind zwar zahlreich, jedoch schlecht erhalten. Wir haben hier zu erwähnen:

- Megalodon triqueter* Wulf sp.
- Turritella Zitteli* Schäfer.
- Holopella (Rissoa) alpina* Gumb.
- Lithodendron* sp.

Eine Zusammenfassung schliessen wir an den Schluss des nächsten Capitels an.

## VII.

### Das Gebiet des steinernen Meeres.

An dem von SW nach NO streichenden Profil durch dieses Gebiet nehmen folgende Glieder theil:

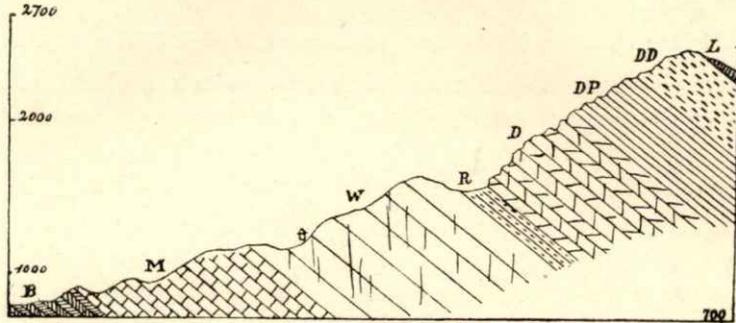
- 1) Werfener Schiefer oder Buntsandstein.
- 2) Muschelkalk.
- 3) Wettersteinkalk.
- 4) Raiblerschichten (?).
- 5) Hauptdolomit.
- 6) Dachsteinkalk (im weiteren Sinn).
- 7) Lias (?).

Wir werden diese Glieder sehr kurz beschreiben und nur einige interessante Punkte eingehender behandeln.

1) Werfener Schichten. Dieses Glied, welches wieder aus rothem, mergeligem Sandstein und thonig-mergeligen Schiefem besteht, bildet die Vorberge des Steinernen Meeres und zwar den Bürgerberg, Grünmaiswald, Dürnberg etc. und gehört zu dem Zuge der Werfener Schiefer, welchen wir auch bei Leogang kennen gelernt haben. Die Schichten streichen N 98° O und fallen fast N 35° ein.

2) Muschelkalk. Ueber den Werfener Schiefem folgen zuerst dünngeschichtete, grauschwarze Kalke, dann etwas dickere Bänke mit Hornsteinknollen und darüber Rauhwaacke, welche mit dünngeschichteten Kalkbänken wechsellagern. Dann folgen Rauhwaacke, breccienartige Gesteine und harte, grauschwarze Kalke. Dieser ganze Complex, der zum Muschelkalk gehört, streicht N 96° O und fällt 45° N ein. Die Schichten sind am besten in den Steinbrüchen bei Schloss Lichtenberg und am Weissbach zu beobachten.

SW. NO.  
 Saalfelder Ebene. Steinalp. Böse Leiter. Breithorn.  
 Schloss Lichtenberg.



Profil von Saalfelden zum Breithorn.

B Werfener Schichten. M Muschelkalk. W Wettersteinkalk. R Raibler Schichten. D Hauptdolomit. DP Plattenkalk. DD Dachsteinkalk. L Liaskalk.

Maassstab 1:50 000.

3) Wettersteinkalk. Wer nur den Wettersteinkalk von Nordtirol und Bayern kennt, wird kaum geneigt sein, dieses Gestein dem Wettersteinkalk zuzurechnen. Hier erscheint derselbe über dem Muschelkalk als gelbweisser, stark dolomitischer Kalk, darüber folgt ein etwas weisser Kalk, welcher zwar wie echter Wettersteinkalk in der Säure braust, aber eine eigenthümliche petrographische Beschaffenheit zeigt. Schliesslich sind zwischen beiden rothe und gelbe Kalke eingelagert.

4) Raiblerschichten? Ich muss hier erwähnen, dass über dem Wettersteinkalk, dunkle Kalkbänke vorkommen, da sie aber keine Spur von Versteinerungen führen, habe ich sie als Raiblerschichten mit einem Fragezeichen angedeutet. Bis Versteinerungen in ihnen gefunden werden, bleibt es eine offene Frage, ob sie zu den Raiblerschichten gehören.

5) Hauptdolomit. Ueber diesen 10—15 m mächtigen Raiblerschichten (?) folgt der Hauptdolomit, welcher, wie die liegenden Schichten, N 85° O streicht und 45° N einfällt. Seine Bänke sind durch röthliche Färbung deutlich gekennzeichnet und lassen sie sehr schön von den hangenden und liegenden Schichten unterscheiden. Die besten Aufschlüsse kann man am Ramseidersteig unter dem Sommerstein beobachten. Die Verbreitung des Hauptdolomites fällt mit der des Wetterstein- und Muschelkalkes zusammen.

6) Dachsteinkalk. Wie wir bei dem Profil von Birnhorn gesehen haben, so kann man auch hier im Dachsteinkalk zwei Stufen unterscheiden und zwar eine liegende, welche Korallen- und Glossophorengehäuse führt, und eine obere mit Megalodondurchschnitten. Letztere sind auch hier in grosser Menge vorhanden, aber nicht so häufig wie am Birnhorn.

In petrographischer Hinsicht sind unsere Schichten sehr charakteristisch. Wir haben es auch hier mit mehr oder weniger dünnbankigen, hellgrauen, dichten Kalken zu thun, deren verwitterte Oberfläche Aehnlichkeit mit gebranntem Kalk hat und eine dünne Kruste auf dem festen Kern bildet. Ab und zu kann man auch durch die Verwitterung eine rauhkörnige Oberfläche beobachten. Diese Gesteine gehören den tieferen Schichten an, welche wir auch als Plattenkalk bezeichnen können. Dagegen lassen die oberen Schichten immer eine feinkörnigere Struktur mit dolomitischer Beschaffenheit, wie bei dem Wettersteinkalk, erkennen. Die Kalke besitzen eine mehr weisse als graue Farbe.

Der Dachsteinkalk bildet das ausgezeichnete Plateau des Steinernen Meeres mit seinen hohen Gipfeln. Die Schichten streichen W—O und fallen N 31° ein.

Versteinerungen kommen häufig vor, aber in so schlechter Erhaltung, dass von einer Bestimmung nicht die Rede sein kann. In den tieferen Schichten haben wir:

*Turritella Zitteli* Schät.

*Holopella* (Rissoa) *alpina* Gümb.

Korallenäste;

in den oberen nur: *Megalodon triquetus* Wulf sp. gefunden.

7) Lias? Ueber dem Dachsteinkalk sind inselartige Partien von rothem und blauem Kalke abgelagert, welche jedenfalls einmal im Zusammenhang standen, der durch den Denudationsprocess aber zerstört wurde. Die Schichten lassen ein sehr schwaches nördliches Einfallen erkennen. In den rothen wie in den blaugrauen Kalken, welche auf dem nördlichen Abhänge des Breithorn Gipfels sich befinden, kommen zwei Versteinerungen vor, jedoch in solcher Menge, dass das Gestein nur aus deren Schalen zu bestehen scheint.

Diese Versteinerungen sind:

*Rhynchonellina juvavica* var. *dichotoma* Bittn.

in dem blauen Kalke und

*Rhynchonellina juvavica* nov. var. *minor*.

in dem rothen thonigen Kalke.

Die in den beiden letzten Capiteln besprochenen Profile, die wir schon bei der Besprechung des Kaisergebirges als Theile der randlichen Abbruchschollen der grossen nördlichen Mulde erwähnt haben, bieten mir zu den folgenden kurzen allgemeinen Bemerkungen Anlass.

1) Es fehlen die Partnachschiechten durchaus; 2) ist der Wettersteinkalk sehr verändert; desgleichen 3) die Raiblerschichten, die in einem Fall sogar ganz zu fehlen scheinen.

Der Dachsteinkalk vertritt hier orographisch den hohen Zug vom Wettersteinkalk des Kaisergebirges; jedoch sind, auch abgesehen von dem massenhaften Vorkommen der Dachsteinbivalven, in dieser Hinsicht wichtige Unterschiede zu betonen. Der Dachsteinkalk ist hier, wie meist, dickplattig geschichtet und zeigt daher im Gegensatz zu den Spitzen und Schroffen des Wettersteinkalkes vorwiegend plateauartige Höhenformen.

---

## C. Palaeontologischer Theil.

In dem folgenden palaeontologischen Theile sind nur solche Fossilien aufgeführt, zu deren Beschreibung etwas Neues hinzuzufügen war, oder deren Vorkommen besonders interessant ist. Die übrigen Versteinerungen der Partnachschiechten sind unberücksichtigt geblieben, weil Alles, was darüber zu sagen war, bereits in den Werken von Rothpletz, Bittner, Fraas etc. ausgeführt ist.

	Namen der Arten.	Vilsener Alpen						Partenkirchen				Karwendelgebirge		Wendelstein-Gebiet				Anderweitige Gebiete									
		Calvarienberg	Gerejoch	Bei der Lende	Allat-See	Ruine Vilseck	Gachspitze	Unt. Reinthal	Rosshälgberg	Graseck	Ferchenbach	Kochelberg	Parmachklamm	Parmaschthal-Enge	Lindlahn	Joch Viererspitze	Stuhlscharte Thorthal	Wendelsteinhaus	Sonn Grat	Breitenstein	Haitwand	Jackelberg	St. Cassian in Südtirol	Muschelkalk	Wetterstein- und Halsrüter Kalk	Raibler Schichten	
1	<i>Encrinus Cassianus</i> Laub.	+																									
2	" <i>granulosus</i> Münst.		+																								
3	" <i>fr. gracilis</i> Buch.			+																							
4	<i>Pentacrinus propinquus</i> Münst.		+	+											+												
5	<i>Cidaris subeoronata</i> Münst.		+	+																							
6	" <i>fr. Klipsteini</i> Desor.																										
7	" <i>dorsata</i> Münst.																										
8	" ? <i>alata</i> Ag.																										
9	" <i>Hausmanni</i> Wissm.																										
10	" <i>Braunii (similis)</i> Desor.																										
11	" <i>flexuosa</i> Münst.																										
12	" <i>biformis</i> Münst.																										
13	<i>Koninckina Leonhardi</i> Wissm.																										
14	<i>Koninckella triadica</i> Bittu.																										
15	<i>Spiriferina Fraasi</i> Bittu.																										
16	" " <i>var. dificiens</i> Bittu.																										
17	" <i>cf. cassiana</i> Laub.																										
18	" <i>ampla</i> Bittu.																										
19	" <i>Mitropuli</i> nov. sp.																										
20	<i>Spirifer (Cyrtia) Maximiliani Leuchtenbergensis</i> Klipst.																										
21	<i>Spirigera Strohmayeri</i> Süss.																										
22	" <i>cf. Wissmanni</i> Münst.																										
23	" <i>Oppeli</i> Laub.																										
24	" <i>indistincta</i> Beyr. spec.																										
25	<i>Retzia Schwageri</i> Bittu.																										
26	" " <i>var. media</i> Bittu.																										
27	<i>Rhynchonella nucleata</i> Rothpl.																										
28	" <i>generosa</i> Bittu.																										
29	" <i>bajuvarica</i> Bittu.																										
30	" <i>subacuta</i> Münst.																										
31	" <i>semiplecta</i> Münst.																										
32	" <i>faveensis</i> Rothpl.																										
33	" <i>trinodosi var. minor</i> Bittu.																										
34	" <i>linguligera</i> Bittu.																										
35	<i>Nucleatula</i> <i>cf. retrocita</i> Süss. sp.																										
36	<i>Waldheimia subangusta</i> Münst.																										
37	" <i>oder Aulacothyris</i> sp.																										
38	" <i>Ramsaueri</i> Süss. sp.																										
39	<i>Daonella Richthofeni</i> Mojs.																										
40	" <i>Lommeli</i> Wissm. sp.																										
41	" <i>deseccata</i> Schafh. sp.																										
42	" <i>Cassiana</i> Mojs.																										
43	" <i>Parthanensis</i> Schafh. sp.																										
44	<i>Halobia rugosa</i> Gümbel.																										
45	<i>Anoptophora</i> sp.																										
46	<i>Dimyodon Argyropuli</i> nov. sp.																										
47	<i>cf. Nucula elliptica</i> Goldf.																										
48	<i>Nucula</i> sp.																										
49	<i>Mytilus Münsteri</i> Klipst.																										
50	<i>Trachyceras dichotomum</i> Münst.																										
51	" <i>Aon</i> Münst.																										
52	<i>Celtites Buchi</i> Klipst.																										
53	<i>Estheria minuta</i> Albert sp.																										
54	<i>Savrichthys</i> Ag. sp.																										
55	<i>Bactrygium Schmidt</i> Heer.																										

Der besseren Uebersicht wegen haben wir sämtliche Fossilien der Partnachsichten in einer Tabelle zusammengestellt, welche uns die Verbreitung einer jeden Species angiebt. Von den aufgeführten 55 Arten kommen, wie die Rubrik „Anderweitige Gebiete“ verdeutlicht, 42 auch in anderen Schichten vor, und zwar in den Cassianer Schichten Südtirols 29, im Muschelkalk 7, im Wettersteinkalk (nebst Hallstätter Kalk) 12 und in den Raiblerschichten 11. Diese Angaben über das Vorkommen sind den einschlägigen Werken entnommen.

Aus dieser Tabelle geht das bedeutende Ueberwiegen der Brachiopoden gegenüber den andern Tiergruppen hervor. Dieselben erscheinen mit 26 Species in 9 Genera gegenüber 6 Lamellibranchiatengattungen mit 11 Species und 1 Echinidengattung mit 8 Arten; die Crinoideen und Ammoniten treten völlig zurück.

## I. Brachiopoden.

### *Koninckina Leonhardi* Wissm. sp.

1865. *Koninckina Leonhardi* Wissm. sp. bei Laube Fauna der Schichten von St. Cassian Pag. 23, Taf. 13, F. 7 cum syn.  
 1886. " " Rothpletz. Vilser Alpen. Pag. 16.  
 1890. " " Bittner. Brach. d. Alp. Trias. Pag. 96. 151, 163, T. XXX, F. 47,  
 1891. " " E. Fraas. Wendelsteingebiet. Pag. 25—28.

Wir haben dieses Leitfossil der ächten St. Cassianer Schichten Südtirols auch in den kalkigen Mergeln von Partenkirchen in zwei Exemplaren, sowie vom Calvarienberg bei Füssen und vom Gerenjoch in den rauhmergeligen Kalken in mehreren Exemplaren gefunden.

### *Spiriferina Fraasi* Bittn.

Tafel, Fig. 7 und 7a.

1890. A. Bittner. Brachiopoden d. Alpinen Trias. P. 165, T. XL, F. 34 und T. XLI F. 15, 16, 17.

Zu der von Bittner beschriebenen *Spiriferina Fraasi* haben wir nur eine Bemerkung zu machen. Ein Exemplar aus der Münchener Staatssammlung (Fundort Calvarienberg bei Füssen), welches als *Spiriferina* sp. bezeichnet war, jedoch offenbar zu der *Spiriferina Fraasi* Bittn. gehört, zeigt ausser sehr schwachen concentrischen Anwachsstreifen deutliche feine Rippen. Diese konnten wir bei genauer Untersuchung, wenn auch in weniger ausgesprochenem Maasse, ebenfalls an den Originalen aus dem Wendelsteingebiet beobachten. Bei den Stücken vom Wendelstein war die Erscheinung nicht so auffällig, was wohl davon herrührt, dass die Schale etwas mangelhaft erhalten ist.

Dimensionen:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Höhe } 12^{2/3} \text{ mm.} \\ \text{Breite } 13 \text{ mm.} \end{array} \right.$

Vorkommen: Partnachsichten vom Calvarienberg bei Füssen, Wendelstein-Haus, Soinkarspitz und Jackelberg am Wendelsteingebiet.

### *Spiriferina Mitzopuli* nov. sp.

Tafel, Fig. 2 und 2a—2e.

In der Münchener Staatssammlung fanden sich drei Exemplare einer *Spiriferina*, welche als *Spiriferina Fraasi* Bittn. bestimmt waren, sich von derselben jedoch erheblich unterscheiden.

Sie zeigen einen rundlichen Umriss und sind fast so breit wie hoch. Die Commissuren liegen beinahe in einer Ebene. Auf der Schale sind Ansätze zu röhrenförmigen Stacheln zu beobachten. Die grosse Klappe ist bedeutend stärker gewölbt als die kleine, welche ziemlich

flach ist. Sinus und Wulst auf den Schalen fehlen gänzlich. Der Schnabel ist mittelmässig stark entwickelt, ziemlich gekrümmt, spitzig und mit deutlichen Kanten versehen, welche eine Area begrenzen. Diese erreicht fast die halbe Breite der kleinen Schale und ist etwa ein Drittel so hoch wie breit.

Höhe 20 mm.  
Dimensionen: } Breite 18 $\frac{1}{2}$  mm.  
                  } Dicke 10 mm.

Die *Spiriferina Fraasi* Bittn. unterscheidet sich von der *Spiriferina Mitzopuli* durch den Wulst auf der kleinen und den Sinus auf der grossen Schale, sowie durch das Vorhandensein von Rippen und das Fehlen der Ansätze zu röhrenförmigen Stacheln.

Vorkommen: Partnachschiehten vom Wendelstein-Haus am Wendelstein-Gebiet.

Ich widme diese neue Art meinem vor kurzer Zeit zu Athen verstorbenen Lehrer Herrn Professor Dr. Herkules Mitzopulos.

#### *Rhynchonella faucensis* Rothpl.

1862. *Terebratula Ramsaueri* Beyrich. Vorkommen St. Cassianer Versteinerungen im Calvarienberg bei Füssen. pag. 35.  
1871. " " " " Quenstedt. Brachiopoden pag. 368.  
1886. *Rhynchonella faucensis* Rothpletz. Vilser Alpen pag. 134, T. XIII, F. 6, 9—11.  
1890. *Waldheimia (Cruratala) faucensis* Bittner l. c. Pag. 204, T. VII, F. 21, 22.

Wir sammelten zwei Exemplare dieser Species, das eine aus den mergeligen Partnachschiehten der Partnachklamm und das andere aus den Kalkbänken der Ruine Vilseck. Sie stimmen mit der von Rothpletz gegebenen Abbildung gut überein. Wir haben unsere Versteinerungen unter das Genus *Rhynchonella* gestellt, weil wir durch mikroskopische Untersuchung die bekannte Faserstruktur der Rhynchonellen beobachtet haben, während von einer Punktirung nichts zu bemerken war.

#### *Rhynchonella trinodosi* Bittn. var. *minor* Bittn.

1890. Bittner, l. c. Taf. XXXII, Fig. 33, pag. 15.

Eine kleine Form, welche mit der von Bittner abgebildeten *Rhynchonella trinodosi* var. *minor* aus Lema, Val Brembana übereinstimmt, kommt in den Kalkbänken mit *Daonella Parthanensis* Schafh. sp. der Partnachklamm in den Uebergangsgesteinen vor.

#### *Rhynchonella linguligera* Bittn.

1890. Bittner, l. c. Pag. 105, Taf. III, Fig. 25—26.

Uns liegt aus den kalkigen Mergeln des Ferchenbaches ein Stück dieser Species vor. Es ist charakterisirt durch die mediane Depression im Wulst der kleinen Schale; auch die übrigen Merkmale stimmen mit der Beschreibung und den Abbildungen, welche Bittner giebt, gut überein.

#### *Rhynchonellina juvavica* Bittn. nov. var. *minor*.

Tafel, Fig. 8 und 8a—8f.

Unsere kleine Form, welche wir immer in Gesellschaft mit gleichgrossen Formen gefunden haben, steht der von Bittner als *Rhynchonellina juvavica* var. *simplicicostata* bestimmten Species und Varietät sehr nahe, doch lässt sie

sich von der letzteren unterscheiden durch ihre bedeutend geringere Grösse, durch den Schnabel, welcher hoch spitz und wenig gekrümmt ist, durch den zungenförmig vorspringenden Wirbel der kleinen Schale. Ferner durch die Stärke der Berippung, welche eine im Zickzack stark auf- und absteigende Stirncommissur hervorruft. Auf dem Sinus befinden sich 1—2 Rippen, auf den Flügeln je 3—4, sodass die gesammte Zahl eine geringere ist, als diejenige, welche von Bittner für seine normale Form angegeben wird.

An keinem Exemplar liess sich ein Wulst auf der grossen Schale beobachten, an einigen Stücken fehlt auch der Sinus der kleinen Klappe, sodass die Stirncommissur nur eine schwache Krümmung aufweist.

Dimensionen:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Höhe } 5\frac{1}{2} \text{ mm } \quad 4\frac{3}{4} \text{ mm.} \\ \text{Breite } 8 \text{ mm } \quad 6 \text{ mm.} \\ \text{Dicke } 3\frac{1}{4} \text{ mm } \quad 2\frac{1}{2} \text{ mm.} \end{array} \right.$

Vorkommen. Lias? von den nördlichen Abhängen des Breithornes am Steinernen Meer, immer in dem hellrothen thonigen Kalke.

*Waldheimia (Aulacothyris) Ramsaueri* Süss sp.

1855. *Terebratula Ramsaueri* Süss, Brach. d. Hallst. Sch. p. 3, T. I, Fig. 2 (non Fig. 1).  
 1880. *Waldheimia* " Zugmayer, Rhät. Brachiop. pag. 15.  
 1890. " " Bittner, l. c. Pag. 197, Taf. V, Fig. 1—7.

Uns liegen 8 Stücke dieser Species vor, welche aus den mergeligen Kalken von Ferchenbach, Partnachklamm und Graseck stammen und sich in den Sammlungen des Staats-Museums und des Oberbergamtes befinden. Sowohl die grossen wie die kleinen Exemplare stimmen mit der *Waldheimia Ramsaueri* Süss überein. Hier muss ich noch erwähnen, dass eine Anzahl von zusammengedrückten Brachiopoden vom Viererjoch (Karwendelgebirge) unter welchen auch ein ziemlich gut erhaltenes Stück vorhanden ist, höchst wahrscheinlich zu *Waldheimia Ramsaueri* Süss gehören.

Vorkommen Partnachsichten.

## II. Lamellibranchiata.

*Daonella Parthanensis* Schafh. sp.

Tafel, Fig. 3, 4, 5.

1853. *Halobia Lommeli* Merian. A. Escher von der Linth Vorarlberg, pag. 27.  
 1859. " " v. Richthofen. Kalkalpen von Nordtirol und Vorarlberg, l. c. pag. 95.  
 1861. " " Gümbel. Geogn. Beschr. l. c. pag. 219.  
 1863. *Posidonomya Parthanensis* Schafh. Leth. geog. l. c. pag. 367, Taf. 6, 7 (auf der Taf. Posidonia Parthanensis bezeichnet).  
 1871. *Halobia Lommeli*: Stur. Part in Geol. d. Steiermark, pag. 238, 239.  
 1873. *Halobia Lommeli*: Gümbel. Geogn. Mittheil. aus d. Alpen. I. Das Mendel- und Schlerengebirge. Sitz.-Bericht Math.-phys. Kl. d. k. B. Akad. d. Wiss. 57.  
 1874. *Daonella Parthanensis*: Mojsisovics. Ueber Daonella und Halobia. Abhandlung d. k. k. Geol. R. A. Bd. VII, Heft II, pag. 13 und 14.

Die *Daonella Parthanensis* zeichnet sich durch ihre Höhe und ungefähr symmetrische Form mit hervorragendem, spitzigem, medianem Wirbel und cyclischem Umriss aus. Die gewölbten Rippen entstehen durch Dichotomie. Sie spalten sich gewöhnlich am Ende des ersten Drittels der Höhe von dem Wirbel aus gerechnet; einige dagegen bereits am Wirbel und hie und da in der Fortsetzung noch einmal. Ferner ist zu bemerken, dass die Rippen,

wie auch Mojsisovics erwähnt, am vorderen Theil der Schale breiter, weniger gewölbt und leicht von denjenigen des hinteren Theils zu unterscheiden sind; allerdings tritt diese Erscheinung nicht bei allen Stücken in gleich auffälliger Weise auf. Diese Erscheinung rührt zum Theil davon her, dass die breiten Rippen sich noch nicht getheilt haben, zum Theil aber davon, dass die primären und sekundären Furchen am vorderen Theil der Schale ungleich tief sind, am hinteren jedoch fast gleich tief.

Ausserdem zeigen sich auf der ganzen Schale concentrische Falten und Anwachsstreifen. Die Schlosslinie ist fast ganz gerade, und nur in sehr stumpfem Winkel geknickt.

Dimensionen: Das grösste von unseren Exemplaren hat eine Höhe von 43 mm und eine Länge von 47 mm, bei anderen dagegen ist die Höhe 31 mm und die Länge 31 $\frac{1}{2}$  mm.

Vorkommen: In den Uebergangsgesteinen zwischen Muschelkalk und Partnachsichten. In knolligen, harten, schwarzen Kalken, welche mit kalkigen Mergeln überzogen sind. Fundort ist die Gegend von Partenkirchen, woher auch der Name.

---

*Daonella desecata* Schafh. sp.

Tafel, Fig. 1.

1863. *Posidonomya desecata*: Schafh. u. l. Letth. geog. l. c. pag. 368, Tafel 69 a, Fig. 8 als *Posidonia desecata* abgebildet.

*Daonella Parthanensis*: (eparte) Mojsisovics l. c. Pag. 13 und 14.

Wir haben die Originale Schafh. u. l.'s genau untersucht und sind zu der Ansicht gelangt, dass *Daonella desecata* eine gute Art sei, welche sich von der *Daonella Parthanensis* durchaus unterscheidet. Bei der *Daonella desecata* liegt der Wirbel sehr stark excentrisch, der Schlossrand verläuft in gerader Linie, die Wirbelgegend ist stark gewölbt; die concentrischen Anwachsstreifen und Falten sind bedeutend kräftiger und die Rippen viel feiner als bei *Daon. Parthanensis*. Ausserdem ist die *Daonella desecata* kleiner und besitzt eine lange ungleichseitige Form.

Alle diese Merkmale lassen sich auch bei der *Daonella obliqua* Mojs. beobachten, wie sowohl aus der Beschreibung, als auch aus der Abbildung, welche Mojsisovics giebt, deutlich hervorgeht. Wir betrachten deshalb die *Daonella Parthanensis* als eine von der *Daonella desecata* gut unterschiedene Art, vermuthen jedoch, dass die *Daonella obliqua* mit der *Daonella desecata* zu vereinigen ist.

Dimension: { Höhe 12 mm.  
Länge 18 mm.

Vorkommen: Partnachsichten; aus den knolligen Kalken der Partnachklamm.

---

*Dimyodon Argyropuli* nov. sp.

Tafel, Fig. 6.

Schale mit unregelmässig ovalem Umriss, ungleich klappig, linke Klappe aufgewachsen schwächer gewölbt als die rechte. Die linke Klappe besitzt auf der Innenseite bis zum Rand in gerader Linie verlaufende Radialfalten, welche sich am Rande über der glatten Zone zu kleinen Knötchen verdicken und hier endigen; sie sind bedeutend breiter als die zwischen ihnen liegenden Furchen, die Falten entstehen durch Dichotomie, so dass immer eine schwächere Furche zwischen zwei stärkeren liegt. Concentrische Anwachsstreifen bringen im Verein mit den Furchen eine gitterartige Ornamentirung hervor. Das Schloss unseres Exemplares ist nicht deutlich zu sehen.

Dimensionen der linken Klappe: { Höhe 4, 5 und 7 mm.  
Länge 3 $\frac{1}{2}$ , 4 $\frac{1}{2}$  und 4 $\frac{1}{4}$  mm.

Rechte Klappe gewölbt, dünnschalig, rundlich bis oval, innerlich glatt mit undeutlichen Anwachsstreifen.

Dimensionen: { Höhe 5 und 7 mm.  
Länge 4 $\frac{1}{4}$  und 4 mm.

*Dimyodon Argyropuli* unterscheidet sich von *Dimyodon intustriatum* im Rhät und in den Raiblerschiechten durch seine starke und schöne gitterartige Ornamentirung der linken Klappe.

Vorkommen: Partnachschiechten aus den rauhmergeligen Kalken vom Gerenjoch bei Reutte.

Ich widme diese neue Art meinem Lehrer Herrn Professor Dr. Timoleon Argyropoulos in Athen.

---

### III. Pisces.

*Saurichtys* Ag.

Uns liegt aus den rauhmergeligen Partnachkalken des Gerenjochs die obere Schmelzkrone eines Zahnes vor, welcher mit dem von Agassiz aufgestellten Genus *Saurichtys* übereinstimmt. Eine Speciesbestimmung lässt sich nicht vornehmen.

---

### Schluss-Bemerkungen.

Aus den vorhergehenden Untersuchungen ergeben sich für die Bayrischen Alpen und Nordtirol, oder besser gesagt, für die östlichen Nordalpen die folgenden Resultate:

1. Die Partnachschiechten liegen stets zwischen dem Muschelkalk und dem Wettersteinkalk und zwar der Art, dass der Muschelkalk das Liegende und der Wettersteinkalk das Hangende bildet.

2. Die Partnachschiechten sind entweder als Kalke oder als Mergel oder als Kalke und Mergel gleichzeitig entwickelt. Demgemäss lassen sich Faciesunterschiede wie Cassianerfacies oder Partnachklammfacies, begründet auf das Auftreten der Kalk- oder Mergelschichten resp. das Vorwiegen der Daonellen oder Brachiopoden, ferner nicht aufrecht erhalten. Sandsteine wurden bis jetzt überhaupt darin nicht beobachtet.

3. In der Erwägung, dass sich zwischen Muschelkalk und Partnachschiechten nirgendswo eine scharfe Grenze ziehen lässt, vielmehr dieselben petrographisch nicht wesentlich von einander abweichen und Mergelschichten in beiden vorkommen und nur stellenweise in den Partnachschiechten zunehmen, und dass ferner *Daonella Parthanensis* Schafh. sp. immer in den Uebergangsschichten sich findet, fasse ich die Partnachschiechten als obersten Theil des alpinen Muschelkalkes auf. Dort, wo die Partnachschiechten nicht entwickelt sind, scheinen die Bedingungen nicht dazu geeignet gewesen zu sein, um dieselben zur Ablagerung kommen zu lassen.

4. Die Mächtigkeit der Partnachschiechten wechselt in den verschiedenen Gegenden; sie sinkt in einigen bis zu 10 m herab und schwillt in anderen bis zu 200 m an; gewöhnlich schwankt sie um 100 m.

5. Die bisher zu den Partnachschiechten gerechneten Pflanzen führenden Sandsteine gehören sammt und sonders zu den Raiblerschiechten.

6. Nach G ü m b e l's mehrfachen Angaben sind die in dem Sandsteine von Klais, Ferchenbach, Weissenbach etc. eingeschlossenen Pflanzenreste (*Pterophyllum longifolium*, *Equisetum columnare*, *Chiropteris digitata*, *Pecopteris Steinmülleri* u. A.)

Leitfossilien des untersten Keupers.<sup>1)</sup> In dem Falle, dass denselben diese Bedeutung beizulegen ist, und in Anbetracht dass der Wettersteinkalk keiner anderwärts bekannten Entwicklung des untersten Keupers entsprechen dürfte, dagegen im ausseralpinen Muschelkalk gewisse Schichten (Gyroporellenkalk in Ober-Schlesien) mit demselben parallelisirt werden können, müssten die Raiblerschichten als unterster Keuper angesprochen werden und demnach die Grenze zwischen Muschelkalk und Keuper unter den Raiblerschichten gezogen werden.

7. Die Schichten, welche unter der Bezeichnung „Untere Carditaschichten“ von Pichler eingeführt sind, stehen in keiner Beziehung zu den Partnachschichten, sondern sind petrographisch, faunistisch und stratigraphisch Raiblerschichten.

8. Die Raiblerschichten liegen stets zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit und es sind dieselben also jünger als der Wettersteinkalk und älter als der Hauptdolomit.

9. Die mir nur aus der Litteratur bekannt gewordenen Partnachschichten in Vorarlberg sind nach den Lagerungsverhältnissen mit unseren Partnachschichten höchst wahrscheinlich ident. Die ersteren liegen über dem Muschelkalk und unter dem Arlbergkalk, der mir nach den Beschreibungen der Autoren nur ein Theil der Raiblerschichten zu sein scheint. Also fehlt der Wettersteinkalk oder irgend ein Aequivalent desselben in den westlichen Nordalpen, wie dies auch im Osten derselben der Fall ist.<sup>2)</sup> Es ist noch hervorzuheben, dass der Wettersteinkalk an seinem östlichen und westlichen Ende dolomitisch wird, was ich schon in den entsprechenden Profilen bei Saalfelden einerseits und bei Mötz andererseits erwähnt habe.

10. Nach dem Stande unserer Kenntnisse lässt sich die Parallelisirung der Partnachschichten mit den Zlambachschichten im Salzkammergut nicht durchführen, denn 1. sind die Zlambachkorallen von Frech als rhätische bestimmt worden, 2. kommt neben diesen Schichten zweifellos Lias vor; das Gebiet ist also sehr gestört. 3. Den Pötschenkalk, der als Aequivalent des Hallstätter Kalks über den Zlambachschichten liegen soll, bin ich geneigt, nach seiner Gesteinbeschaffenheit eher für ein Aequivalent des Partnachkalkes vom Kien- und Calvarienberg bei Füssen anzusprechen.

11. Die Partnachschichten lassen sich nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse, d. h. sowohl nach ihrer stratigraphischen Stellung als auch nach dem Vorkommen von *Trachyceras Aon*, *Koninckina Leonhardi*, *Daonella Lommeli*, *Waldheimia (Cruratula) sp.* etc. mit den Aonschichten und den oberen Reifflinger Schichten in Nieder-Oesterreich parallelisiren.

12. In der nachfolgenden Tabelle habe ich meine Auffassung der Parallelen der Schichten zwischen Hauptdolomit und Werfener Schichten in den beiden Verbreitungsgebieten der Bayerischen und Nordtiroler Alpen einerseits und der Nieder-Oesterreichischen Alpen andererseits dargelegt.

<sup>1)</sup> Gumbel. Geologie von Bayern. 1892. Pag. 142.

<sup>2)</sup> Ich werde die Untersuchungen dieser Verhältnisse in Vorarlberg in Fortsetzung dieser Arbeit demnächst in Angriff nehmen.

Nordtiroler und Bayerische Alpen.		Nieder-Oesterreich.
Hauptdolomit.		Hauptdolomit.
Raibler Schichten.		Opponitzer Kalk. Lunzerschichten oder Sandstein. Raigrabener- oder Halobien Schichten.
Wetterstein-Kalk.		
Alpiner Muschelkalk.	Partnach-Schichten.	Aon-Schichten. Ober-Reiflinger Schichten.
	Muschelkalk.	Unter-Reiflinger Schichten. Guttensteiner Kalk.
Werfener Schichten.		Werfener Schichten.

Für die Begründung der Parallelisirung der Raiblerschichten mit dem entsprechenden Complex in Nieder-Oesterreich verweise ich den Leser auf die im historischen Theil dargestellten Auseinandersetzungen Bittner's.

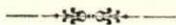
13. Da die stratigraphische Stellung der südtiroler Cassianer Schichten bis jetzt noch nicht mit genügender Sicherheit festgestellt ist, so kann, obwohl mehrere Petrefakten auf die Gleichheit ihrer Alterstellung mit den Partnachschiechten hindeuten, dies doch noch nicht mit Bestimmtheit im Ganzen ausgesprochen werden.

Herrn Professor Dr. von Zittel, der mich zu dieser Arbeit angeregt hat, spreche ich auch an dieser Stelle meinen innigsten Dank aus für die stete Liebenswürdigkeit, mit der er mich mit seinem Rath unterstützt hat, und für die Bereitwilligkeit, mit der er mir seine reiche Bibliothek und die Staatssammlung zur Verfügung gestellt hat. Sowie auch Herrn Oberbergdirektor Professor Dr. von Gümbel, der mir die Versteinerungen der Partnachschiechten aus der Sammlung des Oberbergamts zur Bearbeitung übergeben hat, spreche ich meinen besten Dank aus.

Ebenfalls sage ich Dr. A. Rothpletz, der mir vielfach durch eigenes Material, Bücher, Karten und unermüdlische Hilfsbereitschaft entgegengekommen ist, hier meinen herzlichen Dank.

Herrn Professor Dr. von Pichler in Friendsheim, Dr. A. Bittner in Wien, Dr. Johann Böhm, Dr. Otto Reis und Dr. W. Salomon in München und Postmeister J. Habermelner in Lunz bin ich für ihr vielfaches Entgegenkommen gelegentlich meiner Untersuchungen ebenso zu grossem Dank verpflichtet.

## Litteratur-Verzeichniss.



Zu dem Litteratur-Verzeichniss, das Herr Baron v. Wöhrmann in seiner Arbeit „Die Fauna der sogenannten Cardita- und Raiblerschichten in den Nordtiroler und Bayerischen Alpen (Jahrb. d. K. K. Geol. Reichsanstalt 1889. Pag. 182)“ für die Jahre 1830—1888 zusammengestellt hat, habe ich für diese Arbeit noch folgende Werke hinzuzufügen:

1853. Studer. Geologie der Schweiz. Bd. II.  
 1854. Merian Ueber die St. Cassianformation in Vorarlberg und in Nord-Tirol. (Zeitschrift d. deutsch. Geol. Gesellschaft. Bd. VI. Pag. 642.)  
 1855. Merian. Ueber die St. Cassianformation in Vorarlberg u. d. Nord-Tirol. (Verhandl. d. Naturforschenden Gesellschaft in Basel. Bd. I. Heft II. Pag. 304.)  
 1862. Beyrich. Das Vorkommen St. Cassianer Versteinerungen bei Füssen. (Monatsbericht d. K. Akad. d. Wissenschaft zu Berlin. Pag. 27.)  
 1863. Theobald. Geologische Beschreib. d. Nordöstl. Gebirge v. Graubünden.  
 1864. Pichler. Zur Geologie der Nordtirolischen Kalkalpen.  
 1866. Suess. Gliederung d. Gebirges in der Gruppe des Osterhorns. (Verhandl. d. K. K. Geol. Reichsanstalt. Pag. 168).  
 1872. M. Neumayr. Die Umgebung von Reutte in Tirol (Lechthal). (Verhandl. d. K. K. Geol. Reichsanst. Pag. 270).  
 1878. Lepsius. Das Westliche Südtirol. Pag. 88.  
 1886. Bittner. Aus dem Ennsthaler Kalkhochgebirge. (Verhandl. d. K. K. Geol. Reichsanst. Pag. 92—102).  
 1886. v. Hann, Hochstetter und Pokorny. Allgemeine Erdkunde. (Die Alpine Trias, Pag. 425. IV. Auflage).  
 1887. Bittner. Ueber die Halobien-führenden Schichten der Stadtfeldmauer bei Johnsbach. (Das. Pag. 93).  
 1888. v. Gümbel. Geologie von Bayern. Bd. I. Grundzüge Pag. 671—714.  
 1889. v. Wöhrmann. Die Fauna d. sog. Cardita- und Raibler-Schichten in Bayern und N.-Tirol. (Jahrb. d. K. K. Geol. Reichsanst. Pag. 181.)  
 1890. Bittner. Zur Geologie d. Kaisergebirges. (Das. Pag. 437.)  
 1890. Bittner. Die Brachiopoden der Alpenen Trias.  
 1890. v. Gümbel. Geol. Bemerkungen über die Quellen v. Gastein und ihre Umgebung. (Sitzungsberichte der Math.-Phys. Classe d. K. Bayer. Akad. d. Wissenschaft zu München. Pag. 380.)  
 1891. Bittner. Der Wettersteinkalk v. Nordtirol. (Verhandl. d. K. K. Geol. Reichsanst. Pag. 60.)  
 1891. v. Pichler. Ueber d. Wildangergebirge. (Das. Pag. 195).  
 1891. E. Fraas. Das Wendelsteingebiet. (Geogn. Jahreshefte. Jahrgang 1890. Pag. 65.)  
 1891. Bittner. Referat zu E. Fraas: Das Wendelsteingebiet. (Verhandl. d. Geol. Reichsanst. Pag. 272.)  
 1892. v. Gümbel. Geologie von Bayern. Bd. II. Heft I.  
 1892. Bittner. Zur Geologie des Erlafgebietes. (Verhandl. d. Geol. Reichsanst. 1891. Pag. 321.)  
 1892. Miss Maria Ogilvie. Preliminary note on the Sequence of the Upper Triassic-Strata of the Neighbourhood of St. Cassian, Tyrol. (Geol. Mag. Decad. III, Vol. IX 1892. Pag. 145—147.)



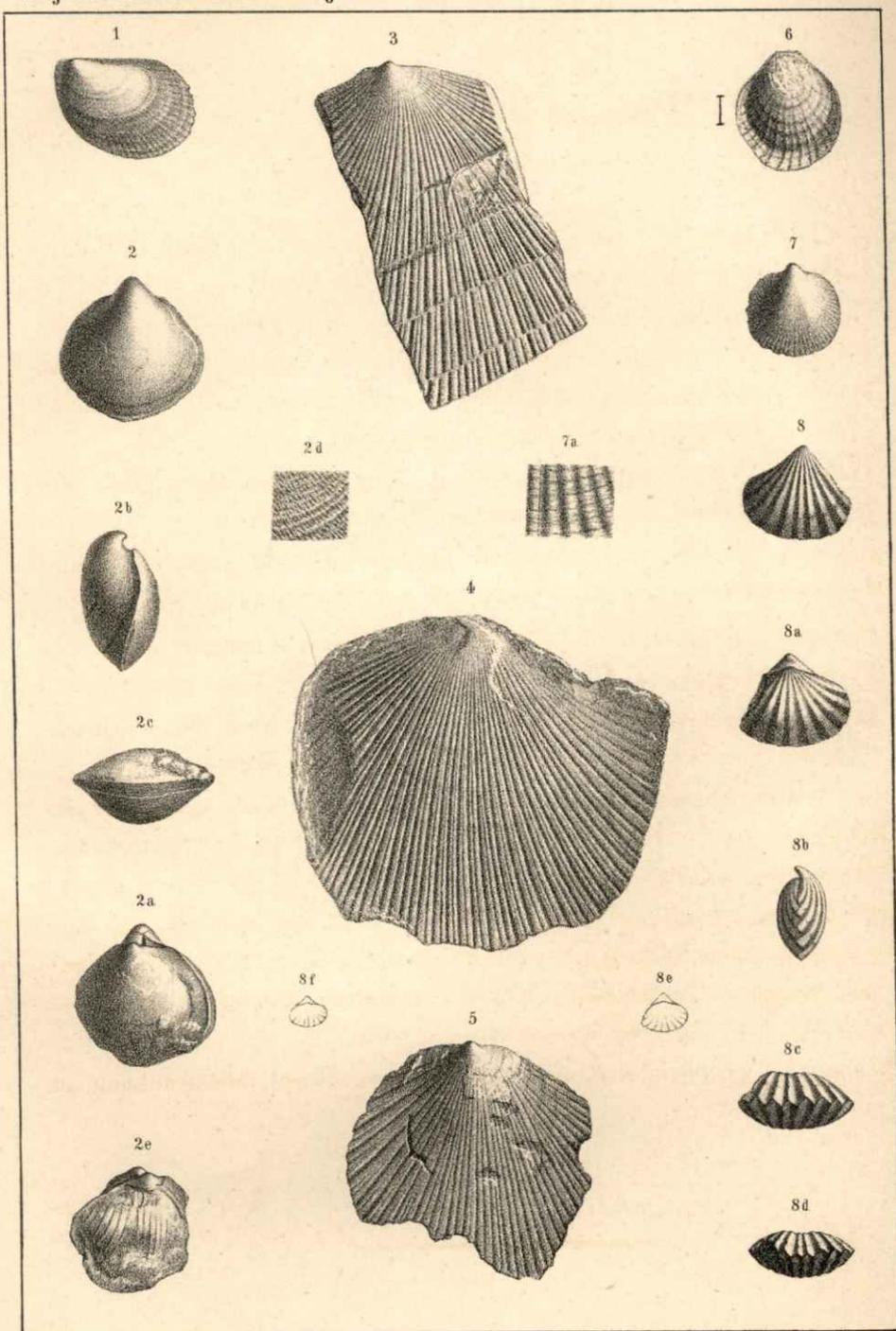
## Tafel-Erklärung.

---

- Fig. 1. *Daonella desecata* Schafhäütl sp., aus dem knolligen Kalk der Partnachschiechten von Graseck bei Partenkirchen.
- Fig. 2—2a—c. *Spiriferina Mitzopuli* nov. sp., aus dem Kalke der Partnachschiechten von Soin Grat am Wendelstein; von verschiedenen Seiten gezeichnet. Fig. 2d Schalenoberfläche vergrössert gezeichnet. Fig. 2e. Exemplar mit erhaltenem Armgerüst.
- Fig. 3. *Daonella Parthanensis* Schafhäütl sp., aus dem knolligen Kalk der Partnachschiechten von Graseck bei Partenkirchen.
- Fig. 4. *Daonella Parthanensis* Schafhäütl sp., aus dem knolligen Kalk der Partnachschiechten am Ferchenbach bei Partenkirchen.
- Fig. 5. *Daonella Parthanensis* Schafhäütl sp., aus dem knolligen Kalk der Partnachschiechten am Ferchenbach bei Partenkirchen.
- Fig. 6. *Dimyodon Argyropuli* nov. sp., aus dem rauhen Kalk der Partnachschiechten von Gerenjoch (Vilser Alpen) bei Reutte.
- Fig. 7. *Spiriferina Fraasi* Bittner, aus dem hellgrauen Kalk der Partnachschiechten am Calvarienberg bei Füssen. Fig. 7a. Schalenoberfläche vergrössert gezeichnet.
- Fig. 8. 8a—d. *Rhynchonellina juvavica* Bittner nov. var. minor, aus dem rothen thonigen Kalk (Lias?) von Breithorn bei Saalfelden. Dreifach vergrössert gezeichnet. Fig. 8e natürliche Grösse von 8, 8a—c und Fig. 8f natürliche Grösse von Fig. 8d.

Sämmtliche Originale befinden sich im kgl. bayer. Staatsmuseum in München.

---



Artist Anst. v. Th. Fischer, Cassel.

Skuphos, Stratigraphische Stellung der Partnachsichten in den Nordtiroler und Bayerischen Alpen.

# Zur Osteologie und Systematik der Belonorhynchiden und Tetragonolepiden.

Von

Dr. **Otto M. Reis,**

Assistent am Königl. Oberbergamt.

Die Veranlassung zu den nachfolgenden Bemerkungen über *Belonorhynchiden* gab ein bayerisches Vorkommen von *Belonostomus acutus* Ag. (nach Deecke, v. Zittel u. Sm. Woodward = *Belonorhynchus acutus* Ag. spec.) aus den Posidonienschichten von Schweissdorf bei Schesslitz (geogn. Samml. des kgl. Oberbergamtes in München);<sup>1)</sup> es ist ein Kopfstück, welches ein interessantes Verhalten des Gaumenskelets darthut. Ein anderes Stück der Sammlung, ein Unterkieferfragment eines *Saurichthys* aus dem Muschelkalk von Bayreuth, zeigt Eigen thümlichkeiten, die schon bei der Bestimmung das Eingehen auf osteologische Einzelheiten der *Belonorhynchiden* nöthig machten.

Durch Hinzuziehung von Materialien aus der technischen Hochschule in München und der Sammlung der Herren Dr. Thürach u. Dr. Fraas kam nachfolgende Studie zu Stande, wobei ich noch ältere, genaue Aufzeichnungen osteologischer Einzelheiten aus dem schönen *Belonorhynchiden*-Material des Münchener Palaeont. Instituts benutzen konnte, deren Richtigkeit ich nochmals zu prüfen Gelegenheit hatte. Es wurde mir der Auftrag ertheilt, meine Untersuchungen für die „geognostischen Jahreshefte“ auszuarbeiten. Ich war hierbei genöthigt, bei vollständiger Umordnung der Arten eine neue Gattungsbezeichnung einzuführen und den *Belonorhynchiden* eine Stellung zu geben, die vielleicht von der einen oder anderen Seite Widerspruch erfahren wird.

Das Gleiche gilt von *Tetragonolepis semicinctus* Bronn, der mir in einigen Rumpffragmenten von Lichtenfels in Bayern vorliegt; es mussten hier mehrere noch nicht genügend besprochene Einzelheiten des Spinalskelets von *Lepidosteiden*, *Amiaden* u. *Pycnodontiden* eingehend berücksichtigt werden, wobei ich, um den Gegensatz zu den älteren „actinopterygoiden“ Ganoiden zu illustriren, auf den in seinem Innenskelet ausserordentlich vollständig verknöcherten, permischen *Dorypterus* zurückgreifen musste; ich habe daher eine Restauration desselben mit Berücksichtigung eines Exemplars im Münchener palaeontologischen Museum hinzugefügt, welche wohl die bisher schwankende Auffassung der einzelnen Theile zu einem berücksichtigungssicheren Abschluss bringt.

<sup>1)</sup> Vgl. v. Gümbel. Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb. 1891, S. 682.

## Verzeichniss der angewandten Litteratur.

a. *Belonorrhynchiden.*

- Agassiz, Poissons fossiles II. Taf. 47 a, Fig. 3—4.  
 — —, Jahrbuch für Mineralogie. 1834. p. 386.  
 Bronn, Jahrbuch für Mineralogie. 1858. Taf. I, Fig. 1—10.  
 Deecke, Palaeontogr. Bd. XXXV. Taf. VII, Fig. 1 u. 2.  
 v. Gümbel, Geogn. Beschreibung der fränkischen Alb. S. 618, 1891.  
 Kner, Sitzber. d. k. k. Ak. d. Wiss. Wien 1867. Bd. LXVI, II, p. 905.  
 Martin, Zeitschrift deutsch. geol. Ges. XXV, 1873, p. 715, Taf. XXII.  
 v. Meyer, Palaeontogr. Vol. I, p. 201, Taf. XXXI.  
 v. Münster, Beitr. z. Petrefactenkunde Deutschlands I. S. 116, Taf. XIV.  
 v. Quenstedt, Petrefactenkunde. Taf. 25, Fig. 20.  
 — —, Jura. Taf. 29, Fig. 8, S. 225.  
 — —, Flötzgebirge Württembergs. S. 244.  
 Schmid, Die geogn. Verhältnisse des Saalthals bei Jena 1846. Taf. III.  
 Traquair, Palaeontogr. Society XXVI. (The Ganoid Fishes of British carboniferous formations 1877.)  
 Winkler, Archive du Musée Teyler. Vol. V, Livr. II.  
 Woodward, Quarterly Journal of the geol. Society 1888. S. 147.  
 — —, Mem. of the geol. Survey of New South Wales. Pal. No. 4, 1890. S. 22—30  
 Taf. VIII—X.  
 — —, Ann. and Mag. Nat. Hist. 5, 6, Vol. III, S. 301 u. 1888. S. 354.  
 — —, Catalogue of foss. fishes, British Mus. P. II, S. 424.  
 v. Zittel, Handbuch der Palaeontol. III. S. 265, 266.

b. *Tetragonolepiden.*

- Agassiz, Recherches sur les poissons foss. II. Taf. 22.  
 Bronn, Neues Jahrb. für Min. 1830.  
 Egerton, Pal. Ind. [4.] Vol. I, pt. 2.  
 — —, Quarterly Journal Geol. Soc. Vol. IX (1853) u. Vol. XX (1864).  
 v. Guembel, Geogn. Beschreibung der fränk. Alb 1891. S. 618.  
 Heckel, Denkschr. d. k. k. Akademie der Wissenschaften Wien. Vol. XXVII, 1855.  
 v. Quenstedt, Jura. 230.  
 — —, Petrefactenkunde 1867. S. 257.  
 Woodward, Quarterly Journ. of the geol. Society 1888. S. 141.  
 — —, Mem. of the geol. Survey of new South-Wales. Pal. No. 4, 1890.  
 v. Zittel, Handbuch der Palaeontologie III. S. 207.

## Verzeichniss der angewandten Bezeichnungen.

A. ventrale Fläche des Angulare bei <i>Saurichthys</i> .	Na., Nasale.
a. vordere Nasenöffnung.	Np., unpaare Neurapophyse.
Ag., Ag.-Art, Angulo-Articulare.	O. B., obere Bogen.
Ao., (Axonost.), Interspinal I. Ordn.	Oc. S., Occipitale superius.
B., Laterale Fläche des Angulare bei <i>Saurichthys</i> .	Orb., (?) Orbitalia.
Bo. (Baseost.), Interspinal II. Ordn.	p., hintere Nasenöffnung.
Cl., Clavicula.	Pa., Parietale.
D., D. ext., eigentliches, äusseres Dentale.	Pfr., Postfrontale.
D. int., Dentalia interna. (auch Pander und Traquair).	Pm x., Praemaxillare.
Ept., Ektopterygoid.	Ps. u. Psp., Parasphenoid.
Ethm., Ethmoid.	s., Praefrontale Verbindungsstelle des Frontale mit dem Cranium.
Fr., Frontale.	Scl., Supraclavicula.
HM., Hyomandibel.	Sler., Scleroticalring.
Hp., unpaare Haemapophyse.	S. O., Suboperculum.
Ifcl., Infraclavicula.	Spl., Spleniale.
Mx., Maxillare.	Sq., Squamosum.

t., Postorbitale Verbindung des Frontale mit dem Cranium.	x., interorbitale Convergenz der Cristen der Schädelunterseite (Frontale).
u., postfrontale Verbindungsstelle des Schädeldachs mit dem Cranium.	y., praeparietale Convergenz der Cristen der Schädelunterseite.
U. B., untere Bogen.	z., parietale Convergenz der Cristen der Schädelunterseite.
Vom., Vomer.	

## I. Crossopterygier.

### A. Belonorhynchidae.

#### 1. Zur Gattung *Saurorhynchus* Reis nov. gen.

(Fig. 1, 2 a, 2 b, 3.)

*Saurorhynchus acutus* Ag. sp. (syn. *Belonostomus acutus* Ag. = *Belonorhynchus acutus* Ag. sp. Zittel u. and.)

Ich verschiebe die Begründung der Aenderung der Gattungsbezeichnung auf den Schluss der osteologischen Einzeldarstellungen über *Belonorhynchiden* (Cap. 3) und beginne mit der zusammenfassenden und restaurirenden Beschreibung des Kopfskelets der obigen von Agassiz zu *Belonostomus*, von Zittel richtiger zu *Belonorhynchus* gestellten Art.

Der lange Schnabel besteht im Oberkiefer aus fünf vorne ganz verschmolzenen Gebilden, dem medianen Ethmoid (Fig. 1 Ethm.), den beiden bezahnten Praemaxillen (Pmx) und je einem Vomer (Vom.); letztere verschmelzen im vordersten Abschnitt sehr eng mit einander. Zwischen die hinteren Endigungen der drei dorsal gelegenen, des Ethmoids und der beiden Praemaxillen schieben sich die vorderen Spitzen der Frontalia (Fr.) ein, die mit den Parietalien (Pa), Postfrontalien (Pfr) sehr eng und etwas weniger fest mit dem beiderseitigen Squamosum (Sq) verwachsen und nur an den Ossificationscentren wohl zu erkennen sind.

Das Praemaxillare ist, wie der entsprechende Dentalabschnitt, im Unterkiefer reich bezahnt; die Zähne sind alternirend (Fig. 2 a), zu beiden Seiten je eines grösseren Zahnes stehen zwei und mehr kleinere; die grossen Zähne sind übergreifend, d. h. ihre Spitzen bohren sich in nach aussen offene Halbalveolen (Incisivlücken) des Dentale ein. Das Gleiche gilt vom Dentale in Bezug auf das Praemaxillare<sup>1)</sup>. Durch das Einbohren der Zahnspitzen wird die Knochensubstanz um die Halbalveolen herum bogenartig zurückgedrängt, was sich im Dünnschliff<sup>2)</sup> und schon an der Skulptur zeigt; sonst besteht die Skulptur des Schnabels, besonders der Praemaxilla aus nicht sehr starken Längsrippen. Nahe dem Zahnrand zeigt die Praemaxilla, eine lange Reihe der Seitenlinie angehöriger grösserer Poren, wie solche das Dentale an correspondirender Stelle nicht be-

<sup>1)</sup> Diese in ihrer Längenausdehnung ganz bedeutende Verschränkung der Kiefer hat jedenfalls den mechanischen Zweck, beim Gebrauch des Schnabels, als einer Stosswaffe, den Unterkiefer zu verhindern, nach hinten auszuweichen. Wir werden sehen, dass diese Verschränkung eine gering entwickelte Coronoidbefestigung der Unterkieferadduktoren unterstützt.

<sup>2)</sup> Herr Dr. E. Fraas war so liebenswürdig, mir auch eine Anzahl Dünnschliffe durch die laterale Randfläche eines Schnabels mit verschränkten Kiefern zur Verfügung zu stellen. Ausser der erwähnten Zurückdrängung der Knochensubstanz an den Incisivlücken zeigen sie auch die hohlen, ganz Vasodentin-freien Zähne, welche ohne Sockel unmittelbar dem Knochen aufsitzen. Der von den Autoren bei *Belonorhynchiden* sogenannte „Sockel“ ist nichts als die schmelzlose Wurzel des Zahns, gehört also letzterem wesentlich an und nicht wie der eigentliche Sockel, das positive Gegentheil der Alveole, der knöchernen nicht wechselnden Basalplatte der Zähne.

sitzt. Nach hinten nimmt die Praemaxilla an Höhe etwas zu und überlagert kurz vor der stets deutlich markirten Orbita in dünner, fast zerfaserter Endigung das vordere Ende der Maxilla.

Die Maxilla (Mx) zeigt die Differenzirung zwischen grossen, mehr innerlich und kleineren mehr nach aussen stehenden Randzähnen nicht mehr, wenn auch die Rinne der grösseren Zähne der Praemaxilla sich noch auf ihr Vorderende fortsetzt; dies erklärt sich durch Verhältnisse des Unterkiefers. Die Maxilla trägt also nur randlich eine dichte Reihe an Grösse fast gleichbleibender, kleinerer Zähnchen; suborbital ist sie schmal stabförmig gerundet, verbreitert sich aber postorbital zu einer hinten bis zum Schädeldach reichenden trapezoidischen Platte. Der senkrechte Hinterrand der letzteren, auf dem eine starke kantenartige Erhöhung mit Schleimkanalrinne (?) bemerkbar ist, läuft auf das Unterkiefergelenk zu; hier überlagert in kurzem Streifen der nun zahnlose Rand der Maxilla den Oberrand des Unterkiefers. Während die Oberfläche des prae- bis suborbitalen Theiles der Maxilla glatt oder nur ganz schwach längsgestreift ist, erscheint die postorbitale Verbreiterung stark gerunzelt. Die Skulptur ist (Fig. 2a) derjenigen der Kopfknochen ähnlich, besteht also nicht wie gewöhnlich aus von einem Ossificationscentrum ausstrahlenden rings freien Leisten oder verlängerten Tuberkeln, vielmehr anastomosiren diese ausserordentlich stark, so dass ein unregelmässiges, continuirliches Netzwerk von schmalen, länglichen Erhabenheiten, mit meist blinden, selbständigen, gleich bleibend schmalen Furchen entsteht, während sonst das Netzwerk von den Furchen gebildet wird und, wie erwähnt, die Erhabenheiten ringsum frei sind. Die Richtung dieser Furchen und verlängerten Poren ist am hinteren Ende der Maxilla mehr weniger regelmässig senkrecht, nach der Orbita wenden sie sich horizontal um und setzen sich schwächer werdend auf den suborbitalen Abschnitt fort.

Das Auge, das in weiterem Umkreis unten und seitlich durch die Maxilla, durch das Frontale oben umschlossen wird, zeigt sowohl hinten ein unmittelbar angrenzendes Plättchen, das mir aber nur fragmentarisch bekannt ist, als auch vorne ein solches, das zugleich zu der Nasenöffnung in Angrenzungsbeziehung tritt, ein Nasale. Die hintere Begrenzung desselben entspricht eben der Augenrundung, dorsal befestigt es sich am Frontale und reicht, sich gabelnd, ventral sowohl hinten an das Maxillare, als vorne an die Trennungslinie von Maxillare und Praemaxillare. Die Mitte seiner Oberfläche zeigt (Fig. 1 u. 2) ein kreisrundes Loch (p), offenbar die hintere Nasenöffnung, während die vordere Nasenöffnung (a) ein grösserer, schräg von hinten oben nach vorne unten gestellter, ovaler Schlitz ist, der hinten von dem Vorderrand des in Rede stehenden Knochens begrenzt wird. Die vordere Begrenzung der Nasenöffnung (a) ist ebenso scharf wie die hintere, es ist aber fraglich, ob sie von der Praemaxilla selbst oder von einem mit ihr eng verwachsenen spitzdreieckigen Knochen (Septonasale ?) gebildet wird.

Der Unterkiefer wird häufig allein oder vom Oberkiefer abgelöst angetroffen; wenn auch ganze Köpfe mit verschränkten Kiefern (Fig. 2a) nicht selten sind, so erfolgt die Ablösung doch leicht, vielleicht in Folge des nicht zu starken Zusammenhang-Apparates am hinteren Kiefergelenk; so fehlt ein Kronenfortsatz ganz, der bei den meisten Ganoiden bei geschlossenen Kiefern hakenartig über den nach aussen um- und aufgebogenen Unterrand des Pterygoids hinausgreift und eine Loslösung erschwert.<sup>1)</sup> Auch das sich bei den jüngeren Ganoiden stets an den Kronenfortsatz eng anlegende Supraangulare habe ich hier nicht entdecken können. Dagegen ist die ganze Seitenfläche des Unterkiefers vom Dentale und Artikulo-Angulare (Fig. 1 u. 2a, Ag.-Art.) gebildet, deren Trennungslinie nur im hinteren Abschnitt deutlich ist; vorne sind beide, wie die correspondirenden Theile des Oberkiefers fest verwachsen. Das Artikulo-Angulare reicht jedenfalls bis zur Hälfte der Unterkieferlänge; es trägt in der Mitte auf seiner Aussenfläche einen dem Unterrand ungefähr

<sup>1)</sup> Die Bildung eines starken Coronoidfortsatzes bezweckt die Vergrösserung der Ansatzfläche der Unterkieferadductoren mit einer Verlängerung des Hebelarms. Da nun bei *Saurorhynchus* nur eine geringe Coronoidhöhle vorhanden ist, so kann sich die Muskulatur, wie bei lebenden *Teleostiern* nur mit einer Sehne am Artikulare selbst festgesetzt haben, der übrige Theil musste über den Meckel'schen Knorpel hinausgreifend an der inneren Seitenfläche des Angulare sich ansetzen. Es ist nun kein Zweifel, dass die oben erwähnte Verschränkung der Kiefer beim Stoss des Schnabels die Aktion des senkrecht nach oben wirkenden Kaumuskel entlastet.

gleich gebogenen Canal, von dem nach unten schwach divergent die Abzweigungen des mandibularen Astes der Seitenlinie auslaufen; die Zwischenräume zwischen letzteren sind so stark skulpturirt, wie wir es von der Maxilla beschrieben haben; oberhalb des Canals ist das Angulo-Artikulare glatt; ein stets durchgebrochener knöcherner Pfropfen stellt das primäre Artikulare selbst dar. Das Angulo-Artikulare der Ganoiden ist als dermaler Schleimkanalknochen das Homologon des Angulare der höheren Wirbelthiere und verwächst bei den Teleostiern mit dem Artikulare; das Angulare der Teleostier dagegen findet sich als dermale Verknöcherung bei typischen *Acipenseroiden*, besonders *Lepidosteiden* und *Amiaden* noch hinter dem Angulo-Artikulare; es fehlt bei *Crossopterygiern* als solches (van Wyhe, Niederländisches Archiv für Zoologie, Bd. V, Taf. 15 u. 16, erwähnt bei *Polypterus* nur ein Autangulare, d. h. eine primäre angulare Verknöcherung des Meckel'schen Knorpels) und ist auch bei den *Belonorhynchiden* nicht vorhanden.

Von dem unteren Ende der erwähnten kurzen Artikularverknöcherung verläuft ganz entsprechend der oberen Grenze der Schleimcanalzone auf der Aussenseite des Angulare auch auf dessen Innenseite eine lange Rinne, deren untere leistenartige Begrenzung von der Fläche des Knochens etwas aufbiegend sich nach innen senkrecht erhebt. Es ist dies ganz normal die Rinne für die untere Umhüllung des Meckel'schen Knorpels; bis hierher hat jedenfalls der nur schwach entwickelte untere Abschnitt das Spleniale erreicht, hat aber offenbar die Unterkieferhöhlung nur theilweise nach aussen bezw. nach der Innenfläche des Unterkiefers abgeschlossen. Unterhalb der Rinne des Artikulo-Angulare tritt auf der Innenfläche eine Strahlung des Knochenwachsthums auf, die die Skulptur zwischen den Seitenlinienzweigen unter spitzem Winkel kreuzt. Diese untere offenbar nur einfache Lamelle des Angulare liegt stets in der Ebene des oberen Angularabschnitts; auch gut erhaltene Exemplare zeigen keine Spur einer durch Brüche gekennzeichneten bemerkenswerthen ventromedianen Umbiegung (vgl. Diagramm des Schädels in Bezug auf den Unterkiefer. Fig. 2b, 2c, A u. B. S. 149.<sup>1)</sup>

Bezüglich des Dentale habe ich schon erwähnt, dass seine Skulptur sich im vorderen Abschnitt verhält wie im Oberkiefer, nur meist etwas rauher ist; es fehlen aber hier die an letzterem an correspondirenden Stellen zu beobachtenden auffälligen Seitenlinieporen.

Die Bezeichnung des Unterkiefers zeigt nun neben den Charakteren des Oberkiefers noch eine Eigenthümlichkeit, die wie die mediane Furche von Unten, der Mangel der Seitenlinieporen von Aussen auch von Innen und Oben charakteristisch ist. Ausser den alternirenden grossen und kleinen Zähnen finden sich im vorderen Abschnitt zwischen ersteren, mehr nach innen gerückt, noch schmale länglich begrenzte Ansammlungen kleinerer Zähnchen. Schleift oder kratzt man einen im Gestein geborgenen Unterkiefer-Oberrand an, so trifft man zuerst auf die Spitzen der grossen Zähne, denn auf die Spitzen der erwähnten inneren Zahnansammlungen und wenn man auf deren Knochenbasis trifft, erscheinen erst die Spitzen der Randzähnchen mit den nachfolgenden Incisivlücken (Fig. 3, a u. b). Osteologisch wichtige Kennzeichendes Unterkiefers sind auch hier gewisse an der Innenseite und dem inneren Oberrand desselben dem Dentale an- und aufgelagerte zahntragende Dermalgebilde. Nach dem Vorgange Traquairs bei *Rhizodopsis* (Trans. Roy. Soc. Edinburgh XXX) gebrauche ich (aus an anderer Stelle zu entwickelnden Erwägungen) für diese ziemlich allgemein als Spenialia bezeichneten, dem Unterkiefer sich von innen und oben anschliessenden Zahnplättchen, zwei verschiedene Bezeichnungen, für das hinterste, dem Kronenfortsatz oder dessen Muskelhöhle zunächstliegende die alte Bezeichnung Spleniale, für die vorderen den von Pander bei *Glyptolepis* (*Dendrodus*) eingeführten Namen *Dentalia interna*.

<sup>1)</sup> Es ist klar, dass ein an der Innenfläche des Angulare wirkender Muskelzug, der die Verschränkung der Kiefer beim Stoss mit dem Schnabel aufrecht erhalten soll, bei mangelndem Coronoid desto besser nach oben vertical zusammenschliessend wirken kann, je mehr das Angulare in der Seitenfläche des oberen Unterkiefers liegt. Dies ist bei *Saurichthys* nicht der Fall; zugleich ist mit der Unregelmässigkeit der Zahnstellung auch das Fehlen der Verschränkung der Kiefer, sowie eine wechselnde und unsichere Entwicklung des Schnabels als einer Stosswaffe verbunden. Da hier gerade wichtigere Punkte der Unterscheidung von *Saurorhynchus* und *Saurichthys* berührt sind, will ich noch hinzufügen, dass das Verhalten des älteren *Saurichthys* auch das offenbar primitivere und weniger spezialisirte darstellt.

Das Spleniale (Fig. 1 Spl.) liegt wie gewöhnlich bei älteren Formen auf dem Dental-Oberrande auf und erstreckt sich in einer inneren Lamelle nach der Angularrinne des Meckel'schen Knorpels; es hat am Oberrand einfache Zähne. Mit dem hinteren Dentale internum beginnt zunächst dem Aussenrand des Unterkiefers die Differenzierung in grössere und kleinere Zähne; es liegt gewöhnlich auf einem Theil der inneren oberen Breitseite des Dentale auf, ist aber hier offenbar in Folge der Kieferstreckung durch Gleichstellung mit dem Spleniale mehr nach Aussen gerückt<sup>1)</sup>. Das Dentale ist der ganzen Länge des Spleniale und des hintersten Dent. int. entsprechend zahnlos und die Auflagerungsgrenze ist von aussen zu erkennen; die vorderen Dentalia interna sind einfach bezahnt und liegen ganz intern. Die mediane Decke des Gaumens bildet ein schmales Parasphenoid (Psph.), das von dem hinteren Ende des Squamosums bis zum Beginn des Schnabels reicht. Am hinteren Ende bemerkt man eine ihm vertikal aufgesetzte Verdickung, die vielleicht einem Occipitale inferius entspricht; hinter dem Auge ist wie gewöhnlich ein Prooticalflügel entwickelt (seitliche Verknöcherungen des Craniums scheinen nicht vorhanden zu sein). Suborbital biegt sich das Parasphenoid stark nach unten und ist von der vorderen Orbitalgrenze an mit kleinen spitzigen Zähnen besetzt und setzt sich ohne merkbare Unterbrechung in den gleicherweise bezahnten Vomer (Vom.) fort. Die Herabbiegung des Parasphenoids passt gerade in den Winkel des symphysealen Zusammentreffens der beiden Unterkieferhälften; auch der Vomer tritt in Fortsetzung dieser Herabbiegung innerlich gegen den Aussenrand der Praemaxillen stark hervor; die Zähne auf seiner äusseren Kante sind am längsten; ganz vorne ist nur eine einzige Zahnreihe bemerkbar, ein Beweis starker Verschmelzung, welche auch bei den Dentalia interna des vorderen Unterkiefers (Fig. 3 b) zu bemerken ist.

Was die Pterygoidreihe betrifft, so fehlen Metapterygoid und Endopterygoid, und es liegt wie bei den *Coelacanthinen*<sup>2)</sup> ein bis zur vorderen Orbitalgrenze reichendes, nach innen etwas eingebogenes, einheitliches Ektopterygoid vor, das postorbital bis an die Schädelswand reicht. Seine Innenfläche ist unbezahnt (Fig. 1, Ept.) und zeigt nur das strahlige Wachstum vom Quadratgelenk nach der Orbita zu, ganz so wie das Pterygosuspensorium der *Coelacanthinen*. (Vgl. unten Cap. 3. Anm.) An seine vordere Unterkante schliesst sich ein schwach bezahntes Palatinum (Pl.). (Der Oberrand desselben ist in der Fig. 1 irrtümlich nicht gestrichelt worden, wie dies an dem Psph. zu merken ist, das seinerseits dem Pl. von der Innenseite vorliegt).

Dem fast senkrechten Hinterrand des Ektopterygoids ist eine Hyomandibel (H M.) angelagert, die oben breit von der seitlichen Schädelswand herabsteigt und verschmälert hinter dem Unterkiefergelenk endigt. Ein Symplecticum scheint also wie bei *Polypterus* und *Coelacanthus* nicht entwickelt zu sein.

An sämtlichen Exemplaren, die ich zu prüfen Gelegenheit hatte, fehlte jede Spur einer Hyoidverknöcherung, eines Opercular- und Branchiostegalanhangs; nur Quenstedt stellt im „Jura“ Taf. 29, Fig. 8 ein Operculum dar, dessen Lage aber nicht ungestört und dessen Umriss nicht genau festzustellen ist. Auch erwähnt nur Quenstedt im Flötzgebirge Württembergs (S. 244) etwas von dem Rumpfskelet: „Von dem Körper sah ich nur ein einziges Mal die deutlichen Reste einer langen Wirbelreihe.“

## 2. Zur Gattung *Saurichthys*.

*Saurichthys striolatus* Bronn spec. (Fig. 5 a u. b.)

Nach verschiedenen Exemplaren mit zerstreuten Kopfskelettheilen zu schliessen, verhalten sich hier die letzteren im Allgemeinen, so wie die schon bekannten von *Saurorhynchus acutus*; jedoch sind Unterschiede gegen letzteren vorhanden,

<sup>1)</sup> Es wäre vielleicht angezeigt, dieses Gebilde noch als vorderes Spleniale und als Dentale internum die dem Vomer entsprechenden wirklich innerlich gelegenen medianen, zahntragenden Abschnitte zu bezeichnen.

<sup>2)</sup> Ich halte das von mir (Palaeontogr. Bd. XXXV, S. 92, Zeile 2) unentschieden als Metapterygoid oder Stylohyoid bezeichnete Gebilde nun entschieden für das Stylohyoid und glaube, dass ersteres, vergleichbar *Polypterus*, bei den *Coelacanthinen* und *Crossopterygiera* überhaupt fehlt.

die gegenüber den *Saurichthys*-Arten nicht bestehen und sich als Unterschiede einer relativ nächst höheren Ordnung als der „Art“, daher als Gattungsunterschiede zu erkennen geben, so dass einerseits *Belonorhynchus acutus* von *Belonorhynchus* zu trennen und andererseits *Belonorhynchus* als ein Synonym von *Saurichthys* anzusehen ist.

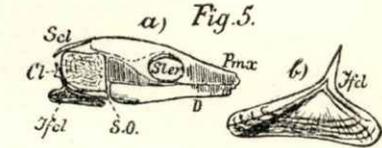
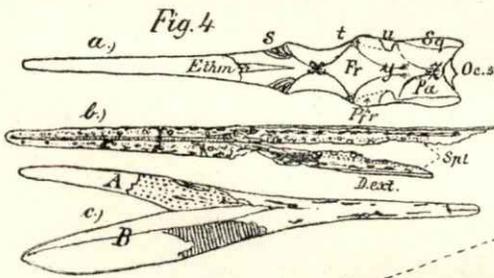
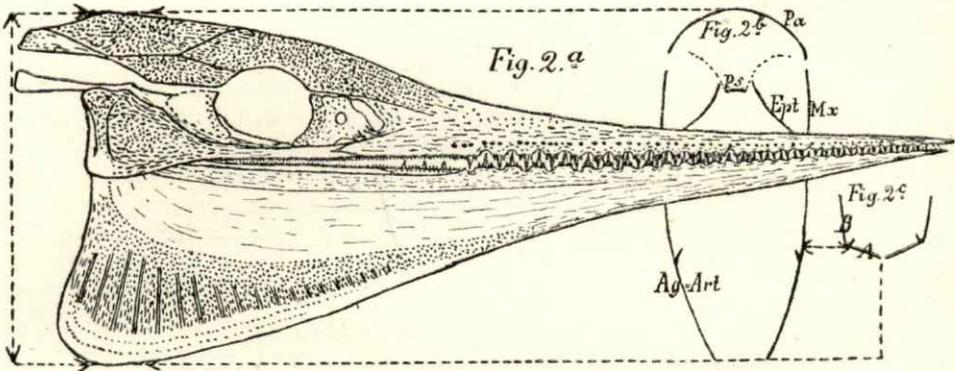
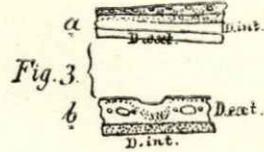
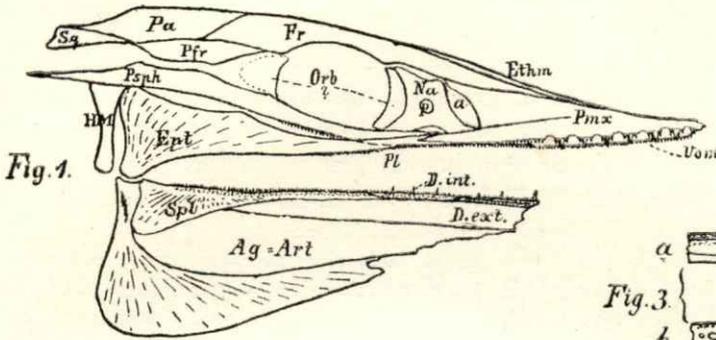
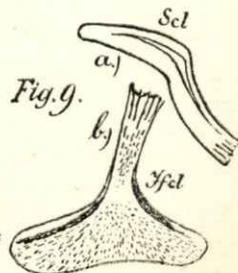
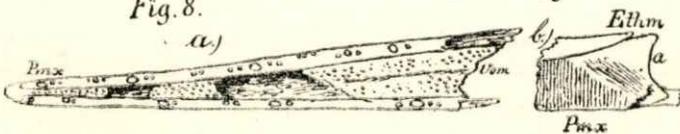


Fig. 6.



Fig. 8.



Diese Unterschiede bestehen 1) in Form und Struktur der Skulptur; die Dorsal- und Ventralseite des Kopfes von *Saurichthys* ist mit körneligen oder der Schnabellänge nach verlängerten leistenförmigen, rings freien Erhabenheiten verziert, während *Saurorhynchus* nur Gruben und Furchen zeigt; die lateralen Seiten des Maxillare, der vorderen Schnauze und des Unterkiefers mit senkrechten äusserst regelmässigen, schmelzglänzenden Leisten, während bei *Saurorhynchus* hiervon durchaus verschieden der Charakter der Skulptur seitlich derselbe bleibt wie dorsal auf der Schädeloberfläche. 2) Das Angulare ist scharf und eckig nach der Ventralseite umgebogen, die Umbiegungsstelle entspricht der oberen Schleimeanalgrenze, die bei *Saurorhynchus* vollständig verschieden und scharf charakterisirt ist; die Skulptur besteht hier in kurzen, der Längsseite des Kiefers nach verlängerten Rauigkeiten; deutliche Schleimeanalzeichnung fehlt.

Folgende neue Daten habe ich noch hinzuzufügen:

Im dorsalen Theile des Auges findet sich eine sehr schmale, mondsichelförmige Scleroticalverknöcherung (Fig. 5a, Scl.), die sich dünn lamellos nach hinten und unten fortsetzt und sich ventral in halbkreisförmigem Umriss noch einmal verdickt.<sup>1)</sup>

Das Operculum zeigt eine Ansatzstelle an die Hyomandibel in der Mitte seiner Höhe, von der auch strahlige Skulpturen nach hinten, oben und unten auslaufen; dem hinteren Rand zunächst bemerkt man wellig-erhabene Zuwachsstreifen. Ventral liegt ein Suboperculum (SO.), das der Angularkante des Unterkiefers entsprechend etwas ventral umgebogen ist.

Der Schultergürtel besteht aus einem verhältnissmässig langen, hauptsächlich supraopercular liegenden Supraclaviculare (Scl.), einem sehr schmalen Claviculare (Cl.) und dem bedeutsam entwickelten Infraclaviculare (Ifcl.). Letzteres legt sich in seiner ganzen Länge an das Suboperculum an, liegt also ventral (vgl. auch Bronn l. c. Taf. I, Fig. 2); es trifft sich mit seinem Gegenüber in fast ganz gerader Linie und sendet lateral nach der Clavicula den so ausserordentlich charakteristischen stielförmigen Fortsatz in die Höhe; der plattige, ventrale Theil ist länglich dreieckig und zeigt zwei stärkere Kiele. Hierzu kommt noch ein drittes median (episternal) gelegenes Stück (vgl. Joh. Müller-Polypterus)

#### Figurenerklärung zu Seite 149.

Fig. 1. Restaurirte Abbildung des Kopfskelets von *Saurorhynchus acutus* Ag. spec. mit der Innenseite des Kiefergaumenapparates nach einem Exemplar des kgl. Oberbergamts in München.

Fig. 2. a) *Saurorhynchus acutus* Ag. spec. z. Th. nach einem Exemplar der Samml. von Dr. E. Fraas in Stuttgart. b) senkrechter Durchschnitt durch den hinteren Schädel in der angegebenen Pfeilrichtung. c) Angular-Querschnitt des Unterkiefers von *Saurichthys* im Vergleich mit dem Querschnitt von *Saurorhynchus*.

Fig. 3. Diagramm der Zahnentwicklung a) im Unterkiefer von *Saurorhynchus*; b) rechte Hälfte vergrössert.

Fig. 4. *Saurichthys tenuirostris* Mnst. a) Unterfläche des Schädels; b) Obere Seite des Unterkiefers von Bayreuth (Samml. d. kgl. Oberbergamtes); c) Skizze des Unterkiefers mit der Angularkante (vgl. Fig. 2 c) und der Skulptur der lateralen und ventralen Fläche (n. Schmid.)

Fig. 5. *Saurichthys striolatus* Bronn. spec.; a) Opercularapparat mit Infraclavicula; b) letztere vergrössert nach einem Exemplar der technischen Hochschule in München.

Fig. 6. *Saurichthys gypsophilus* Reis nov. sp.; a) Schnauzenfragment mit Maxillare; b) Abdruck des linksseitigen Maxillare,  $2\frac{1}{3}$  mal vergrössert; c) Vergrösserung der Linienskulptur.

Fig. 7. Idealer Durchschnitt durch den hinteren Unterkiefer eines *Saurichthys*.

Fig. 8. a) Zahndiagramm der Unterseite der Schnauze von *Saurichthys apicalis* Mnst. vgl. v. Zittel, Handb. III, Fig. 271, S. 266 (Samml. d. palaeont. Instit., München); b) Seitenfläche des hinteren Schnauzenthails mit Skulptur und vorderer Nasengrenze (a).

Fig. 9. a) Supraclavicula; b) Infraclavicula von *Saurichthys macrocephalus* Deecke, (Samml. d. palaeont. Instituts, München).

<sup>1)</sup> Vgl. Bronn, l. c. Taf. I, Fig. 1, wo correspondirend mit dem Operculum die Dorsalseite der Scleroticalsichel nach aussen umgeklappt ist.

Die Skulptur der Jfel (Fig. 5 b) ist wie die des Operculums und zeigt breite, wellige, peripher umgebogene Zuwachsstreifen, die von feinen radialen Streifen gekreuzt werden; es ist dies keine Schmelzskulptur, sondern die Skulptur des strahligen Knochenwachstums dermalen Knochen. Radii branchiostegi sind keine vorhanden, ebenso scheint ein Interoperculum zu fehlen.

Der Rumpf zeigt eine Wirbelsäule aus annähernd 150 Segmenten, deren Eigenthümlichkeiten schon durch von Zittel (Handb. d. Pal. III, S. 265) näher beleuchtet wurden. Neurapophysen, Haemapophysen und Rippen sind hier nicht oder seltener verknöchert.

Bezüglich der Hautbedeckung erkenne auch ich hier, wie Woodward bei *Belonorhynchus gigas* (vgl. unten), nur vier Schuppenreihen: eine dorsale, die direkt hinter dem Kopfe beginnt und mit der Flossenunterbrechung bis zum Schwanz verläuft; die Form ihrer Schuppen ist schon genugsam bekannt.

Die Angabe, dass diese Schuppenreihe sich vor der Rückenflosse in drei Theile spaltet, von denen zwei auf die Flanken rücken, beruht auf einer Missdeutung der Intersegmenten der Rückenflosse, deren vorderste fast horizontale Glieder sich eng an die mediane Schuppenreihe anschliessen und stark verknöchert sind. — Die ventrale mediane Schuppenreihe beginnt erst weiter analwärts unter dem 30.—35. Wirbel und erhält durch die Bauchflossen eine eigenthümliche Unterbrechung; je eine Schuppe vor und hinter der Bauchflosse theilt sich gabelig und richtet die Gabelarme nach den auseinanderstehenden Flossenansatzstellen; in den Zwischenraum zwischen letzteren und ersteren liegt beiderseits noch je eine langgestreckte schmale Schuppe.

Es existirt nur je eine seitliche Schuppenreihe (vgl. unten *Saurichthys gigas* Woodw.), die offenbar die Seitenlinie trug; ihre Zahl stimmt annähernd mit den Wirbelsegmenten sie endigen, wie bei den *Coelacanthinen*, im Schwanzflossenlappen, den ventralen Strahlen genähert.

Den Schwanzflossenlappen halte ich mit Woodward für primitiv diphycerk. Die Strahlen sind wie an den übrigen Flossen längs-, doch quer ungegliedert; Fulcrum-artige Bildungen fehlen durchaus.

Was die Bezahnung dieser Raibler Art betrifft, so erwähnen Bronn und Deecke, dass sie auch in Zähnen zweierlei Grösse bestanden zu haben scheine; ich habe davon nur geringe Zahnkörnelung an dem Spleniale bemerkt. Wie es sich mit den Kiefern verhält, wage ich nicht zu sagen; ich habe keine Zähne beobachtet. Ich verweise hierbei übrigens auf die eigenthümliche Verkleinerung der Zähne bei *Saurichthys tenuirostris*, welche vielleicht dem Fossilisationsprozess, wahrscheinlicher aber der Usur zu verdanken ist; möglich ist, dass die Zahnlosigkeit nur eine scheinbare ist und die zahnlosen kleinen Arten, von denen man bis jetzt nur die stets gleich grossen älteren Exemplare kennt, schon früher ihrer Zähne verlustig gingen, wie dies auch bei manchen Teleostiern zu beobachten ist.

*Saurichthys tenuirostris* Mnstr. ? (Fig. 4, a, b, c).

Ich schliesse einen kleinen *Saurichthys*-Unterkiefer von Bayreuth (Fig. 4 b) dieser Art an, von welcher ich wohl weiss, dass sie bis jetzt blos im Muschelkalk bei Jena vorgekommen ist, wenn auch die Längenmaasse desselben etwas bedeutender sind, als die des Originaltypus. Die Skulptur auf der Aussenseite ist durch Absplitterung undeutlich und es wird auch so eine genauere Artbestimmung unmöglich. Jedoch ist die Oberseite osteologisch interessant und erfordert eine kurze Besprechung.

Als Unterkiefer ist das Stück charakterisirt durch die randliche Auflagerung eines Spleniale (bezw. mit dem hinteren Dentale internum) auf einem eigentlichen Dentale. Die Verschmelzung der vordersten Dentalia interna zu einem medianen bezahnten Abschnitt, die Zahnentwicklung auf dem Dentale verhalten sich wie bei *Saurorhynchus*. Nur zeigt das Spleniale auf der Innenseite deutliche Spuren grösserer Zähne und äusserlich Incisivgruben, so dass auch auf dem Maxillare grössere Zähne gesessen haben dürften. Dies wird auch durch andere *Saurichthys*-Arten bestätigt z. B. durch die Abbildung bei Agassiz; Recherches sur les poissons foss. Taf. 55 a, Fig. 12 und 13 *S. Maugeoti*, wo auf dem hinteren Ende der Maxilla äusserlich Zähne und innerlich Incisivgruben sich befinden.

Sehr eigenthümlich ist, dass fast sämtliche grössere Zähne dieses Stückes von oben her ausgehöhlt und mit Gesteinsmasse erfüllt sind, so dass Einzelne nur in schmalen Ringen

aus derselben hervorzuliegen.\*) Hierdurch ist wohl auch zu erklären, dass bei den kleinen *Saurichthys tenuirostris* keine Zähne angegeben werden; an einem Exemplar der Münch. palaeont. Sammlung war auch nur ein einziger Zahnrest zu bemerken. Vielleicht gilt das Gleiche von *Saurichthys striolatus*. Es ist dies wahrscheinlich eine Folge von frühem Verbrauch ohne Ersatz. An den Jenenser Schädelchen sind Parietale und Frontale eng verwachsen und mit flachen Tuberkeln besetzt, das Ethmoid schiebt sich besonders auf der Unterseite deutlich zwischen den Frontalialien ein; hinten bleibt das Squamosum scharf umgrenzt zu bemerken, und median das Schädeldach abschliessend ein schon offenbar im Fleisch steckendes Occipitale superius. Auf der Unterseite des Schädeldachs sind verschiedene Cristen mit medianen Einschnürungen (Convergenzen) zu bemerken.

Es ist nöthig auf diese Cristen, die sich bei vielen Fischen finden, kurz einzugehen; ich unterscheide hier (vgl. Fig. 4, a):

1. Frontale Cristen mit einer interorbitalen Convergenz x, in Zusammenhang mit einer praefrontalen und postfrontalen Divergenz mit deren prae- resp. postorbitalen randlichen Ausläufern s und t. Die postfrontale Divergenz der Cristen convergirt von t aus nach hinten wieder nach der Mediane zu einer praeparietalen Convergenz y, die fast eine mediane Crista darstellt.

2. Parietale Cristen, die von hinten nach vorne von einer fast medianen Parietalcrista z in postfrontaler Divergenz nach den deutlich umschriebenen Stellen u randlich auslaufen; die praeparietale Convergenz y geht allmählich in die parietale z über.

Die frontalen Cristen mit der interorbitalen Convergenz finden sich bei allen Fischen; die vordere Divergenz verläuft stets nach der Verbindung des Frontale mit dem Parasphenoid, welche fast immer durch Vermittelung der ursprünglich oberflächlich dermalen, aber meist ganz auf die seitliche Schädelwand und sehr häufig mit dem Parasphenoid noch verwachsenen Praefrontale hergestellt ist; diese Cristen und die damit zusammenhängende Verbindung finden sich auch, wenn wie bei *Lepidosteus* das Praefrontale ganz fehlt: sie haben eine nicht zu übersehende Bedeutung, auf die ich hier aber nicht näher eingehen kann.\*\*\*) Bei *Saurichthys tenuirostris* ist das Ende der vorderen praefrontalen Divergenz s, ganz besonders mit Verwachsungsrippchen gekennzeichnet; es bleibt freilich fraglich, ob dies Verwachsungsanzeichen des Schädeldachs mit der knorpeligen Ethmoidwand sind, wie man sie beim Squamosum und Postfrontale kennt, oder ob sie einem versteckten Praefrontale zu verdanken sind.

Die hintere Divergenz von x läuft bei den meisten Fischen direkt auf das Postfrontale zu, greift auf dieses über und erfasst gelegentlich noch einen Theil des Parietale oder wenn, wie bei *Lepidosteus* das Postfrontale durch das anormal eingeschobene Squamosum etwas nach hinten verdrängt ist, zieht die Crista auch über das Squamosum. Es erhellt hieraus, dass die Crista nicht an bestimmte Knochen gebunden ist, sondern dass die Hauptsache eine direkte Verbindung der Frontalcristen mit dem Postfrontale und dem mit ihm stets verbundenen Prooticum oder dem knorpeligen prooticalen Eckpfeiler der Gehirnkapsel ist. Bei *Saurichthys* läuft daher die Divergenz nach dem vorderen Ende des Postfrontale, convergirt aber von da an wieder einwärts nach y der hinteren Frontalmediane. Diese Unregelmässigkeit hat darin ihren Grund, dass auch (vergleichbar den *Coelacanthinen*) von einer medianen Parietalcrista z nach dem hinteren Ende des Postfrontale nach vorne divergente Cristen zu beobachten sind, wie sie vom Frontale nach hinten und dem vorderen Ende des Post-

\*) Soweit mit der Lupe zu ersehen, handelt es sich hier nicht um die stehengebliebenen „Sockel“ ausgefallener Zähne; dies ist nur möglich, wenn die Sockel der Knochensubstanz des zahntragenden Kiefertheiles angehören, was bei *Belonorhynchiden* nicht der Fall ist.

\*\*\*) Die Beziehungen des Praefrontale zu der Ethmoidwand, der Schädelbasis, besonders dem vorderen Pterygoidende einerseits und dem dermalen Schädeldach in praeorbitaler Verwachsung andererseits finden sich in ganz gleicher Weise bei den Säugethieren im Lacrimale wieder, das hierdurch den sich embryonal bildenden Thränenassengang in sich fassen muss. Es ist daher fehlerhaft, wenn man in palaeontologischen Abhandlungen über fossile Amphibien stets ein Lacrimale neben einem Praefrontale angegeben findet. Dieses Lacrimale ist wahrscheinlicher ein Homologon des Admaxillare der Fische, das sich stets zwischen dem Maxillare und den Suborbitalien (dem Jugale der Amphibien) in besonderer Differenzirung eingeschaltet findet: es ist bei Amphibien ebenso wechselnd wie bei den Fischen.

frontale erwähnt wurden. Hierbei ist randlich eine Anlagerungs- oder Verwachsungsstelle u besonders gekennzeichnet, die vielleicht noch zum Theil auf dem Frontale liegt; diese Punkte sind indess virtuell dadurch verbunden, dass die praeparietale Convergenz y in die parietale z überläuft. Dasselbe mechanische Moment, das bei der Bildung dieser Verdickungseristen am Frontale wirkte, hat sie auch am Parietale hervorgebracht und haben sich vorderes und hinteres Ende des Postfrontale in die Funktionen getheilt, die wieder median mit einander verbunden sind. Bedeutsam ist das Vorwalten der medianen Convergenzen dieser starken Cristalverdickungen und hiermit zusammenhängend der medianen Knochenverschmelzungen der Parieto-Frontalia im Sinne der Bildung eines festen Rückhaltes für die in Folge der schmalen, schnabelartigen, einer Stosswaffe ähnlichen Verwachsung von Ethmoid und Praemaxillaria auf dem Schädeldach auslaufenden Stösse und Erschütterungen.

Aehnliche Ursachen haben die nach dem Seitenrand des Schädeldachs sich richtenden seitlichen Divergenzen der Cristen des Frontale und Parietale; dieselben treten in dreimaligem Alterniren mit den medianen Cristalverdickungen in Befestigungsverbindung mit der seitlichen Schädelwand. Hierbei ist zu erwähnen, dass der mediane Theil der Beschaffenheit seiner Unterseite nach jedenfalls nicht auf dem Knorpelcranium aufgelegt hat und flache Stösse sich daher auf die knorpelige Seitenwandung des Craniums fortpflanzen mussten. Dies gilt auch für *Lepidosteus* und viele andere Fische und es ist hierin ein Theil der Erklärung dieser merkwürdigen zweiten Gewölbebildung des dermalen Schädeldachs über der knorpeligen Kapsel enthalten.

Eine enge mediane Verbindung des Schädeldachs mit dem Cranium ist in dem medianen hintersten Ausläufer der parietalen Crista z deutlich zu erkennen.

Zur Vervollständigung der Artcharakteristik ist in Fig. 4c die Abbildung der Aussen- seite eines Unterkiefers von *Saur. tenuirostris* skizzirt (vgl. Schmid und Schleiden; Die geogn. Verhältnisse des Saalthales bei Jena und H. v. Meyer: Palaeont. I). Es zeigt vor allen Dingen auf der linken Hälfte des Unterkiefers die scharfe Umbiegungskante des Angulare, so dass bei B beide Flächen desselben zu sehen sind, bei A nur die ventrale; Gleiches haben wir bei *Saurichthys striolatus* beobachtet. Die ventrale Seite des Angulare erscheint regellos tuberkulirt, die laterale dagegen liniirt, was Letzteres auch für *Saur. striolatus* gilt und besonders auch den Unterschied von dorsaler und lateraler Fläche des eigentlichen Schädels bildet.

*Saurichthys gypsophilus* nov. spec. (Fig. 6a, b, c).

In seiner „Uebersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleich zu den benachbarten Gegenden“ (Geogn. Jahreshfte I, 1889, S. 75) erwähnt Dr. H. Thüraich im Profil 5 (Jagstheim) unter 8e) (Bank der *Myophoria Goldfussi*) ein *Saurichthys*-Fragment von Altenmünster, dessen Besprechung wir hier folgen lassen.

Es besteht aus dem zum Theil nur im Abdruck vorhandenen Praemaxillar-Ethmoid-schnabel mit anhängendem Maxillarfragment der rechten Seite und dem in b vergrösserten hinteren Abschnitt der linken Maxilla.

Der Schnabel ist vorne ganz glatt; in  $\frac{1}{3}$  der Länge beginnt erst eine Skulptur, die dorsal in zerstreuten scharfen Tuberkeln besteht, lateral aus den mehrerwähnten charakteristischen senkrechten Streifen. Die Maxilla zeigt zwei deutlich getrennte Skulpturfelder, ein postorbitales und suborbitales; ersteres besteht aus der in b) und c) vergrösserten senkrechten Streifung (ca. 45 Streifen), die aus einer hauptsächlich verticalen Reihung von Tuberkeln mit schwach horizontaler Anordnung derselben resultirt. Zwischen den Tuberkelreihen sind noch ganz feine, continuirliche Leisten eingeschaltet. Das suborbitale Skulpturfeld besteht aus einer Ansammlung freier oder sich einmalig dichotom verzweigender, vom Unterrand der Maxilla nach der Orbita auseinanderstrahlender Leisten; der an die Orbita sich anschliessende Oberrand ist glatt und schwach nach innen eingebogen.

*Saurichthys apicalis* Ag. (Fig. 8a und b) und *S. Mougeoti* Ag.

Herr Professor v. Zittel war so gütig, mir das von Graf Münster und Agassiz abgebildete und beschriebene Unterkieferstück von *Saurichthys apicalis* nochmals zur Prüfung anheim zu stellen. Es wurde im Handbuch der Palaeontologie (III, 2. S. 266, Fig. 271) in ganz anderer Stellung als bei Münster

mit der Unterschrift „Schnauzenfragment nebst Unterkiefer“ abgebildet. Ich kann die Auffassung, dass der obere Theil der Figur zur Schnauze gehört, nur stützen, ergänze aber, dass der Unterkiefer an diesem vielberühmten Stück überhaupt fehlt.

Dass der dorsale Theil mit den grossen Zähnen ein Praemaxillare ist, geht ausser der Form auch noch daraus hervor, dass, dem Unterrande genähert, eine Reihe deutlicher Schleimcanalporen zu bemerken ist\*) (vgl. *Saurorhynchus*). Der mit kugeligen Zahntuberkeln besetzte untere Theil, welcher als Unterkiefer gedeutet wurde, ist nur der Vomer. Dieses war ausser der vordersten, untrennbar engen Verwachsung mit der Praemaxilla auch noch dadurch zu erweisen, dass bei der Präparation in das Gestein hinein auch noch die grossen Zähne der Praemaxilla der Gegenseite zum Vorschein kamen (vgl. Fig. 8a).

Der dem Vomer entsprechende dorsale Theil der Schnauzenoberfläche ist durch einen medianen First ausgezeichnet, während die entsprechende Linie im Unterkiefer von *Saurichthys* eine Furche zeigt. Die Skulptur besteht durchaus wie bei *Saurichthys striolatus* Bronn sp. und *tenuirostris* Müntz. dorsal aus Schmelz-Tuberkeln, seitlich aus zarten, senkrechten, welligen Streifen. Dieselben ändern am oberen Hinterrand ihre Richtung, wo auch deutlich der Knochen unterhalb einer scharfen Kante einen natürlichen Abschluss besitzt, welcher der Begrenzung des Nasenlochs (a) entspricht (vgl. Fig. 8b).

Fig. 8a stellt das Diagramm der bezahnten Gaumenseite dieses Exemplars dar. Hierdurch erscheint ein weiterer Hauptpunkt der Organisation von *Saurorhynchus* mit *Saurichthys* in Uebereinstimmung gebracht, wenn auch zu betonen ist, dass bei letzterem die Verschmelzung den ganzen Vomer erfasst hat.

Was die von Agassiz (Taf. 55a, 12 und 13) als Unterkiefer von *Saurichthys Mougeoti* bestimmten Knochen betrifft, so erkennt man sie nach den Abbildungen von Martin, Woodward und unsern Darstellungen von *Saurorhynchus* als Maxillaria mit der typischen postorbitalen Verbreiterung. Ein Unterschied dieses Knochens von dem gleichen bei *Saurorhynchus* scheint der zu sein, dass (abgesehen von der Skulptur) bei letzterem eine Differenzirung in grössere und kleinere Zähne nicht vorliegt.

Da bei den Agassiz'schen Abbildungen von *S. Mougeoti* auch starke Incisivlücken auf der Innenseite des Maxillare zu bemerken sind, so müssen hier auch grosse Zähne auf dem Spleniale gestanden haben, was auch an dem von mir zu *S. tenuirostris* gerechneten Unterkiefer Fig. 4b zu ersehen ist.

#### *Saurichthys macrocephalus* Deecke (Fig. 9a und b).\*\*)

Nach unseren genaueren Darstellungen der Osteologie der *Belonorhynchiden* glaube ich nicht, dass diese Art durch besondere osteologische Merkmale ausgezeichnet ist; einzelne Unterschiede der von Deecke sehr genau beschriebenen Exemplare lassen sich von diesem Gesichtspunkte aus als nicht natürliche feststellen.

So die Deutung einer suborbitalen Knochenkette, welche der Zertrümmerung des suborbitalen Stabes der Maxilla entspricht; weiter des rechteckigen unter der Nackenplatte (Squamosum und Parietale pro parte) gelegenen Knochens, der als Theil der hinteren Verbreiterung der Maxilla angesehen werden muss; hierdurch erscheint die Maxilla mit den Verticalstreifen durchaus *Saurichthys*-artig. Der Unterkiefer zeigt in seiner im Profil fast geradlinigen Begrenzung einen Theil der scharfen Umbiegung des Angulare nach der Ventralseite, wenn auch ein schmaler Streifen der Ventralfläche perspectivisch sichtbar ist, zeigt also hierin die Kennzeichen von *Belonorh. striolatus* und *Saurichthys tenuirostris*. Die Skulptur ist auch wie bei letzterem: auf der Seite ist er mit feinen schrägen Linien, längs des sichtbaren Ventralstreifens und im hinteren Winkel der Angulare mit Knoten besetzt. Wie *Saurichthys tenuirostris* und *apicalis* sind auch Nasenbein und Praemaxillare mit dem sich kreuzenden schrägen Liniensysteme fein gekörnelt. Die Skulptur ist also von *Saurichthys* nicht einmal spezifisch unterschieden und zeigt gleichzeitig der Unterkiefer die erwähnte gradlinige Be-

\*) Dies berechtigt auch den von Herm. v. Meyer, Pal. Bd. I von Langiewnick abgebildeten „Unterkiefer“ als vorderes Schnauzenstück des Oberkiefers zu erklären.

\*\*\*) Palaeontogr. XXXV, Taf. VII, Fig. 1 und 2, Palaeontol. Museum München.

grenzung. Unter dem Maxillare scheint ein, wie dies öfters bei *Saurorhynchus acutus* beobachtet wurde, herausgepresstes Dentale internum oder Spleniale zu liegen; das Parasphenoid ist in der unteren Orbita sichtbar, ist durch das hintere Maxillare durchgedrückt und theilt dieses scheinbar in zwei übereinanderliegende Parteen.

Den länglich dreieckigen Occipitalknochen oberhalb des Operculums halte ich für Supraclavicula, dahinter läge die eckig umgebogene Clavicula, darunter in umgedrehter Lage die Infraclavicula. Von ersterer und letzterer zeigt ein Exemplar des Münchener pal. Museums gute Abdrücke, die sich an dem vorderen kopflosen Ende eines in den Umrissen ziemlich wohl erhaltenen Rumpfes befinden (vgl. Fig. 9a und b, S. 149). Während die Seitenflächen des vorderen Schädels bei *Saurichthys macrocephalus* mit den Schmelzleisten versehen sind, sind die Leisten auf dem Operculum und der Infraclavicula schmelzlos und machen nur den Eindruck der Strahlung des Wachstums der knöchernen Basis, welche auch am Maxillare, Dentale und Nasale zu bemerken ist.. Gleiches gilt mit voller Sicherheit für Operculum und Infraclavicula von *Saurichthys striolatus*.

*Saurichthys gigas* und *S. gracilis* Woodward spec.\*)

Diese Arten, welche Woodward mit vollster Berechtigung an *Belonorhynchus striolatus* und *B. macrocephalus* angeschlossen hat, zeigen in der Skulptur der Knochen und der Form des Unterkiefers keine Unterschiede von *Saurichthys*. Was die Zähne betrifft, so unterscheiden sie sich sehr stark in Form und Streifung von denen des *Saurorhynchus acutus* und erlauben, wenn auch eine deutliche Grenze von Schmelzkappe und Wurzel fehlt, jedenfalls den nächsten Anschluss an *Saurichthys*.

Bemerkenswerth ist an den unpaaren Flossen das Einziehen der hintersten Flossenstrahlen zu einer ganz geringlappigen Bildung, der auch eine stärkere Convergenz der inneren Träger nach vorne entspricht, was bei den *Acipenseroiden* in dieser Weise nicht zu bemerken ist. Woodward's Angabe: some minute points may perhaps be interpreted as fulcra berechtigt Zweifel an der wahren Fulcralnatur, da bei keinem der von mir autoptisch untersuchten Perledo- und Raibl-Exemplare etwas derartiges zu bemerken ist. Hierüber folgen noch einige Bemerkungen in „Stellung der *Belonorh.* im System“ (s. unten).

### 3. Ueber die Gattungsmerkmale von *Saurorhynchus* und *Saurichthys*.

Einen ersten Hauptunterschied beider Gattungen bildet die Skulptur. Bei *Saurorhynchus acutus* wird ein oberflächliches Netzwerk von anastomosirenden gewundenen Leisten gebildet (mit dazwischen liegenden Grübchen und länglichen, blinden Furchen); bei *Saurichthys* dagegen liegen Tuberkeln und längliche Leisten vor, wobei die Furchen zu einem Netzwerk anastomosieren. Bei ersterem bestehen die Leisten aus Knochensubstanz, bei letzteren sind es (exclus. Operculum und Infraclavicula einiger Arten) Schmelzleisten; bei letzteren ist schliesslich eine regelmässige Anordnung in meist senkrecht zur Länge gerichteten Reihen auf der Lateralseite des Schädels ausserordentlich charakteristisch.

Die Leisten der Knochensubstanz bei *Saurorhynchus* gehen strahlig (mit den Unterbrechungen der seitlichen Anastomosen) vom Knochenzentrum aus und bezeichnen die Richtung des Knochenwachstums. Bei *Saurichthys* ist dies schwach in der Längsstreifung der Knochenbasis und in den Strahlungen und Verzweigungen der Havers'schen Canäle (vgl. die Struktur der *Polypterus*-schuppe) ausgedrückt; diese Canäle liegen in echter Knochensubstanz und besitzen nur wenig Dentinröhrchen, senkrecht zu ihrem Verlauf sind dagegen auf der Aussenfläche der knöchernen Basis die Schmelzleisten aufgesetzt.

Einen weiteren Hauptunterschied bildet der Unterkiefer. Das Angulare desselben ist bei *Saurorhynchus* infolge der oben (Seite 147) besprochenen mechanischen Momente nicht aus der Ebene der lateralen Unter-

\*) Mem. of the geol. Surv. of New South Wales. Palaeontol. Nr. 4, S. 22—30, Taf. VIII—X.

kieferoberfläche ventral eingebogen und zeigt einen stark bogigen Unterrand; bei *Saurichthys* ist der Unterrand des Unterkiefers im Profil ganz gerade und er entspricht der ventromedianen Umbiegungskante des Angulare. Dieser Kante, die auch in der Nasengegend des Schnabels im Oberkiefer wiederkehrt (vgl. Fig. 8 b) entspricht bei *Saurorhynchus* die obere Grenze des Schleimkanalstreifens des Angulare, welcher bei *Saurichthys* nicht so charakteristisch wie bei *Saurorhynchus* gezeichnet ist.

Diese für *Saurichthys* angegebenen Merkmale kommen bei den hierher gerechneten Arten im Gegensatz zu *Saurorhynchus* stets zusammen vor und erhalten sie daher die Dignität von Merkmalen, welche einer nächst höheren Ordnung der systematischen Stufen, als der Art zuzuschreiben sind. Das Gleiche gilt noch zum Theil für folgende Merkmale.

Die stets gestreiften, seltener glatten Zähne von *Saurichthys* stehen auf mehr oder weniger fein gestreiften Sockeln, die nur glatten Zähne von *Saurorhynchus* auf glatten Sockeln\*).

Die Zähne der inneren Gaumen- und Kieferknochen zeigen bei *Saurorhynchus* mehr den Charakter von Bürstenzähnen, bei *Saurichthys* den von kugeligen Tuberkeln.

Es scheinen auch die Zähne auf Dentale und Praemaxillare bei *Saurichthys* durchaus nicht in der grossen Regelmässigkeit angeordnet, wie bei *Saurorhynchus*. Mit dieser Unregelmässigkeit in der Stellung hängt bei ersterem auch die Unregelmässigkeit in der Grösse der Zähne zusammen; mit der Regelmässigkeit in der Grösse bei letzteren weiterhin die sehr starke Verschränkung der Kiefer durch das starke Uebergreifen der Zähne in den gegenständigen Incisivlücken (vgl. oben S. 147). Bei *Saurorhynchus*, der einen ausgebildeten Stossschnabel hat, wird durch diese Verschränkung Unterkiefer und Oberkiefer zu einheitlicher Stoss-Waffe vereinigt; die Form des Angulare ist hierdurch bedingt (vgl. oben S. 147) und vollendet die Wirkung des Kopfes als einer von dem sehr biegsamen Rumpf abgesehnten Pfeilspitze, während die Schnabelhälften bei *Saurichthys* mehr wie bei *Lepidosteus* greifend als stossend wirkten. Man erkennt in allen diesen Bildungen den jüngeren *Saurorhynchus* auch als den reduzierteren und spezialisirteren Typus\*\*).

Weniger leicht erkennbare Merkmale sind, dass bei *Saurichthys* auch grosse Zähne auf den hinteren Maxillare und Spleniale vorkommen können, was für *Saurorhynchus* noch nicht zweifellos constatirt ist.

Da in allen diesen Merkmalen alle Arten von *Belonorhynchus* (excl. *Bel. acutus*) mit *Saurichthys* übereinstimmen und dieselben sich gerade hierin von

\*) Ich habe mich hier der gewöhnlichen, aber fehlerhaften Bezeichnungsweise für die Zähne von *Saurichthys* bedient; unter „Sockel“ sollte man eigentlich nur einen Sockel der knöchernen Basis der Zähne verstehen, welcher verbleibt, wenn der Zahn ausgefallen ist. Obige Determination sollte eigentlich lauten: Die meist scharf abgesetzte Schmelzkuppe der Zähne bei *Saurichthys* ist gewöhnlich gestreift, seltener glatt, die Wurzel derselben ist stets gestreift; bei *Saurorhynchus* ist beides glatt.

\*\*\*) Im Uebrigen glaube ich, dass die Ansicht berechtigt ist, welche behauptete, dass, wenn die *Belonorhynchiden* zu den *Acipenseroiden* gehörten, ein Schnabel als Stoss-Waffe nicht hauptsächlich von den Kiefern gebildet wäre, sondern von Knochen der Ethmoidregion, denn die Bildung eines Rostrums ist bei jenen geradezu palaeotypisch. Bei *Lepidosteiden* liegt die Alternative gleich nahe (vgl. *Aspidorhynchus* und *Belonostomus*); bei *Acipenseroiden* aber liegt es durchaus ferner (vgl. nächstes Capitel), als bei *Crossopterygiern* und *Lepidosteiden*, dass den Kiefern der wesentliche Anteil an einer Schnabelbildung zufällt.

*Belonorh. acutus* unterscheiden, so wird *Belonorhynchus* ein Synonym von *Saurichthys* und *Belonorhynchus acutus* als Typus einer neuen Gattung gelten müssen.

#### 4. Ueber die Stellung der *Belonorhynchiden* im System.

Die Wanderungen, welche die Familie im System durchgemacht hat, sind bekannt; Woodward rechnet sie zuletzt zur „degenerate series“ der actinopterygoiden *Chondrostier*. Ich halte sie für *Crossopterygier*. Woodward bemerkt mit Recht von der Schwanzflosse „tail diphyccercal“ und ich glaube, dass mit dem Begriff der *Chondrostier* (*Acipenseroides* Traq.) eine *Diphyocerkie* nicht vereinigt werden kann.

Die Heterocerkie der *Crossopterygier* ist, wie bekannt, immer noch dadurch eine Art Diphyocerkie, dass auf den dorsalen Schwanzlappen noch wirklich active Flossenstrahlen sich befinden. Bei den *Chondrostiern* geht dieser dorsale Lappen verloren; durch den Verlust der Beweglichkeit reduzieren sich die Strahlen und die bleibenden, zu einem First des Schwanzlappens umgewandelten, schuppenartigen Basalglieder sind das, was wir Fulcra nennen; man sollte sie besser als Fulcralstrahlen bezeichnen.

Parallelbildungen zu diesen Fulcralstrahlen entstanden in der Stammesentwicklung dann zuerst auf dem ventralen Caudallappen und zwar an den externen Strahlen als schuppenartige Umbildungen der externen Längsglieder, die man am besten zur Unterscheidung von Fulcralstrahlen „Fulcralglieder“ nennen sollte; diese wiederholen sich dann auch bei den übrigen Flossen. Die Fulcralglieder sind bei den *Chondrostiern* zuerst klein und erlangen erst bei den *Holostiern* die gleiche Grösse wie die Fulcralstrahlen des dorsalen Caudallappens, worauf beide zusammen verschwinden.

Da nun hierin zwischen beiden letzteren Unterordnungen unverhältnissmässig geringere Unterschiede bestehen, als zwischen den *Chondrostei* und den von Woodward ihnen angeschlossenen *Belonorhynchiden*, so scheint mir die bedeutend ursprüngliche Diphyocerkie bei einem doch nur im Schuppenkleid degenerirten Typus mit sonst durchweg extrem fulcro-heterocerken Typen unvereinbar.

Die Umwandlung von Diphyocerkie zur extremen Heterocerkie geht nur durch Reduktion in der dorsalen Schwanzmuskulatur vor sich, welche nothwendig von Skeletänderungen begleitete ähnliche in den paarigen Flossen mit sich ziehen muss; diese Aenderungen in Bewegungsorganen gehen nicht vor sich ohne solche im Kiemen- und Kieferapparat. Ich halte dafür, dass die in letzteren Punkten vorliegenden Unterschiede von *Chondrostiern* und *Crossopterygiern* nur im engsten Zusammenhang mit dem Verlust des dorsalen Schwanzlappens der ersteren gedacht werden können\*).

\*) Es ist sogar wahrscheinlich, dass derartige Entwicklungen von dem Rumpf ausgehen (vgl. unten unsere Bemerkungen über *Coccolepis*) und den Schwanz zuletzt treffen; wir müssten also bei vollständig heterocerkem Schwanz schon sämtliche *Acipenseroiden*-Merkmale fixirt ansehen, wie auch bei den *Belonorhynchiden* schon gewisse nach *Acipenseroiden* und *Lepidosteiden* hinneigende Vereinfachungen zu beobachten sind, ähnlich solchen bei *Polypterus* und *Coelacanthus* im Spinal- und Interspinalskelet. Man wird aber auch *Coccolepis* ebensowenig aus den *Palaeonisciden* entfernen, wie deswegen die *Belonorhynchiden* nicht unter die *Crossopterygier* aufnehmen wollen.

Wie ist es nun aber mit dergleichen Veränderungen bei den *Belonorhynchiden*: eine lappige Pectoralis ist unverkennbar (vgl. Deecke Taf. III, Fig. 1,2; Bronn, S. 9, Zeile 20—25), ein Symplecticum scheint ganz zu fehlen; desgleichen fehlt im Gaumen das Metapterygoid wie bei *Polypteren* und es setzt sich so das *Coelacanthinen*-artige Pterygosuspensorium mit dem Ektopterygoid, wie bei *Coelacanthinen* etwas oberhalb des Parasphenoids an der seitlichen Schädelwand selbständig an. \*)

Auf Letzteres möchte ich einen besonderen Werth legen, wozu noch die von Woodward betonte palatal extension des Maxillare bedeutungsvoll hinzutreten kann.

Nicht unerwähnt darf ich hierbei lassen, dass die Kieferknochen in einer ganz fremdartigen Weise von Canälen mit schwacher Dentinbildung durchzogen sind, eine Erscheinung, wie sie lebhaft an die Schuppenstruktur von *Polypterus* erinnert.

Ob man die fast cycloiden Seitenliniensuppen noch zu den positiven Merkmalen rechnen darf, lasse ich dahingestellt, obwohl ich glaube, dass sie wegen ihrer kräftigen Schmelztuberkeln auch keinen in der Form wesentlich rückgebildeten Typus darstellen; aber es müssen auch ursprünglich eckige Schuppen, wenn sie ihre benachbarten Reihen verlieren nothwendig rundlich werden.

Nicht dagegen, aber auch nicht für die Zuthellung unter die *Crossopterygier* würde das Fehlen der Jugularplatten sprechen; das Gleiche würde ja ebenso gegen die Zuthellung zu den *Chondrostiern* auszunützen sein, da keine Radii branchiostegi vorhanden sind; das Fehlen der Jugularplatten erklärt zur Genüge die starke Verengung der Kehlseite, womit auch das Fehlen des Praeoperculum als ein Zeichen der Reduktion des Opercularapparates (vgl. *Coelacanthinen*) übereinstimmen würde. \*\*)

\*) Traquair hat bei *Polypterus* mit der Deutung eines offenbar dermalen Knochens, des Ektopterygoids als Metapterygoid auch die Deutung einer vom Gaumen ausgeschlossenen Verknöcherung als eines Palatinum verbunden; ich habe diese Deutung (Palaeontogr. XXXV, S. 87) angefochten und diese Verknöcherung als primäre angesehen. Das Gleiche that van Wyhe (Niederländisches Archiv für Zoologie 1879—1882, V.), indem er dasselbe als ein Autopalatinum erklärt und das von Traquair als Ektopterygoid bezeichnete Gebilde aus einer Verschmelzung des echten Dermo-Palatinums mit dem Ektopterygoid entstanden sein lässt. Da ein derartiges Verhalten bei Ganoiden und Teleostiern noch nicht beobachtet ist, weiter der Vergleich mit den Dipnoern doch nicht zwingend genannt werden kann (da hier die umfassende Knorpelverschmelzung des Pterygoidbogens mit dem Schädel vorgegangen ist, welche nothwendig auf Knochenverschmelzungen und -verdrängungen rückgewirkt hat und diese Ursachen bei *Polypterus* fehlen), so muss ich meine Deutung des Dermo-pterigo-palatinums (v. Wyhe) und Ektopterygoids (Traquair) als Palatinum schlechtweg aufrecht halten. Ich habe in Consequenz dieser Deutung das von beiden Forschern als Metapterygoid bezeichnete Gebilde als Ektopterygoid erkannt und habe die Ansicht, dass das Metapterygoid bei den *Crossopterygiern* überhaupt fehlt. Ausser den l. c. angeführten Gründen füge ich hinzu, dass diese Verknöcherung zugleich mit ähnlichen Bildungen im Hyoidbogen: der Gliederung des Hyomandibulare in ein solches und das Symplecticum, der Gliederung des Hyoids in ein Keratohyoid und Epiphyoid auftritt; der gleichen Gliederung ermangeln die Selachier und die ihnen am nächsten stehenden *Crossopterygier*. Die Selachier besitzen auch nicht die Gliederung des Quadratkiels in Metapterygoid und Quadratum, ein Mangel, der, wie ich meine, auch für die *Crossopterygier* gilt.

\*\*) Ebenso erinnert das oben bei *Saur. striolatus* erwähnte mediane, „episternale“ Gebilde an ein ähnliches von Joh. Müller bei *Polypterus* (vergl. Bau und Grenzen der Gan.) beobachtetes, zwischen die vorderen Enden der Infraclavicularia eingeschaltetes Knöchelchen

Auch ist die gelegentlich starke Entwicklung der Rippen und der Wirbelverknöcherungen durchaus nicht acipenseroid zu nennen.

Für nicht unwichtig halte ich auch das oben betonte Fehlen des Dermo-Angulare der *Lepidosteiden*, *Amiaden* und *Teleostier*, das neben dem auf Amphibien und Reptilien zu beziehenden schleimcanaltragenden dermalen Artikulo-Angulare bei den Kiemenhautstrahlen führenden *Lepidosteiden* und *Amiaden* stets im hinteren Winkel des Unterkiefers zu bemerken ist, bei *Crossopterygiern* (*Polypterus* und *Coelacanthus*) aber als solches wirklich fehlt. Das Vorkommen derselben scheint mit dem Besitz von Kiemenhautstrahlen, das Fehlen mit dem Besitz von Jugularplatten zusammenzuhängen; es würde also das Fehlen derselben bei den *Belonorhynchiden* zu Gunsten der *Crossopterygiernatur* sprechen.

In ähnlicher Weise ist auch das Fehlen des Supraangulare, das bei *Lepidosteiden* und *Amiaden* nie fehlt, anzuführen. In Zusammenhang mit den übrigen Merkmalen und dem Fehlen derselben bei den *Coelacanthinen* und *Polypterininen* gilt dies als eine Vermehrung der palaeotypischen Kriterien der *Belonorhynchiden*.

Das von Woodward in unbestimmter Weise beobachtete Vorkommen von Fulcralgliederartigen Bildungen bei *Belonorhynchus gigas* kann (vgl. oben) nach unseren Darlegungen nicht im Sinne echter Fulcralglieder ausgebeutet werden\*), da phylogenetisch die wichtigste Voraussetzung einer solchen Deutung, die Fulcralstrahlen, fehlen und die Schwanzflosse diphycerk ist. Dass wir es hier mit einer Fulcralbildungen ausschliessenden wirklichen Diphycerkie zu thun haben, wird niemand bezweifeln, der die einzelnen Stufen der Bildung der Homocerkie verfolgt: Verknöcherung der Wirbelsäule, Verschmälerung der der Schwanzflosse angehörigen Segmente, Verringerung der Zahl derselben bis auf einen Wirbel, hierdurch vollständiges Schwinden der dorsalen und ventralen Unterschiede, was bei einem Ersatz des so reducirten Flossenlappens durch Hinzutreten von Flossenbildungen aus den davorliegenden Segmenten nothwendig zu der diphycerkoiden Homocerkie führt.

Etwas Aehnliches kann bei dem primitiven Zustand der Wirbelsäule der *Belonorhynchiden* nicht angenommen werden; noch unnatürlicher wäre die Annahme einer Rückkehr aus chondrostierartiger Heterocerkie zur reinen Diphycerkie.

Das Vorkommen einer einzigen Dorsalis kann unmöglich von den *Crossopterygiern* ausschliessen; kommen doch bei den *Elasmobranchiern*, welche mit vielem Anderen ihre dorsale Dipterie direkt auf die *Crossopterygier* übertragen haben, sogar innerhalb einer Familie (*Acanthodinen*) einzählige und doppelte Rückenflossen vor.

Wenn also zu dem *Crossopterygier*merkmal der Diphycerkie im Schwanz noch Neigung zur Lappenbildung an den paarigen und unpaaren Flossen und das Fehlen echter Fulcralglieder an deren Strahlen hinzutritt, wenn weiterhin im Pterygoide skelet eine Bildung vorkommt, die bis jetzt nur bei *Crossopterygiern* zu bemerken war und in anderen Theilen mehr eine fast undefinirbare Hinneigung zu letzteren bei vollständigem Mangel von exklusiven *Acipenseroiden*-Merkmalen auftritt, so können die *Belonorhynchiden* nur zu den *Crossopterygiern* gestellt werden. Hierdurch wird auch die Gruppe der Chondrostei um ein unnatürliches Glied verringert und bleibt dieselbe so wohl abgeschlossen, wie sie Traquair aufstellte und wie es unter Anderem

\*) Es macht dies auch mehr den Eindruck einer sehr starken halb randlichen, halb distalen Zerschlitung der Flossenstrahlen.

z. B. die Holocephalen den Plagiostomen gegenüber sind. Ich halte die Fulcralstrahlen des heterocerken Schwanzes und die hiermit zusammenhängenden Bildungen an den übrigen Flossen für Merkmale von einer durch reductive Entwicklungen ebenso unwiderrufflichen Dignität, wie das Holocranium der Holocephalen mit der Reduktion der Kiefer und Zähne und zusammenhängend der Abwesenheit der wichtigen Flossenstachelwurzel. Hinzutreten bei diesen noch Merkmale, die die Kluft gegen die Plagiostomen vergrössern. „Degenerirte“ Typen mit „Diphyocerkie“ dürfen nur angeführt werden, wenn auch Urformen mit einer solchen bekannt wären, die andere typische Acipenseroidenmerkmale hätten, was ich entwicklungs-philosophisch für unmöglich halte. Diphyocerk können nur *Dipnoer* und *Crossopterygier* sein, *Acipenseroidei* nur fulcro-heterocerk: ein Hauptmerkmal, das mit im Grund unwesentlichen Umänderungen constant den ganzen, grossen Stammbaum der *Actinopterygier* begleitet.

## II. Lepidostei.

### Tetragonolepidae (non Dapediidae aut Stylodontidae).

#### Zur Gattung *Tetragonolepis*.

#### *Tetragonolepis semicinctus* Bronn (Fig. 11).

Die vorliegenden Fragmente des Rumpfes dieser Art stammen aus den Posidonienschiefern von Lichtenfels (vgl. v. Guembel: Geogn. Beschreibung der fränkischen Alb. 1891 S. 682\*). Das Bemerkenswerthe derselben habe ich in der restaurirten Figur des Innenskelets dieser Art und Gattung zusammengestellt. Es tritt in ihnen eine Eigenthümlichkeit hervor, die bis jetzt noch nirgends berücksichtigt werden konnte, aber ihrer morphologischen Bedeutung nach und bei der meist mangelhaften Erhaltung des Kopfes eine besondere Erwähnung verdient.

Es ist dies die Thatsache, dass in dem wohlerhaltenen Flossenskelet der *Analıs* auf je ein spinale Segment der Wirbelsäule zwei Interspinalia, jedes mit je einem dermalen Flossenstrahl verbunden treffen; also auf die 11—12 erhaltenen Haemapophysen 25 interspinale Flossenträger. Dies kommt nun normal weder bei den typischen *Lepidosteiden* und *Amiaden* vor, noch finden sich besonders bei den *Stylodontiden* Uebergänge zu einem solchen Verhalten. Hier zeigen auch die ältesten Formen, wie zum Beispiel *Ischypterus* (vgl. Newberry) und jüngere Vertreter der Familie z. B. *Dapedius* (vgl. Agassiz, Poiss. foss. Taf. 25b, Fig. 1 u. 2) deutlich das für *Lepidosteiden* und *Amiaden* wichtige und allgemeine Verhalten, dass die Träger der unpaaren Flossen eben so zahlreich sind, wie die durch ihre spinale Angliederung als zugehörig bezeichneten Wirbelsegmente. Eine bemerkbare Concentration der Flossenträger findet zwar stets statt, dies ist aber nur bei den vorderen und hinteren Strahlen der Fall, die mittleren zeigen direkt auf die ihnen zugehörigen Segmente; weiterhin kann dies hier bei *Tetragonolepis* nicht angewendet werden, da bei diesem zwischen dem vordersten Analträger, der hier wie stets das Ende der rippentragenden Bauchhöhle bezeichnet, und dem ersten Caudalsegmente gar keine interspinalienfreie Körpersegmente existiren, aus welchen sie sich concen-

\*) Die Verst. d. fränk. Lias von L. y. Ammon. S. 678—703.

trirt haben könnten. Dies geht auch sehr wohl aus der Quenstedt'schen Figur 5, Taf. 29 „Jura“ hervor, die auch theilweise zur Illustration der hier angezogenen Thatsache an der Dorsalis dienen kann.

Derartige Concentrationen des an die Spinalendigungen nicht fest angegliederten interspinalen Flossenträgerskelets, welche auch stets nur bei ganz kurzzeitigen Flossen zu bemerken sind, spielen im Zusammenhang mit dabei eintretenden Verschmelzungen der axonostalen Glieder bei *Elasmobranchiern* und *Crossopterygiern* eine wichtige Rolle. Bei *Acipenseroiden* und deren Stamme treten Verschmelzungen wohl nur gelegentlich in den vorderen Knorpeln auf; Concentrationen sind aber bei den kurzzeitigen Flossen stets zu bemerken; die kurzzeitigen Flossen zeigen keine Neigung, mit den Spinalskeletgliedern sich zu verbinden, statt dessen Neigung zu Concentrationen. Diese bewirken aber nur, dass auf einen Raum von ca. 11—12 Spinalendigungen im Maximum 15—18 Interspinalia kommen. Die drei bis fünf hervorragendsten derselben zeigen dabei meist auf eine zugehörige Spinalendigung. Bei *Tetragonolepis* ist eine Concentration, wie erwähnt, nicht möglich und wir müssen daher für die Erscheinung ganz regulärer „Diplopterie“ eine andere Erklärung suchen. Bei Selachiern ist die Diplopterie im Rumpf eine normale, indem auf je ein Metamer der Körperaxe zwei Interspinalia gezählt werden können. Bei Ganoiden ist sie dagegen nicht direkt beobachtet; es muss daher eine der beiden Interspinalanlagen sei es nicht mehr gebildet, sei es früher umgebildet oder früh verzehrt werden. Da nun dieses zweite Interspinal, das im Zwischenraum zwischen zweien Wirbeln liegt, nach P. Mayer (Mitth. der zool. Stat. Neapel Bd. VI.) auf je einen Doppelwirbel zu beziehen ist, dessen oberen Bogen das Intercalare (dessen (?) unteren Bogen je eine Rippe) bildet und alle diese Bildungen zerstreut und umgebildet auch bei älteren Ganoiden vorkommen, so sollte man annehmen, dass auch das zugehörige Interspinal noch gebildet werden müsse, dass auch hier der Diplospondylie eine „Diplopterie“ entspreche. — In der That findet sich am distalen Ende der metameren (axonostalen) Glieder des Interspinalskelets ein ganz reduziertes „interostales“ Glied bei vielen lebenden und ganz fossilen Ganoiden (*Lepidosteus*, *Amia*, *Caturus*, *Megalurus*, *Macrosemius*, *Histionotus*, *Propterus*) verknöchert vor, bei anderen wird es wohl vorhanden gewesen sein, war aber nicht fossilisationsfähig verfestigt; es ist zwischen den distalen Enden der axonostalen Interspinalien derart intercalirt, dass es vorne an einem Interspinal, hinten an dem darauffolgenden Flossenstrahl articulirt. Man muss es also entweder als ein selbständiges Gebilde ansehen oder als eine Abgliederung des vorhergehenden Interspinal, wie es zum Beispiel bei *Perca* erscheint; Cuvier bezeichnet hier dasselbe Gebilde als une sorte d'épiphyse, laquelle dans plusieurs espèces produit une petite point, qui donne dans l'articulation du rayon suivant (Hist. nat. des poissons I, S. 364). Bei den fossilen Ganoiden erscheint es aber durchaus selbständig und nur schief von vorne nach hinten aufsteigend zwischen den distalen Enden der Interspinalia und den proximalen der äusseren Strahlen ausgespannt, da, wo sich also die Rudimente von interspinalen Anlagen am längsten erhalten müssen\*). (Vgl. *Polypterus*: Cope, Am. Nat. 1890, Taf. 16.)

Als selbständiges Flossenglied aufgefasst, würde das „interostale“ Knöchelchen also jedem zweiten Interspinal bei *Tetragonolepis* entsprechen, wo dasselbe den hier noch selbständigen oder wieder einen selbständigen äusseren Flossenstrahl erhalten haben würde. Ich glaube annehmen zu dürfen, dass es einen solchen durch eine Theilung je eines äusseren Flossenstrahles wieder erhalten hat, da bei den *Lepidosteiden* die äusseren Flossenstrahlen in der Zahl mit den metameren Interspinalien stimmen müssen und *Tetragonolepis* doch zweifellos ein *Lepidosteide* ist. Wir hätten also bei *Lepidosteiden* ein selbständiges und unselbständiges interostales Interspinal und zwar scheint darin ihre Homologie ausgedrückt zu sein, dass das eine da fehlt, wo das andere entwickelt ist. Gut verknöchert ist das interostale Glied hauptsächlich bei den langzeitigen, an das

\*) Wie die Intercalaria der *Elasmobranchier* sich (den Nerven nach) enger an den vorhergehenden oberen Bogen, als den folgenden anschliessen und distal verdrängt erscheinen, wie der Doppelwirbel bei Ganoiden mit jedem vorhergehenden Wirbel verschmilzt, wie die vielleicht ebenso „intercalaren“ Rippen sich an ihr vertebrales Homologon, die unteren Bogen angliedern, so erscheint auch das interostale Glied der Diplopterie eng an das vorhergehende Interspinal angefügt.

Spinalskelet eng angegliederten Flossen, wo auch stets die Metamerie der eigentlichen Interspinalien ausserordentlich deutlich hervortritt (vgl. *Amia*, *Macrosemius*, *Histionotus*, *Propterus*, *Disticholepis*). Bei *Tetragonolepis*, wo eine langzeitige Flosse sich ebenso eng an die Spinalia angliedert, wo wir daher Gleiches verlangen könnten, fehlt dasselbe, statt dessen haben wir ein selbständiges interostales Glied. Durchaus gilt auch, soweit mir bekannt, für die Teleostier, dass, wo je zwei selbständige Interspinalia auf je ein Segment fallen, das interostale Knöchelchen fehlt, wo es aber wie bei *Perca* vorhanden ist, sind nur metamer die Interspinalia als selbständige Flossenträger entwickelt. Eine weitere Ausführung zu dieser Auffassung der „Interostalia“ findet sich in den drei letzten Anmerkungen dieses Textes (vgl. S. 167—170).

Ausser bei Teleostiern nun, bei welchen in vielen Familien also diese Eigenthümlichkeit Regel geworden ist, finde ich dieselbe in ganz gleichem Auftreten bei den älteren Teleostomen nur unter den *Pycnodontiden* wieder (ein scheinbar ähnliches Verhalten bei *Dorypterus* (Fig. 10) erhält in einem Nachtrag eine kurze Besprechung).

In der That zeigt auch diese Familie oder Unterordnung mit langzeitigen Flossen ausnahmslos in voller, unzweideutiger Regelmässigkeit an der Dorsalis und Analis, mit äusserster Bestimmtheit der Bezugnahme auf die einzelnen Spinalsegmente je 2 Interspinalia; desgleichen zeigen sie auch die Unmöglichkeit einer Concentration dieser Glieder, da zwischen der Bauchhöhle und dem Schwanz keine verfügbaren flossenfreien Segmente existiren, überhaupt kein beschuppter flossenstrahlfreier Schwanzstiel — ausser bei *Mesturus* — vorhanden ist. Ein solcher fehlt auch bei unserem *Tetragonolepis* während er bei fast allen *Dapedius*-Arten sehr wohl entwickelt ist. Desgleichen zeigen sie auch kein interostales Knöchelchen und nicht einmal den Raum, wo ein solches gelegen haben könnte.

Mit *Pycnodontiden* stimmt weiter überein das Fehlen der Fulcra auf allen anderen Flossen ausser an dem dorsalen Schwanzlappen, wie die pleurolepide Art der Beschuppung, die schon Egerton betonte, hierdurch eine ganz besondere Bedeutung im Hinblick auf die Abstammung der *Pycnodontiden* erhält.

Jedenfalls ist hierdurch klargestellt, dass *Tetragonolepis* aus der Familie der *Stylodontiden* entfernt werden muss; er passt aber auch in keine andere Familie der *Lepidosteiden*. Den nächsten generellen Anschluss scheint er in dem obertriassischen *Cleithrolepis* zu haben, den v. Zittel mit Frage zu den *Pycnodontiden*, Woodward zu den *Dapediiden* (*Stylodontiden*) stellt; der Fulcralbesatz scheint hier im Schwinden zu sein. Ich schlage daher vor, beide *Tetragonolepis* und *Cleithrolepis* in eine neue Familie, die *Tetragonolepiden*, zu vereinigen, die zwar durch Formen wie *Homoeolepis* äusserlich eng an die *Dapediiden* (*Stylodontiden*) angeschlossen sind, aber durch ihre deutlichen Uebergangsbildungen zu den *Pycnodontiden* systematisch den Ausdruck einer ganz abgesonderten Stellung verlangen.

Dies wird wohl noch durch weitere Betrachtung des Innenskelets klarer; wir werden hier aber besser von den *Pycnodontiden* selbst ausgehen und betrachten, in welcher Weise sich dieselben an die *Lepidosteiden* im Allgemeinen anschliessen, als deren ein Vertreter *Tetragonolepis* von allen Forschern mit Entschiedenheit bis jetzt angesehen wurde.

Das Spinalskelet der *Pycnodontiden* besteht innerhalb des Bereichs der dorsalen unpaaren Flosse aus den bogenartigen, mit breiter Chordalbasis versehenen Umhüllungen des Neuralcanals, die sich oberhalb desselben in einen unpaaren Dornfortsatz verlängern. Unmittelbar vor der Dorsalis besteht dasselbe aber aus deutlich getrennten oberen Bogen und echten unpaaren Dornfortsätzen, welche bis zur Rückenkaute reichen. Dies ist, wie wir unten bei der Besprechung des Verwechselungen ermöglichenden Verhaltens des Interspinalskelets von *Dorypterus* sehen werden, ein im Gegensatz zu den Verhältnissen

bei *Acipenseroiden* stehendes typisches *Lepidosteiden*merkmal, worauf ich kurz eingehen muss. Bei sämtlichen *Lepidosteiden* und den eng angeschlossenen *Amiaden* sind zum Theil unterhalb der Dorsalis, sicher aber von deren letzten Strahlen an nach hinten die Dornfortsätze unpaar und nicht von den oberen Bögen getrennt; vor dieser scharfen Grenze bemerkt man aber, dass das den Dornfortsatz darstellende Gebilde aus zwei Hälften besteht und jede Hälfte continuirlich in die als obere Bogen gekennzeichneten Abschnitte übergeht, d. h. die oberen Bogen sind hier bei fast sämtlichen *Lepidosteiden* und fossilen *Amiaden* über den dorsalen Convergenschluss des Neuralcanals (der Stelle des fibrösen Längsbandes) hinaus stark verlängert und median eng zu einem falschen paarigen Dornfortsatz neben einander gelegt\*). Hinter der Dorsalis scheinen dieselben zu einem unpaaren falschen Dornfortsatz zu verschmelzen; bei *Amia* ist es ganz deutlich, dass der echte Dornfortsatz durch diese sich hyperneural verlängernden Bogenhälften nach oben verdrängt und verschoben wird und endlich verschwindet, während die (?) falschen unpaaren Dornfortsätze erst nach einem Zwischenraum von ca. 50 Wirbel gegen Ende (ca. 15 Wirbel vor demselben) der Rückenflosse auftreten, was für Verschmelzung zu sprechen scheint.

Hierdurch ist klargestellt, dass die von Palaeontologen meist als „blinde Interspinalia“ bezeichneten, nach vorne stark concaven, sich an die falschen Dornfortsätze eng anschliessenden Knochen nichts anderes sind, als die verschobenen oberen Dornfortsätze (die auch schon deswegen keine Interspinalia sein können, weil sie sich stets noch zwischen die Interspinalia der Dorsalis und die falschen paarigen Dornfortsätze unterhalb der Dorsalis, oft sogar bis zum Ende derselben einschieben\*\*).

\*) v. Zittel (Handbuch der Palaeontologie III, S. 140) vermuthet, dass die Spaltung der oberen Dornfortsätze in der vorderen Körperhälfte dadurch zu erklären sei, dass dieselben noch einen knorpeligen Kern umschlossen hätten, der unvollkommen verknöchert wäre. Gegenbaur hat (Jen. Zeitschrift, 1867) dargestellt, dass bei *Lepidosteus* diesen Fortsätzen zwei Knorpelkerne zu Grunde liegen, und aus seinen Figuren geht weiter hervor, dass da wo der (?) falsche Dornfortsatz unpaar ist, auch die Knorpelkerne verschmolzen sind. Es sind die gespaltenen falschen Dornfortsätze also nur Verknöcherungen von getrennten und nicht verschmolzenen knorpeligen Fortsätzen der oberen Bögen und haben mit dem eigentlichen Dornfortsatz nichts zu schaffen; derselbe folgt am distalen Ende der „falschen“ Dornfortsätze, vergl. die Zusammenfassung im Nachtrag S. 170 unten.

\*\*) Diese Beobachtungen sind an dem Material des mineral.-geol. Museums in Dresden und des pal. Instituts in München bei *Pholidophorus*, *Eugnathus*, *Aspidorhynchus*, *Ophiopsis*, *Caturus*, *Pachycormus*, *Euthymotus*, *Eurycormus*, *Sauropsis*, *Strobilodus*, *Hyposcormus*, *Agassizia*, *Callopterus*, *Macrorhipis*, *Megalurus*, *Aethalion*, *Leptolepis* und *Thrissops* gemacht und sollten mit dem Gegensatz bei *Acipenseroiden*, der unten näher durch *Dorypterus* befestigt wird, in die Fundamentaldefinitionen der beiden Ordnungen aufgenommen werden. Für *Lepidosteus* lässt sich das gleiche Verhalten der Dornfortsätze, abgesehen durch die Beobachtung, auch schon durch Combination der Agassiz'schen Tafel mit Daten aus der „Zootomie der Fische“ von Stannius folgern (S. 21). Was *Amia* betrifft, so ist es in deren Litteratur schon mehrfach erwähnt. Bezüglich *Lepidosteus* vergleiche man auch Gegenbaur, Jen. Zeitschrift für Medicin 1867 (Taf. IX, Fig. 21 und Tafelerklärung S. 420), wo die „echten“ Dornfortsätze zum Theil als solche bezeichnet werden, zum Theil als unpaare an die paarigen Fortsätze der oberen Bogen angefügte Knochenstäbe. Vetter bezeichnet sie (Mittheil. aus dem Museum in Dresden 1881, S. 55) für eine grosse Anzahl von fossilen Gattungen als „Interspinalia“; in v. Zittels Handbuch sind sie desgleichen als „blinde Interspinalia“ (*Hyposcormus*, *Callopterus*, *Oligopleurus* etc.) angeführt.

Das Verhalten bei den *Pycnodontiden* ist nur wenig modificirt: Die unpaaren (? falschen) Dornfortsätze beginnen sogleich mit dem ersten Strahl der Dorsalis, die echten folgen direkt davor, reichen als schlanke Stäbe bis an die Rückenkante und setzen, wie bei den ersten Wirbeln von *Amia*, an der Stelle des fibrösen Längsbandes auf den oberen Bogen auf; ähnliches Verhalten ist unter den *Lepidosteiden* nur von *Dapedius Colei* (Ag: Poiss. foss. Taf. 256, Fig. 1—3) bekannt.

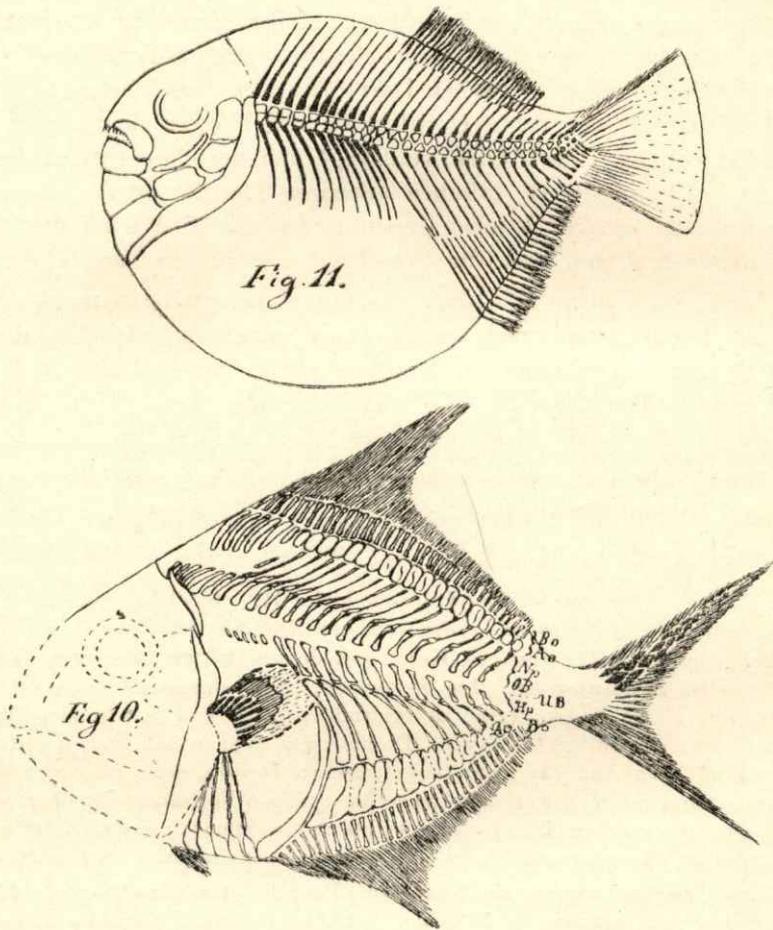


Fig. 10. Restauration des Spinal- und Interspinalskelets von *Dorypterus* nach den Abbildungen von Gernar & Münster, (Beiträge zur Petrefacten-Kunde Bd. I, S. 35 und 44), Hancock & Howse (Quarterly Journ. Geol. Soc. S. 633), v. Zittel (Handbuch Bd. III S. 252) unter Berücksichtigung des Exemplars im Münch. pal. Institut.

Fig. 11. Restauration des Spinalskelets von *Tetragonolepis semicinctus* Bronn; nach Fragmenten der Samml. des kgl. Oberbergamtes und nach Quenstedt, Jura, Taf. 29 ergänzt; das äussere Flossenskelet ist schematisch gehalten.

*Tetragonolepis* stimmt nun hierin in folgenden Punkten mit den im Vorhergehenden erwähnten Eigenthümlichkeiten der *Pycnodontiden* überein; 1) sind die (? falschen) Dornfortsätze unterhalb der ganzen Dorsalis unpaar, während sie bei *Dapedius* echt lepidosteoid unter Begleitung von echten Fortsätzen noch paarig

bis zum 7. Flossensegment reichen \*); 2) existiren vor der Dorsalis keine falschen paarigen Dornfortsätze, sondern nur einheitliche vom Neuralcanal bis zur Dorsalkante reichende unpaare Stäbe (vergl. Schluss des Anhangs).

Hierbei ist nun zu bemerken, dass hier ein Unterschied vorliegt, der ebenso gegenüber allen *Lepidosteiden* als den *Pycnodontiden* gilt: Es sind vor der Dorsalis keine getrennten oberen Bogen vorhanden. Es sind dieselben also entweder mit dem echten bis zur Rückenkante reichenden Dornfortsätzen verschmolzen oder sie existirten knorpelig in dem geringen Raum zwischen den basalen Theilen der Dornfortsätze und den hier einen Ring bildenden Halbwirbeln oder sie sind durch Entwicklung seitlicher Fortsätze des echten Dornfortsatzes nach unten um den Neuralcanal herum überhaupt verdrängt. Die beiden letzteren Fälle haben die geringste Wahrscheinlichkeit für sich.

Bei *Tetragonolepis* habe ich weder untere Bogen im Bereich der vorderen Anals gesehen, noch solche im Bereich der Rippen; ich halte dafür, dass sie mit den Haemaphysen und Rippen verschmolzen sind.

Bei sehr vielen jurassischen *Lepidosteiden* und *Amiaden* existiren nämlich auch ventral sowohl im Bereich der Rippen, als der unteren Dornfortsätze die unteren Bögen und reichen bei manchen Formen (vgl. die Abbildung von *Histionotus Oberndorferi* Wagn. in v. Zittels Handbuch S. 218) bis zur vorderen Grenze der Wirbelsäule; sie sind am stärksten an der hinteren Grenze der Bauchhöhle und dem Anfang des Schwanzes\*\*), wo sie nach unten convergirend den unteren Dornfortsatz tragen. Bei *Pycnodontiden* existiren wie obere Bogen so auch untere Bogen im Bereich der Rippen vom Beginn der Wirbelsäule an, fehlen aber, entsprechend dem Hiatus im Spinalskelet der Dorsalseite, auch im Bereich der Anals.

So sehen wir, dass *Tetragonolepis* auch im Spinalskelet in sehr bemerkenswerthen Eigenthümlichkeiten von den *Lepidosteiden*, speziell auch von *Dapedius*\*\*\*)) abweicht und andere bemerkenswerthe Punkte mit den *Pycnodontiden* theilt, welche dann wieder ihrerseits im Innenskelet sehr wesentliche *Lepidosteiden*merkmale besitzen. Es dürften sich ungefähr die *Tetragonolepiden* zu den *Dapediiden* verhalten, wie die *Rhynchodontiden* zu den *Sauroidontiden*.

Der aus der erwähnten Abbildung von *Dapedius Colei* zu entnehmende Unterschied von *Tetragonolepis*, dass auf je ein Spinalsegment resp. ein und

\*) Nach der im Anhang über *Dorypterus* am Schluss der Zusammenfassung gegebenen zweiten Auffassung der Verhältnisse müsste es hier heissen 1) sind Dornfortsätze und obere Bogen unterhalb der ganzen Dorsalis zu einheitlichen Neuralgabeln verschmolzen, während etc. 2) lässt die gleiche Verschmelzung vor der Dorsalis nicht die Annahme ursprünglich vorhandener „falscher“ Dornfortsätze zu (vergl. *Dapedius* p. 164 oben).

\*\*) Bei *Caturus* zeigen sie an ihrem Vorderrand einen kleinen runden Ausschnitt, der sich nach vorne hin zu einem kleinen Loch schliesst; es kann dies nur dem Durchtritt von Nerven oder Gefässen gelten. In Analogie mit den oberen Bogen könnte man hier an ein Nervenloch für den Zweig der ventralen Wurzel der Spinalnerven denken, welcher sich um den Wirbelkörper herumschlägt und sich nach der Innenseite der Bauchwandung begiebt (vgl. Cuvier, Hist. nat. des poiss. Tome I, Taf. V). Ich führe dies an, weil man vielleicht annehmen könnte, ich hätte diese Körper mit Hypocentren verwechselt; abgesehen davon, dass diese bei *Caturus* noch ausserdem vorhanden sind, zeigt obige Erscheinung von so grossen Nerven- oder (?) Blutgefässdurchtrittslöchern (wohl zu unterscheiden von den Capillargefässen der Knochenbildung), dass diese Gebilde ausserhalb der Peripherie der Wirbelanlagen gelegen haben müssen; sie liegen wie bei den Elasmobranchiern genau vertebral, während die Rippenangliederungsstellen mit den Trennungslinien der Wirbel zusammenfallen.

\*\*\*)) Die eigenthümliche obere Endigung der Rippen bei *Dapedius Colei* lässt mit ziemlich grosser Sicherheit knorpelig gebliebene untere Bögen vermuthen.

zwei Interspinalglieder fallen, dass bei ersteren die neuralen Dornfortsätze vor und bis unter das ca. siebente Glied der Dorsalis von den oberen Bogen getrennt bleiben, während sie bei *Tetragonolepis* miteinander an sämtlichen Segmenten verschmelzen, muss die eine Gattung aus der Familie der anderen ausschliessen; denn vollste Gleichheit im Axenskelet muss nothwendiger Weise als Grundlage zur Zugehörigkeit zu einer Familie verlangt werden.

Was ihre Beziehungen zu den *Pycnodontiden* betrifft, so deuten ausser den erwähnten Punkten des Innenskelets noch die Art der Beschuppung, das Verhalten der dermalen Flossenstrahlen, der Verlust der Fulcralbildungen bis auf die Fulcralstrahlen des oberen Caudalfirstes, die Rückbildung des Branchiostegalapparates in 2 jedenfalls schlecht bewegliche Platten, Reduktionen an, welche bei den zeitlich jüngeren *Pycnodontiden* weiter geschritten sind. Hierzu gehört auch vielleicht das Vorsandensein der Verknöcherungen um die Chorda bei *Tetragonolepis*, welche bei den *Pycnodontiden* ganz fehlen; es steht dies Vorkommen übrigens ebenso in gewissem Gegensatz zu den *Dapediiden* als zu den *Pycnodontiden*. Bemerkenswerth ist hierbei das Fehlen der Diplospondylie bei *Tetragonolepis*, eines auf die *Lepidosteiden* indirekt von den Elasmobranchiern ererbten ursprünglichen Verhaltens; eine gleiche Reduktion muss für die *Pycnodontiden* gelten, denn an eine knorpelig vorgebildete Diplospondylie bei dem Verhalten der oberen und unteren Bogen zu denken, wäre ungereimt. Die Zahnlosigkeit des Maxillare bei *Pycnodontiden*, die Rückbildung des seitlichen Dentalrandes lässt weiterhin die Pycnodontie stärker hervortreten, als sie es im Vergleich zu den sphaerodontiden *Lepidosteiden* überhaupt in Wahrheit ist. Die Reduktion des Kiemendeckels, den Kiemenhautknochen und Wangenplatten bringt die *Pycnodontiden* in ein ähnliches, aber umgekehrtes Verhältnis zu den *Lepidosteiden*, wie die lebenden *Acipenseroiden* und die permischen *Platysomiden* zu einander stehen; es erscheinen mir so die *Pycnodontiden* eben so innig an die *Lepidosteiden* anzuschliessen, wie es an die letzteren die *Amiaden* sind \*). Was die *Pycnodontiden* mit den acipenseroiden *Platysomiden* gemeinsam haben könnten, das will ich in Folgendem, was das Innenskelet betrifft, im Anschluss an *Dorypterus* berühren, den wir schon betreffs des Interspinalskelets in Vergleich mit *Tetragonolepis* setzen müssen.

---

\*) Vielleicht wird man genöthigt sein *Dapediidae* und *Tetragonolepidae* mit ihren Übergangsformen *Homoeolepis* und *Cleithrolepis* in einer den *Amiaden* und *Lepidosteiden* gleichwerthigen Gruppe zu vereinigen, welche den Übergang zu den *Pycnodontiden* bildet.

(Anhang über *Dorypterus*.)

Der oben berührte Gegensatz im Spinalskelet einerseits der *Acipenseroiden* und andererseits der *Lepidosteiden*, *Amiaden* und *Pycnodontiden*\*) liesse sich zwar einfach durch Hinweis auf *Acipenser* entscheiden; jedoch ist die Allgemeinheit dieser Eigenschaften hierdurch nicht erwiesen, was am besten aus dem Vergleich zweier ganz entfernter Typen der *Acipenseroiden* hervorgeht. Hierzu eignen sich wohl kaum zwei Formen mehr, als einerseits die lebenden Vertreter der „degenerate series“ der *Palaeonisciden* und andererseits ein sehr alter degenerirter Vertreter der *Platysomiden*. In diesem Vergleich wird sich das eigentliche Verhalten des Interspinal- und Spinalskelets des *Acipenseroidenstammes* am besten widerspiegeln. Der jurassische auch im Schuppenkleide anomale *Coccolepis* scheint hiervon abweichend nach den Angaben in Woodward's Catalogue II zu den gewiss seltenen Formen zu gehören, die in wichtigen Punkten des Innenskelets zu den *Lepidosteiden* überleiten.

*Dorypterus Hoffmanni* Germ. zeigt auf Fig. 10 im peripheren Theile des Flossenskelets eine die Anzahl der Körpermetamere weit übertreffende Anzahl der mit den äusseren Strahlen verbundenen Träger und hat hierin anscheinend einige Aehnlichkeit mit *Pycnodontiden* und ein *Tetragonolepis* äusserlich vergleichbares Verhalten. Da ich mich auf keine endgültig entschiedenen Angaben in der Litteratur über *Dorypterus* beziehen kann, so gebe ich hier den Inhalt einer Notiz über das in München befindliche Original-exemplar Münster's, welche ich mir bei meinen Studien im pal. Inst. daselbst gemacht habe. Die beigegebene Restauration ist nach den Figuren von Gernar, Münster, Hancock und Howse und von Zittel zusammengestellt.

Schuppen besitzt *Dorypterus* ausser am oberen Schwanzlappen nur zwischen dem unteren Schultergürtel und der Anals; die der Bauchkante zunächst liegenden breiteren Schuppen bilden eine Art dermales Sternum; nach der Ansatzstelle der Brustflosse setzen sie in ganz schmalen fadenförmigen „pleurolepiden Gebilden“ fort. Alle übrigen Gebilde des Rumpfes gehören zum Innenskelet und bestehen dorsal und ventral der Chorda aus vier Reihen. Die zwei der Chorda zunächst liegenden Reihen gehören zum Spinalskelet; es sind dies je die stabförmigen Neural- und Haemalbögen\*\*) (nach vorne convex, mit

\*) Ich will hier als wichtige Ergänzung bemerken, dass die Beziehung der Ablösung der unpaaren getrennten „ächten“ Dornfortsätze durch die Verschmelzung der paarigen Verlängerungen der oberen Bogen, die ich „falsche“ Dornfortsätze nannte — zu dem Ausdehnungsbereich der Strahlen der Dorsalis eine sehr wichtige, wenn auch sekundäre Beziehung ist. Diese Ablösung entspricht mit wenig Ausnahmen dem Eintritt der Haemapophysen mit dem endlichen Verschwinden der separaten Haemalbogen. Der Beginn der ersten Haemapophysen an den unteren Bogen entspricht aber sowohl im Durchschnitt dem Ende der Leibeshöhle als dem Anfang der Halbwirbel, dessen Beziehungen zum Anus Paul Mayer (Mitth. der Zool. Station Neapel 1886) bei den Selachiern festgestellt hat. In weitaus der Mehrzahl der Fälle folgt auf letzteren direkt die Anals. Die Dorsalis der *Acipenseroiden*, *Lepidosteiden* etc. entspricht aber wahrscheinlich der zweiten Dorsalis der *Crossopterygier*, vieler lebender und der meisten fossilen *Elasmobranchier*, die, wenn die erste Dorsalis eine thorakale Stellung hat, sich sets über der Grenze der Leibeshöhle und des Schwanzes meist einige Segmente vor der Anals hält. Diese Stellung behalten obige *Actinopterygier* in ihrer einzigen Dorsalis constant bei und hieraus resultiren auch die Beziehungen der Punkte der Verdrängungen und Verschmelzungen der einzelnen Glieder des Spinalskelets zu dem Bereich der Strahlen der I. Dorsalis. Wahrscheinlich ist nun auch, dass die Stellung der Dorsalis über der hinteren Grenze der Leibeshöhle und dem Anfang des Schwanzes eine funktionelle Bedeutung hat.

\*\*) Die Theile verhalten sich ähnlich wie bei *Chondrosteus acipenseroides*; hier sind nur die oberen Bogen und Dornfortsätze im Rumpfabschnitt verknöchert; Rippen und untere Bogen, so wie die jedenfalls nach dem *Acipenser* vorauszusetzenden *Intercalaria* sind knorpelig geblieben. Was letztere betrifft, so bleibt es zweifelhaft, ob bei *Dorypterus* die Zwischenräume zwischen den oberen Bogen durch eine Knorpelmembran oder durch Knorpelige *Intercalaria* geschlossen waren.

breiterer proximaler und distaler Endigung) und daran anschliessend, aber von ihnen getrennt, die oberen und unteren Dornfortsätze; es sind dies also ächte Dornfortsätze, sie sind wie meist bei den *Lepidosteiden* und *Amiaden* stark nach vorne concav, jedoch bei *Dorypterus* in einem wichtigen Unterschied zu letzteren Unterordnungen längs der ganzen Anal- und Dorsalflosse vorhanden, wo bei den *Lepidosteiden* und *Amiaden* die Neuralgabeln dafür eintreten. Dasselbe gilt auch für *Acipenser* und es lässt sich dies auch bei *Platysomus* erkennen (vgl. Pal. Soc. 1848 King, Perm. foss. Taf. XXVII). Ich habe oben an der letzten dem Text angefügten Anmerkung betont, dass der Hiatus von unächtigen paarigen zu unpaaren Dornfortsätzen bei *Lepidosteiden* etc. nur indirekte Beziehungen zur Dorsalis hat, dagegen direkte zum Beginn des Schwanzes und dem Ende der Leibeshöhle. Die Dorsalis von *Dorypterus* ist aber überwiegend Schwanzdorsalis. \*)

Dies ist ein Unterschied von *Chondrostiern* einerseits, den *Lepidosteiden* und *Amiaden* andererseits, der zu den fundamentalen gerechnet werden muss, wenn er auch für den acipenseroiden *Coccolepis* nicht gilt, der aber auch noch andere *Lepidosteiden*merkmale als Uebergangsform zu besitzen scheint.

*Dorypterus* besitzt nun auch typische *Acipenseroiden*merkmale im Interspinal- oder Flossenträgerskelet; es besteht nämlich aus zwei Reihen, den Interspinalien I. und II. Ordnung (axonostalen und baseostalen Gliedern). Die Glieder erster Ordnung sind breite Platten; bei ihrer peripheren Dünne sind ihre Trennungslinien schwer zu erkennen, doch zeigt sich ihre Gliederung in den „sigmoidal“ in der Längsrichtung der Platten entwickelten Verdickungsaxen. Es sind dies die Knorpelpersistenzaxen, welche die Reste der Knorpelanlagen von plattig sich entwickelnden Röhrenknochen tragen (vgl. Reis, Palaeontogr. XXXV, Taf. V, Fig. 3—7). Die proximalen, etwas breiteren Endigungen dieser Axen stossen nun auf die ebenso breiten distalen Endigungen der ächten Dornfortsätze correspondirend auf; es liegt ein Angliederungsverhältniss vor und es sind diese Platten unpaare, metamere Gebilde der sagittal-axialen Verticalebene. In der Analis sind die Verdickungsaxen stärker nach vorne und unten gerichtet, was auch für die Interspinalia I. Ordnung der Analis von *Platysomus* gilt. Das vorderste Glied derselben ist bei *Dorypterus* zu einer Bauchschiene entwickelt, wie dies sehr häufig bei „platysomen“ Fischtypen zu beobachten ist; die Befestigung dieser Schiene findet nicht am distalen Ende, sondern nahe dem proximalen an der Vorderkante des I. Haemalforsatzes statt. An den vordersten Segmenten des Körpers fehlen, wie es scheint, die Neuralfortsätze und sind daher die Interspinalia I. Ordnung bogenartig nach unten entwickelt.

Auf diese axonostalen Platten folgen nun ächt acipenseroid die baseostalen (die Interspinalia II. Ordnung). Diese sind nun viel zahlreicher, wie die streng metameren axonostalen Stücke (Gleiches scheint auch für *Platysomus* zu gelten, wo die baseostalen aber nicht so viel zahlreicher sind, als die streng metameren axonostalen Glieder!). Diese Glieder sind aber — ächt acipenseroid und palaeotypisch — immer noch viel weniger zahlreich als die äusseren dermalen Strahlen, worauf schon von Zittel aufmerksam machte.

Der periphere Theil des Flossenskelets von *Dorypterus* ist es, der, wie erwähnt, die äusserlich grosse Aehnlichkeit mit dem Flossenskelet der *Pycnodontiden* und *Tetragonolepiden* besitzt; wir können aber die Vermehrung in dieser zweiten Reihe der Interspinalträger, nicht direkt mit der der erwähnten Gruppen vergleichen, weil (da die Reduktion der Flossenträger von aussen nach innen erfolgt) eben diese baseostalen Glieder bei *Lepidosteiden*

\*) Da bei einigen sehr kurzzeitigen und concentrirten dorsalen *Lepidosteiden*flossen die getrennten Dornfortsätze bis an die hintere Grenze der Dorsalis gehen, könnte man bei *Dorypterus* behaupten, dass gar kein Unterschied vorliege. Der Unterschied mit den *Lepidosteiden* besteht aber in der That, weil, wie betont, die Beziehung zu der Dorsalis eine indirekte ist und nicht gilt, wenn wie bei *Dapedius*, *Tetragonolepis* und *Pycnodontiden* überwiegend eine Schwanzdorsalis vorliegt; sie gilt nur, wenn die Dorsalis zu gleichen Theilen über die Grenze von Leibeshöhle und Schwanz oder mehr nach ersterer zu gelegen ist. Die Stellung der Flosse bei *Dorypterus* kann nur mit derjenigen der *Tetragonolepiden* und *Pycnodontiden* verglichen werden und hier gilt dann die Regel: vor der Dorsalis „ächte“ und unterhalb derselben „unpaare, einheitliche“ Dornfortsätze und obere Bogen „Neuralgabeln“, woraus sich der Gegensatz zu *Dorypterus* von selbst ergibt.

und ihrem Stamm verloren gegangen\*) sind und die axonostalen bei *Dorypterus* normal metamer scheinen. Hier ist es auch wieder *Coccolepis*, der, wie es nach den osteologischen Angaben Woodward's den Anschein hat, *Acipenseroiden* und *Lepidosteiden* überbrückt. Dies darf die Werthschätzung der betonten Unterschiede nicht beeinflussen, ja es muss sie sogar die Betrachtung erhöhen, dass die bei *Coccolepis* noch bemerkbare Art der Heterocerkie bei *Lepidosteiden* nur durch das Absterben der äussersten Chordaendigung und den hierdurch bedingten theilweisen Verlust der den Fulcralstrahlen entsprechenden baseostalen Knöchelchen verschwindet; ein Verlust, der vielleicht nicht gleichbedeutend ist mit dem Verlust der baseostalen Glieder der übrigen Flossen und mit den erwähnten Umbildungen im Spinalskelet. Ja! es ist sogar wahrscheinlich, dass die vorbereitenden Skeletänderungen zu *Lepidosteiden* (bei den Fischen überhaupt) zuerst im Rumpfskelet vorgegangen sind und die Reduktion im Schwanzskelet nachhinkte (vgl. oben S. 158). So hätten wir bei *Coccolepis* im Rumpf schon eine starke Annäherung an einen *Lepidosteiden*, im Schwanz noch einen *Palaeonisciden* (vgl. oben unsere Bemerkungen bezüglich *Coccolepis* und *Belonorhynchus*).

Aus diesem Verhalten von *Coccolepis* könnte man auch für die Anschauungen von Zittel's über die Abstammung der *Pycnodontiden* von den *Platysomiden* Belege ziehen wollen; aber die Verhältnisse der Flossen bei ersteren zeigen ein Weiterschreiten von Bildungen, die nur wieder bei *Lepidosteiden* und nicht bei *Acipenseroiden* vorbereitet sind. Ueberhaupt zeigen die *Pycnodontiden* keine positiven *Acipenseroiden*rudimente und Alles was als Entwicklung aus dem *Platysomid*typus angesehen werden könnte, kann ebensogut von den *Lepidosteiden* abgeleitet werden. In dieser Beziehung erscheint mir gerade die richtige Würdigung der Spinalosteologie der *Tetragonolepiden* sehr beachtenswerth. Wenn Letztere und *Pycnodontiden* zwar nicht in direktem Stamme auf einander folgen können,\*\*) so werden sie doch von einer beiden sehr nahe stehenden Urform abzuleiten sein, wobei die *Tetragonolepiden* noch geringe Eigenentwicklungen im Spinalskelet, die *Pycnodontiden* dagegen äusserlich gewichtigere im dermalen Kopfskelet durchgemacht haben.

Wir wollen im Folgenden noch einmal kurz die an zerstreuten Stellen berührten Gegensätze zusammenfassen.

A. Interspinalskelet. Bei *Lepidosteiden* und *Amiaden* findet sich besonders deutlich bei langzeiligen Dorsal- und Analflossen nur je ein flossenstrahlenträgendes Interspinale auf je ein Körpersegment; als Rest eines zweiten kann das interostale Knöchelchen gelten, welches zwischen den distalen Endigungen der streng metameren Interspinalia ausgespannt ist und je mit einem dermalen Flossenstrahl an seiner hinteren Endigung in Verbindung tritt. Die kurzzeiligen Flossen sind concentrirter und undeutlich metamer, das interostale Knöchelchen

\*) Man muss sich hüten, das interostale Knöchelchen als ein Homologon der baseostalen Glieder anzusehen; es ist zwar manchmal so gelegen, dass der äussere Strahl, dem es sich nach hinten anlegt, mehr an ihm zu articuliren scheint, als an dem ihm zugehörigen axonostalen Glied; so bildet je das vorhergehende Interspinale, das interostale Knöchelchen und der darauffolgende äussere Strahl eine Reihe, die inniger geschlossen erscheint, als das Interspinale und sein zugehöriger äusserer Strahl; es hat so den Anschein, als ob wir hier axonostale und baseostale Glieder hätten! Dies kann man bei *Lepidosteus*, *Amia*, *Caturus* etc. aber nur da beobachten, wo zugleich Anzeichen starker Concentration der Flossenelemente zu bemerken sind, also besonders am Vorderende der Flossen, wo sogar die Interostalia zuerst fehlen und die Strahlen direkt aufeinander liegen. Durch diese Concentration wird das interostale Glied aus einer Lage annähernd parallel der Körperaxe mehr senkrecht zu derselben aufgerichtet; man muss sogar diese Lage als ein Anzeichen starker Concentration (*Caturus* u. a.) ansehen und man wird bei Berechnung der Länge der Interostalia als des weggefallenen Zwischenraumes zwischen den Flossengliedern in der Restitution des nicht concentrirten, idealen Flossenskelets stets annähernd auf die Metamerie der einzelnen Interspinalia zurückkommen. Bei sehr starker Concentration fehlen daher auch oft die Interostalia, bei deutlich metamerem Flossenskelet sind sie stark und wohl entwickelt.

\*\*\*) Ebenso wenig, wie der jurassische *Coccolepis* und die *Lepidosteiden*; es ist mir wohl bekannt, dass die ältesten *Lepidosteiden* schon in den permischen Ablagerungen vereinzelt auftreten.

erhält dabei eine sekundäre Lage, fast wie eines radialen Zwischenglieds zwischen einem Interspinalen und dem Dermalstrahl des folgenden Segments (falsches Baseostale).

Ausnahmsweise findet sich bei *Tetragonolepis* mit langzeiliger Flosse kein Interostale, sondern streng geordnet je zwei Interspinalia mit selbständigen dermalen Strahlen auf ein Segment, wie dies bei den *Pycnodontiden* der Fall ist.

Wie sich die Interspinalia zu den Spinalien bei den *Acipenseroiden* verhalten, darüber stehen leider zu verallgemeinernde Daten nicht zur Verfügung. Das Verhalten von *Dorypterus* kann mit grosser Wahrscheinlichkeit dahin ausgelegt werden, dass in den breiten metamer erscheinenden axonostalen Platten die proximalen Theile von je zwei distalen, getrennten baseostalen Gliedern enthalten sind.

B. Spinalskelet. Bei den *Acipenseroiden* sind durchgängig obere und untere Bogen von den Dornfortsätzen getrennt; ausnahmsweise finden sich bei *Coccolepis* im Schwanz die Theile zu einheitlichen Neural- und Haemalgabeln verschmolzen\*).

Bei den *Lepidosteiden* sind im Rumpfabschnitt die oberen Bogen von den Dornfortsätzen getrennt; erstere sind über dem Schluss des Neuralcanals zu einem zweiteiligen falschen Dornfortsatz durchschnittlicher Länge vergrössert und letztere sind gekrümmte Stäbe, die sich an deren distale Enden anschliessen, also weit von dem Neuralcanal entfernt beginnen und oft bis zur Rückenkaute reichen. Diese Bildung reicht stets vom Kopf bis unter die Rückenflosse in einzelnen Fällen sogar bis zum Ende derselben. Sodann treten im Schwanz einheitliche Neuralgabeln an die Stelle, deren Apophysen so lang sind, wie die falschen zweiteiligen Dornfortsätze.

Wir haben oben die Ansicht ausgesprochen, dass erstere aus der Verschmelzung der letzteren entstanden seien, also falsche unpaare Dornfortsätze seien; man kann diese Ansicht aus den erwähnten Darstellungen Gegenbaur's schliessen. Ich gestehe, dass ich nun mehr einer anderen Ansicht zu neige, die die Kluft zwischen *Acipenseroiden* und *Lepidosteiden* nicht zu gross werden lässt. Ich glaube eher, dass die falschen Dornfortsätze nur bis zur Grenze der Länge der dahinter liegenden, zu continirlichen Neuralgabeln verschmolzenen oberen Bogen und ächten oberen Dornfortsätzen sich entwickelten. Demnach fand die anormale Entwicklung beider, der oberen Bogen und Dornfortsätze im Rumpfabschnitt bei *Lepidosteiden* von dem Punkte aus statt, wo eben obere Bogen und Dornfortsatz noch nicht verschmolzen waren. Dieser Punkt entspricht im Allgemeinen dem Schluss der Leibeshöhle.

Bei den *Lepidosteiden* und *Amiaden* sind im Bereich der Leibeshöhle meist von den Rippen getrennte und verknöcherte untere Bogen vorhanden, die bei stark verknöchern den Wirbeln frühe mit denselben verschmelzen und deren Parapophysen bilden.

Sie treten öfters noch einige Segmente hinter dem Schluss der Leibeshöhle auf und verschmelzen dann mit den unteren Dornfortsätzen zu den einheitlichen Haemalgabeln; überwiegend treten aber einheitliche Haemalgabeln unmittelbar hinter der Leibeshöhle auf und bezeichnen den Punkt, wo auch dorsal die einheitlichen Neuralgabeln beginnen. Ueber dieser Stelle steht fast durchgängig die Dorsalis in wechselnder Ausdehnung; daher ist die indirekte Beziehung derselben zu dem Ende der zweiteiligen falschen Dornfortsätze bei *Lepidosteiden* und *Amiaden* abzuleiten.

Ausnahmsweise finden sich bei *Dapedius* keine oder nur schwach entwickelte falsche Dornfortsätze und bildet derselbe hierin durch Vermittelung von *Coccolepis* den Uebergang zu den *Acipenseroiden*.

*Tetragonolepis* hat durchgängig einheitliche Neural- und Haemalgabeln, es fehlen getrennte obere Bogen und im Bereich der Rippen auch untere Bogen; er verhält sich hierin wie die meisten *Crossopterygier*, während das Verhalten von *Dapedius* und *Coccolepis* an die lebenden *Sirenoiden* erinnert.

Die *Pycnodontiden* haben keine falschen zweitheiligen Dornfortsätze und stets von den oberen resp. unteren Bogen getrennte obere Dornfortsätze und Rippen; der Schwanz ist scharf getrennt vom Rumpf, indem unmittelbar hinter der Leibeshöhle einheitliche Haemalgabeln und mit dem Beginn der Dorsalis einheitliche Neuralgabeln eintreten.

Das Verhalten von *Dapedius* und *Tetragonolepis* bildet in Spinal- und Interspinalskelet den Uebergang von *Lepidosteiden* und *Pycnodontiden*.

\*) Gleiches findet auch bei den lebenden *Sirenoiden* vom ersten Segment hinter dem Anus an statt; bei *Crossopterygiern* scheint vollständige Verschmelzung in allen Segmenten die Regel zu sein.

## Inhaltsverzeichnis.

— ♦ —

Zur Osteologie und Systematik der *Belonorhynchiden* und *Tetragonolepiden*:

	Seite
Einleitung (mit dem Verzeichniss der angewandten Litteratur) . . . . .	143—144
I. <b>Crossopterygii</b> ( <i>Belonorhynchidae</i> ) . . . . .	145—160
1. Zur Gattung <i>Saurorhynchus</i> nov. gen . . . . .	145—148
— <i>Saurorhynchus acutus</i> Ag. spec. (Fig. 1—3) . . . . .	145—148
2. Zur Gattung <i>Saurichthys</i> . . . . .	148—155
— <i>Saurichthys striolatus</i> Bronn spec. (Fig. 5) . . . . .	148—151
— <i>Saurichthys tenuirostris</i> (?) Mnstr. (Fig. 4) . . . . .	151—153
— <i>Saurichthys gypsophilus</i> Reis (Fig. 6) . . . . .	154
— <i>Saurichthys apicalis</i> Ag. und S. <i>Mougeoti</i> Ag. (Fig. 8) . . . . .	153—154
— <i>Saurichthys macrocephalus</i> Deecke spec. (Fig. 9) . . . . .	154—155
— <i>Saurichthys gigas</i> und <i>gracilis</i> Woodward spec. . . . .	155
3. Ueber die Gattungsmerkmale von <i>Saurorhynchus</i> und <i>Saurichthys</i> . . . . .	155—157
4. Ueber die Stellung der <i>Belonorhynchiden</i> im System . . . . .	157—160
<b>Lepidostei</b> ( <i>Tetragonolepidae</i> ) . . . . .	160—166
Zur Gattung <i>Tetragonolepis</i> . . . . .	160—166
— <i>Tetragonolepis semicinctus</i> Bronn (Fig. 11) . . . . .	160—166
(Anhang über <i>Dorypterus</i> [Fig. 10]) . . . . .	167—170