

## Aus dem Paläozoikum des Vellachtales in Kärnten.

Von Franz Heritsch.

### A. Das Devon des Rappolt- und Pasterkfelsens bei Bad Vellach.

Alte Liebe rostet nicht! Daher ging ich, nachdem mir die Musen den Hypogryphen gesattelt hielten, zu zehnjähriger Fahrt durchs weite, romantische Land des Hochkrystallins, wieder in das alpine Devon, in die wunderschöne Umgebung von Bad Vellach, geologisch gesprochen in den „Seeberger Aufbruch“ der mittleren Karawanken.

Das Devon von Vellach ist seit langem bekannt durch seinen Reichtum an Versteinerungen; freilich gibt es keine so großartigen Versteinerungsweideplätze wie in der Umgebung des Wolaiersees, aber bescheidenen Ansprüchen genügt es.

An Ort und Stelle, im engen Tal bei Bad Vellach ergibt sich die Problemstellung von selbst. In erster Linie ist es die noch immer nicht ganz geklärte Stratigraphie des Vellacher Devons, die den Geologen fesselt. Aber diese Frage hängt innig zusammen mit der Tektonik, viel mehr, als man bisher glaubte; weil eben die älteren Beobachter immer von der Vorstellung einer regelmäßigen Schichtenfolge im Devon ausgingen, so ergab sich ein schiefes Bild.

Die Betrachtung des Devons drängt auf seine Tektonik hin, die aber auch nicht losgelöst von der Umgebung zu erfassen ist. Und so steht das tektonische Problem mit der dritten und vierten Frage in der engsten Fühlung.

Die dritte fragliche Sache ist das Alter der Bänderkalke, die man im tieferen Teile der Profile als Einschaltungen in die mächtigen Schiefererien findet.

Das führt über zu dem vierten Punkt der Problemstellung, zur Altersfrage eben dieser Schiefer, die aus dem Gebiete von Seeland (Jezero, S. H. S.) über den Seeberg in das Vellachtal hereinstreichen und dann nach Sulzbach weiterziehen.

Die vier Punkte der Problemstellung können nun nicht der Reihe nach behandelt werden, in der sie eben angeführt wurden, obwohl dies auf den ersten Blick als der klare Gang der Erörterung erscheinen möchte. Ich werde versuchen, die gestellten Fragen einer Lösung näher zu bringen und stütze mich auf eine acht tägige Begehung des in der ersten Figur dargestellten, allerdings sehr kleinen Gebietes.

Die Betrachtung in der Natur, das Wandern im Paradies von Bad Vellach und das kleine, auf der Karte dargestellte Gebiet enthüllen eine

verworrene „Klippenlandschaft“, ein Gelände, das in mancher Hinsicht den karpathischen Klippen gleicht.

Es sind zwei große Klippen vorhanden, der Rappoltfelsen mit seiner Fortsetzung bis in die Tiefe des Vellachtales und die breite Doppelklippe des Pasterk.

## I. Die Stratigraphie des Devons im Rappolt- und Pasterkfelsen.

Von den früheren Forschern sind in erster Linie Tietze, Stache, Penecke und Frech zu nennen; nur die Veröffentlichungen der drei Letztgenannten werden im folgenden angezogen werden.

a) Der fleischrote Kalk des Pasterk. Wie Penecke (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1887, S. 268) festgestellt hat, trifft man beim Aufstieg von Bad Vellach zum Pasterkfelsen am Fuße der Klippe im Walde herumliegende Blöcke eines fleischroten, sehr feinkörnigen, dichten Kalkes mit hellen Spatadern.

Aus diesem Kalk, den Penecke Bronteuskalk nennt, stammt die nachstehend angeführte kleine Fauna (siehe dazu Penecke, l. c. Frech, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1887, S. 673, 1894, S. 450 ff. Die Karnischen Alpen, S. 256):

Vorkommen im Pasterkkalk.

Sonstiges Vorkommen.

*Bronteus transversus* Barr.

$F_3$ .

*Phacops Sternbergi* Barr.

$G_1$ , oberes Unterdevon.

*Platystoma naticopsis* var. *gregaria* Barr.

Tiefes Unterdevon,  $F_2$ , Erbray.

*Platyceras Protei* Oehl.

$F_2$  des Wolaiерsees, mittleres Unterdevon von Nordfrankreich.

*Platyceras* n. sp.

*Euomphalus* sp.

*Dalila* sp.

*Rhynchonella latona* Barr.

$F_1$ ,  $F_2$ ,  $G_1$ .

*Rhynchonella nymphea* var. *pseudolivonica* Barr.

$F_3$ .

*Rhynchonella princeps* Barr.

$E_2$ ,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $G_1$ .

*Rhynchonella* sp.

*Pentamerus optatus* Barr.

$E_2$ ,  $F_2$ , Mitteldevon.

*Spirifer secans* Barr.

$E_2$ ,  $F_2$ .

*Spirifer* sp.

*Orthis* cf. *Palliata* Barr.

$F_3$ .

*Strophomena pacifica* Barr.

$F_2$ .

*Strophomena* cf. *bohemica* Barr.

$F_2$ .

*Hexacrinus* sp.

*Rhipidocrinus* sp.

Penecke, der die ersten Versteinerungen aus diesem Kalk namhaft gemacht hat, führt aus, daß es sich um eine typische Herzynfauna handelt. Frech stellte den Kalk in die Stufe  $F_3$ , die nach seiner damaligen Auffassung älteres Unterdevon ist.

Es ist unzweifelhaft, daß eine typische  $F_2$ -Fauna vorliegt. Zur Altersdeutung des roten Kalkes sei noch angeführt, daß die Capuliden nach Spitz (Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orientes, 20. Bd.) ebenso wie die übrige Fauna auf den hellen Kalk der Karnischen Alpen, besonders des Wolaiersee-Gebietes hindeuten.

Während die Fauna des roten Kalkes die besten und engsten Beziehungen zum  $F_2$ -Kalk des Wolaiersee-Gebietes hat, ist die Gesteinsfazies — der rote Kalk — etwas den Karnischen Alpen vollständig Fremdes.

b) Der Krinoidenkalk. Penecke (l. c. S. 268) hat auseinandergesetzt, daß unmittelbar über dem roten Kalk Korallenbänke mit zwischenlagerten grauen Krinoidenkalken, mit schlecht erhaltenen Brachiopoden und mit Korallen liegen. Bereits Stache (Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1874, S. 232, 262) kannte diese Kalke und deutete sie als Äquivalenz von  $F_2$  Konjeprus. Frech spricht von der Seeländer Krinoidenbreccie (Karnische Alpen, S. 258).

Das Gestein ist ein weißlich-grauer, rötlich geflammter Kalk mit vielen, oft mehrere Zentimeter langen Krinoidenstielgliedern. Wenn man von dem Reichtum an den Krinoidenstielgliedern absieht, so besteht große Ähnlichkeit zu den rötlich geflammten Kalken an der Basis des  $F_2$ -Kalkes im Wolaiersee-Gebiete.

Aus dem Krinoidenkalk des Pasterkfelsens ist folgende Fauna (nach Frech, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1887, S. 671, 1894, S. 450ff. Die Karnischen Alpen, S. 258, Penecke, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1887, S. 268, Stache, Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1874, S. 262, Scupin, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1906, Spitz, Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients, 20. Bd., 1907, und eigenen Aufsammlungen) bekanntgeworden:

| Krinoidenkalk des Pasterk:                             | Sonstiges Vorkommen:  |
|--|---|
| <i>Phacops Sternbergi</i> Barr.                        | $G_1$ , oberes Unterdevon.  |
| <i>Cheirurus Sternbergi</i> Barr.                      | $F_2$ , $G_1$ .   |
| <i>Proetus cf. orbitatus</i> Barr.                     | $F_2$ .   |
| <i>Bronteus</i> sp.                                    |   |
| <i>Acidaspis</i> sp.                                   |   |
| <i>Orthoceras</i> sp.                                  |   |
| <i>Platyostoma naticoides</i> A. Römer.                | $F_2$ , Unterdevon.   |
| <i>Platyceras Protei</i> Oehl.                         | $F_2$ , Unterdevon, $F_2$ des Wolaiersee-Gebietes.                    |
| <i>Platyceras Uncinatum</i> Kayser.                    | Oberes Unterdevon.  |
| <i>Capulus</i> sp.                                     |   |
| <i>Holopella enantiomorpha</i> Frech.                  | Mittleres und oberes Unterdevon,<br>$F_2$ -Kalk des Wolaier Gebietes. |
| <i>Bellerophon pelops</i> var. <i>expansa</i> Barrois. | Unterdevon.   |
| <i>Bellerophon Hintzei</i> Frech.                      | Mittleres Unterdevon.   |
| <i>Tremanotis fortis</i> Barr.                         | $F_2$ , $F_2$ des Wolaier Gebietes.                                   |
| <i>Tremanotis involutus</i> Frech.                     | $F_2$ des Wolaier Gebietes.   |

|  |  |
|--|--|
| <i>Pleurotomaris</i> sp.                         |  |
| <i>Pleurotomaria Telleri</i> Frech.              | $F_2$ des Wolaier Gebietes.  |
| <i>Conocardium prunum</i> Barr.                  | $F_2$ .  |
| " <i>quadrans</i> Barr.                          | $F_2$ .  |
| <i>Praelucina</i> sp.                            |  |
| <i>Cypricardinia scalaris</i> Phillips.          | Mitteldevon von Monumenz, Oberes Unterdevon des Seekopfssockels, außeralpines Unter- und Mitteldevon.                                |
| <i>Rhynchonella Proserpina</i> Barr.             | $F_2$ .  |
| " <i>nympha</i> Barr.                            | $F_2, G_1$ .   |
| " <i>nympha</i> var. <i>pseudolivonica</i> Barr. | $F_2$ .  |
| <i>Rhynchonella</i> sp.                          |  |
| " <i>Latona</i> Barr.                            | $F_1, F_2, G_1, F_2$ des Wolaiensee-Gebietes, Barrandeisichten bei Graz.   |
| " <i>princeps</i> Barr.                          | $F_2, G_1, F_2$ des Wolaiensee-Gebietes.   |
| <i>Pentamerus optatus</i> Barr.                  | $F_2$ , Mitteldevon.   |
| " <i>procerulus</i> Barr.                        | $F_2$ , Mitteldevon von Monumenz.  |
| "    cf. <i>spurius</i> Barr.                    | $F_2$ .  |
| " <i>Sieberi</i> var. <i>anomala</i> Barr.       | $F_2$ , Mitteldevon.   |
| <i>Pentamerus</i> cf. <i>Knihtii</i> Sow.        |  |
| "    cf. <i>integer</i> Barr.                    | $F_2, F_2$ des Wolaiensee-Gebietes, Mitteldevon von Monumenz.  |
| <i>Spirifer superstes</i> Barr.                  | $F_2, G_1, F_2$ des Wolaier Gebietes.  |
| " <i>Nerei</i> Barr.                             | $F_2, G_1, F_2$ des Wolaier Gebietes.  |
| " <i>Stachei</i> Scupin.                         | $F_2$ des Wolaier Gebietes.  |
| " <i>falco</i> Barr.                             | $F_2, F_2$ des Wolaier Gebietes.   |
| " <i>derelictus</i> Barr.                        | $F_2, F_2$ des Wolaier Gebietes.   |
| " <i>carinthiacus</i> Scupin.                    | $F_2$ des Wolaier Gebietes.  |
| " <i>plicatellus</i> L.?                         | Silur.   |
| " <i>Togatus</i> Barr.                           | $E_2, F_2, F_2$ des Wolaier Gebietes.  |
| " <i>secans</i> Barr.                            | $E_2, F_2$ .   |
| <i>Meristella Circe</i> Barr.                    | $F_2$ .  |
| <i>Merista herculea</i> Barr.                    | $F_2, G_1$ .   |
| <i>Athyris mucronata</i> Vern.                   | Oberes Unterdevon.   |
| "    sp.   |  |
| <i>Atrypa reticularis</i> L.                     | Obersilur, Oberdevon.  |
| " <i>comata</i> Barr.                            | $F_2, F_2$ des Wolaier Gebietes.   |
| " <i>seniorbis</i> Barr.                         | $F_2$ .  |
| <i>Orthis praecursor</i> Barr.                   | $F_2, F_2$ des Wolaier Gebietes, Barrandeisichten bei Graz.  |
| " <i>subcarinate</i> Hall.                       | Unterdevon des Ural.   |
| "    cf. <i>distorta</i> Barr.                   | $E_2, F_1, F_2$ .  |
| <i>Strophomena Phillipsi</i> Barr.               | $E_2, F_2, G_1$ , bis oberes Mitteldevon, $F_2$ des Wolaiensee-Gebietes, Barrandeisichten bei Graz, oberes Mitteldevon von Monumenz. |

|   |   |
|---|---|
| <i>Strophomena</i> cf. <i>Stephani</i> Barr.      | $F_2$ , Mitteldevon.  |
| <i>Hexacrinus</i> sp.                             |   |
| <i>Eucalyptocrinus</i> cf. <i>rosaceus</i> Goldf. |   |
| <i>Cyathophyllum</i> sp.                          |   |
| <i>Favosites</i> sp.                              |   |
| <i>Heliolithes Barrandei</i> R. Hoernes.          | Oberes Unterdevon von Graz (Barrandeischichten).              |
| <i>Favosites styriacus</i> R. Hoernes.            | $F_2$ , Barrandei- und (selten!) Calceolaischichten von Graz. |

Von den angeführten Arten kommen vor:

- 19 nur in  $F_2$  und dessen Äquivalenten.
- 8 in  $F_2$  und  $G_1$ .
- 2 in  $F_2$  und im Mitteldevon.
- 6 im oberen Unterdevon.
- 2 in  $F_2$  und im Unterdevon.

In  $G_1$  allein kommt keine Art vor. Daher ist die Fauna als eine  $F_2$ -Fauna zu bezeichnen. Jedenfalls steht die Fauna dem  $F_2$ -Konjeprus näher als der Stufe  $G_1$ . Die Fauna des Krinoidenkalkes ist von jener des roten Kalkes nicht weit entfernt.

Frech stellt die Fauna in das obere Unterdevon, nach seiner Auffassung  $G_1$  (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1887, S. 671, 672, Die Karnischen Alpen, S. 258) und sagt, der Krinoiden-Brachiopodenkalk sei  $G_1$  in der Fazies von  $F_2$ . Dagegen habe ich mich ausgesprochen (Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark 1918, 54. Bd.) und habe geschlossen, daß nicht nur aus den vorwiegenden  $F_2$ -Formen, sondern auch aus dem Auftreten von *Heliolithes Barrandei* auf Unterdevon zu schließen sei.

c) Der Devonzug des Seebergpasses. In Parallele zu dem Krinoidenkalk des Pasterk steht der Kalkzug über dem Seebergpaß, der sowohl auf dem Weg gegen den Storšič als auch auf dem Weg zur Ankova planina Fossilien geliefert hat.

Es sind graublaue Krinoidenbreccienkalke und graublaue splinterige Kalke, die im Gestein an den  $F_2$ -Kalk von Konjeprus erinnern (Stache, Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1874, S. 232). In diesem Zug fand Tietze (Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1870, S. 269) zuerst Versteinerungen, die er auf  $F_2$  bezog; das war eine Feststellung von Wichtigkeit, weil es der berühmten Arbeit von E. Sueß gegenüber der erste sichere Nachweis von altpaläozoischen Schichten in den Karawanken war.

Anmerungsweise sei hier erwähnt, daß schon viel früher Rosthorn bei Vellach einen *Bronteus* gefunden hat, den Sueß (Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1858, S. 59) mit Formen aus Konjeprus vergleicht. In seiner Abhandlung über die Äquivalente des Rotliegenden (Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1868) aber bezweifelt E. Sueß die Beweiskraft dieses *Bronteus* für ein altpaläozoisches Alter.

Die Fauna des Kalkes vom Seeberg, d. i. jenes Kalkes, der weiter in das Seeländerbecken streicht (daher auch Seeländer Krinoidenbreccie)

hat besonders Stache (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1884, S. 321) gefunden und bestimmt; es sind folgende Arten:

*Phacops fecundus* Barr. ( $F_2$ ), *Calymene* sp. *Conularia* sp. *Hyolithes* sp. *Bellerophon* aff. *bohemicus* Barr. ( $D_1$ ), *Hormotoma* aff. *fugitiva* Barr. ( $F_2$ ), *Strophostylus* cf. *Gregarius* Barr. ( $F_2$ ), *Conocardium prunum* Barr. *bohemicum* Barr. *artifex* Barr. *Quadrans* Barr. *apruptum* Barr. *ornatissimum* Barr. (alle Conocardien aus  $F_2$ ), *Rhynchonella nympha* Barr. ( $F_2$ ), *Rhynchonella* cf. *Wilsoni* Davids. *Atrypa reticularis* Dalm. *Atrypa comata* Barr. ( $F_2$ ), *Spirifer plicatellus* L., *Spirifer* cf. *nobilis* Barr. ( $E_2$ ), *Spirifer expandens* Barr. ( $E_2$ ), *Spirifer* cf. *Jaschei* Römer, *Spirifer* cf. *elevatus* Dalm. *Pentamerus galeatus* Dalm. (Unter-, Mittel- und Oberdevon), *Pentamerus integer* Barr. ( $F_2$  und Mitteldevon) *Pentamerus Sieberi* Barr. ( $F_2$ , Unter- und Mitteldevon), *Orthis distorta* Barr. ( $E_2$ ,  $F_1$ ,  $F_2$ ), *Orthis* cf. *hybrida* Sow. *Crotalocrinus* cf. *rugosus* Mill. *Eucalyptocrinus* sp. Favositen aus der Gruppe des *F. Goldfussi*, *Pachypora cristata* M. E. *Striatopora* sp. *Cyathophyllum* sp. *Hemitrypa tenella* Barr.

Diese Fauna (Stache, l. c., ferner Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1879, S. 22, 1884, S. 27; Tietze, Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1870; Frech, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1887) hat einen Gesamtcharakter des  $F_2$ ; ob Formen des Silurs wie *Bellerophon bohemicus* usw. richtig bestimmt sind, ist eine Frage, denn zur Zeit eines Teiles der Bestimmungen waren noch nicht die vortrefflichen Monographien von Barrande erschienen.

d) Das untere Mitteldevon des kleinen Pasterkfelsens. Pennecke (l. c. S. 268) stellte fest, daß im Pasterkfelsen über den Korallenbänken mit den zwischengelagerten Krinoidenkalken eine Mitteldevonfauna in z. T. ungebaukten Riffkalken vorhanden ist.

Frech hat den Riffkalk, der zum größten Teil aus *Alveolites suborbicularis* aufgebaut ist, in älteres und jüngeres Mitteldevon getrennt (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1887, S. 670).

In den nach Frech den Calceolaschichten entsprechenden Kalken fanden Frech (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1887, S. 670, 1891, S. 683) und ich:

*Heliolites Barandei* R. Hoernes.

*Favosites Goldfussi* M. E. H., u. zw. jene kleinzellige Varietät, die auch in den Cultrijugatusschichten der Eifel vorkommt. Wie die mir vorliegenden Stücke zeigen, herrscht volle Übereinstimmung mit dem *F. Goldfussi*, der im Unterdevon und im oberen Mitteldevon der Karnischen Alpen vorkommt (siehe auch Vinassa de Regny, Paleontographia italica, 24. Bd., S. 91, Taf. VI, Fig. 25, 26, 27).

*Alveolites suborbicularis* L.

*Cyathophyllum caespitosum* Goldf.

*Cystiphyllum vesiculosum* Goldf.

Frech hebt hervor, daß die bezeichnenden Arten des oberen Riffkalkes vollständig fehlen und daß im Liegenden des Mitteldevons jene Krinoidenkalken auftreten, die er mit  $G_1$  parallelisiert (dazu Frech, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1891, S. 683).

Ich kann natürlich nicht feststellen, ob Frech seine Versteinerungen wirklich aus dem Anstehenden hatte oder ob es sich nur um eine willkürliche Trennung im aufgesammelten Materiale handelt.

Nach meinen Beobachtungen ist ein unterdevonischer Korallenkalk, der mit dem Krinoidenkalk wechselt, abzutrennen und in diesem unterdevonischen Korallenkalk tritt *Heliolites Barrandei* im Verein mit dem früher genannten *Favosites styriacus* auf.

Dazu bemerke ich, daß *Heliolites Barrandei* in der Varietät *carnicus* im oberen Mitteldevon der Karnischen Alpen vorkommt (Vinassa de Regny, *Paleontographia italica*, 24. Bd., S. 90).

*Favosites Goldfussi* kommt auch schon im Unterdevon vor und hat allerdings seine Hauptverbreitung im Mitteldevon (Calceolaschichten von Deutschland) und steigt vereinzelt auch in das Oberdevon auf.

*Cystiphyllum vesiculosum* hat folgende Verbreitung: Mitteldevon von Deutschland, England, Sibirien und Ural, Eifelien von Frankreich und Belgien, Eifelien und Frasnien von Spanien.

*Cyathophyllum caespitosum* ist zur Altersbestimmung nicht zu verwenden, da es nicht sicher ist, welche der unter diesem Namen vereinigten Arten gerade hier gemeint ist.

Unter Abzug des *Heliolites Barrandei* hat die Fauna einen allgemein mitteldevonischen Charakter.

e) Das „obere Mitteldevon“ des kleinen Pasterkfelsens. Im ungeschichteten oder schlecht geschichteten Kalk des kleinen Pasterkfelsens fand Frech (*Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 1887, S. 669)

*Alveolites suborbicularis* L.

*Cyathophyllum caespitosum* Goldf.

Er schließt daraus auf höheres Mitteldevon. Ich aber stelle fest, daß aus diesen Versteinerungen nur ein allgemein mitteldevonisches Alter zu erschließen ist.

f) Das obere Mitteldevon des unteren und oberen Pasterkfelsens. Aus den Halden des unteren und oberen Pasterkfelsens und z. T. auch aus dem Anstehenden sind die in der folgenden Liste genannten Versteinerungen bekannt geworden, welche im wesentlichen die von Penecke nachgewiesene Mitteldevonfauna aus den hauptsächlich von *Alveolites suborbicularis* aufgebauten Kalken ist:

*Spirifer simplex* Phil. Auftreten: Obere Calceolalalke und Krinoidenschichten der Eifel, oberes Mitteldevon des rheinischen Gebirges, von Nassau, Waldgirmes; unteres Mitteldevon von Polen; Mittel- und Oberdevon des Urals, Belgiens und Englands; oberdevonische Goniatitenschiefer von Büdesheim; Frasnien von Aachen; Mittel- und Oberdevon von Krakau; Barrandeischichten von Graz.

*Alveolites suborbicularis* L.

*Cyathophyllum caespitosum* Goldf.

„ *vermiculare* var. *praecursor* Frech. Nach Frech in Krinoidenhorizont und den obersten Calceolaschichten vorkommend. Nach Wedekind (*Schriften zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften*

zu Marburg, 14. Bd., 4. Heft, 1925, S. 8, Taf. 17, Fig. 103) ist es ein *Leptoinophyllum*

*Favosites polymorphus* Goldf.

*Pachypora reticulata* M. E. H. Vorkommen: Oberes Unterdevon — Oberdevon; Hauptverbreitung im Mitteldevon.

*Amplexus hercynicus* Römer. Vorkommen in den Stringocephalenschichten.

*Stromatopora concentrica* Goldf.

Aus dieser Liste geht hervor, daß es sich um oberes Mitteldevon handelt. Penecke spricht ganz allgemein von einer mitteldevonischen Fauna. Frech stellt sie in das obere Mitteldevon und sagt, daß diese Einstellung besonders klar gemacht werde durch den *Amplexus hercynicus*, der für den höchsten Horizont des Mitteldevons bezeichnend ist (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1887, S. 670).

g) Das Mitteldevon des Rappoltfelsens. So wie in den Pasterkelfelsen ist auch im Rappoltfelsen die Hauptmasse des Kalkes aus *Alveolites suborbicularis* aufgebaut. Der Kalk umschließt eine mitteldevonische Fauna, wie Frech einschränkend bemerkt, in seinem unteren Teil — ich werde unten zeigen, daß die Angabe von Oberdevon zu Unrecht besteht.

Aus dem Rappoltfelsen ist die folgende, seit Penecke und Frech wesentlich vermehrte Versteinerungsliste bekannt:

*Alveolites suborbicularis* Lam.

*Favosites polymorphus* Goldf.

„ *italicus* Vinassa de Regny. Paleontographia italica 24. Bd., Taf. 7, Fig. 13—15. Vorkommen: Südabfall des Wolaierpasses im oberen Mitteldevon.

*Pachypora reticulata* M. E. H.

*Amplexus hercynicus* Römer.

„ *mutabilis* Maurer. Vorkommen: Unterer Stringocephalkalk.

*Cyathophyllum vermiculare* var. *praecursor* Frech. Vorkommen: oberste Calceolaschichten, Krinoidenschichte, unterer und mittlerer Stringocephalkalk der Eifel.

*Cyathophyllum collinense* Vinassa de Regny. Paleontographia italica 24. Bd. Bestimmung unsicher, da kein Längsschliff zu machen war und die Gestalt der Koralle unsicher ist. Vorkommen: Oberes Mitteldevon der Karnischen Alpen.

*Thamnophyllum trigeminum* Pen. Vorkommen: Mitteldevon.

Wie besonders die beiden Amplexusarten zeigen, ist die Fauna in das obere Mitteldevon zu stellen.

An einer kleinen Stelle des Rappoltfelsens ist eine Lage kleiner Brachiopoden gefunden worden; sie stammen aus einem Kalk, in dessen vorwiegend grauer Masse rosarote, eckige Trümmer liegen, so daß er ein breccienartiges, geflammtes Aussehen erhält. Das Gestein ist vergleichbar einem stratigraphisch höher liegenden Kalk vom Freikofel in den Karnischen Alpen. Folgende Brachiopoden wurden bestimmt:

*Merista plebeja* Sow. Vorkommen: Calceola- und Stringocephalenschichten der Eifel.



*Camerophoria rhomboidea* Phil. Vorkommen: Mitteldevon von England, des Urals, obere Calceola- und Stringocephalenschichten von Deutschland, oberes Mitteldevon von Monumenz in den Karnischen Alpen. Oberdevon von England und des Ural.

*Pentamerus galeatus* Dalm. var. *biplicatus* Schnurr mut. *carnicus* Gortani. Die von Gortani aufgestellte mut. *carnicus* kommt in dem oberen Mitteldevon von Monumenz in den Karnischen Alpen vor (Gortani, Paleontographia italica, 17. Bd., S. 197). Die var. *biplicatus* kommt vor: im Unterdevon des Ural, im Mitteldevon von Frankreich, England, Polen, Ural, in den Stringocephalenschichten von Deutschland, im Oberdevon von Polen.

*Strophomena Phillipsi* Barr. Das Vorkommen dieser Art in Unter- und Mitteldevon wurde schon früher erörtert.

*Rhynchonella accuminata* Martin var. *Plicata* Sow. Vorkommen im oberen Mitteldevon von Waldgirmes (Maurer, Waldgirmes, Taf. III, Fig. 34).

Die kleine Brachiopodenfauna hat einen allgemein mitteldevonischen Charakter; aus der *Rhynchonella* und aus dem *Pentamerus* ist auf oberes Mitteldevon zu schließen.

h) Das sogenannte Oberdevon des Christoffelsens. Penecke (l. c. S. 268) hat aus den Schutthalden gegenüber dem Bilde des Großen Christof an der Vellacherstraße, wie er meint, aus den Hangendpartien des Rappoltriffes eine Reihe von Versteinerungen angeführt, die er auf Oberdevon bezieht. Das sind jene Kalke, von denen Stache sagt (Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1874, S. 269): Obersilurische Kalke des Christoffelsens, an das Oberkarbon angrenzend.

Die von Penecke angeführten Versteinerungen können gar nicht aus den Hangendpartien des „Rappoltriffes“ stammen, sondern können nur aus dem tektonisch unter dem Rappoltriff liegenden Kalkzug kommen; es handelt sich durchaus um loses Material. Folgende Arten sind bekannt:

*Thamnophyllum trigeminum* Pen. Vorkommen: Mitteldevon des Hochlantsch.

*Cyathophyllum vermiculare* Goldf. Vorkommen: Mitteldevon und unteres und oberes Oberdevon von Deutschland. Oberes Mitteldevon des Hochlantsch.

*Cyathophyllum heterophylloides* Frech. Vorkommen: Unter- und Oberdevon von Iberg und Polen. Oberes Mitteldevon von Polen und Monumenz.

*Phillipsastraea Hennahi* Lonsd. Vorkommen: Mitteldevon von Deutschland und England. Unter- und Oberdevon von Iberg.

*Amplexus carinthiacus* Penecke.

„ sp.

*Alveolites suborbicularis* Lam. Mittel- und Oberdevon.

*Sriatopora vermicularis* M. Coy. Oberes Mitteldevon und unteres Oberdevon von Deutschland, oberes Mitteldevon des Hochlantsch und der Karnischen Alpen.

*Favosites polymorphus* Goldf. Mitteldevon von England; oberes Unterdevon, Mitteldevon und unteres Oberdevon von Frankreich und Belgien, Deutschland, Ural, Sibirien. Mitteldevon des Hochlantsch.

*Monticulipora fibrosa*. Goldf. Mitteldevon, Oberdevon. Barrandei-schichten von Graz.

Aus der Liste geht — entgegen der Auffassung von Frech und Penecke — klar hervor, daß es sich nicht um Oberdevon handeln kann, denn reine Oberdevonformen fehlen vollständig.

## II. Das Alter der Bänderkalke.

Friedrich Teller hat in seiner ausgezeichneten geologischen Karte des Gebietes (Blatt Eisenkappel—Kanker der geologischen Spezialkarte 1:75.000) die Kalkzüge des Seeländerkessels und des Vellacher Gebietes, die, als Bänderkalke entwickelt, tektonisch unter dem fossilführenden Devon liegen und in die später zu erörternde Schieferserie eingebettet sind, als metamorphe Silurkalke angesprochen.

Der Grund für diese Auffassung liegt darin, daß er den gesamten Schiefer- und Kalkkomplex des sogenannten Aufbruches des Seeberges im wesentlichen als eine Ablagerungsserie in beiläufig normaler Lagerung übereinander auffaßt. Daß diese Auffassung nicht richtig sein kann, konnte Teller bei dem damaligen Zustande der geologischen Forschung und bei einer damals noch ganz fehlenden petrotektonischen Betrachtung nicht wissen.

Was bei den sogenannten silurischen Bänderkalken von vornherein zur Vorsicht mahnt, hat Teller selbst beobachtet. Er sagt (Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1886, S. 270, 271), daß in dem Kalkzug, der über dem Seeberg die  $F_2$ -Versteinerungen geliefert hat (siehe oben unter Ic), im Streichen gegen SW ein Übergang in Bänderkalke stattfindet; und Teller hat diese Verhältnisse in ausgezeichneter Weise geschildert.

Teller hat, ohne dies mit der Ausbildung der Bänderkalke in Zusammenhang zu bringen, auch festgelegt, daß in der Richtung gegen SW die wohlgegliederte Folge des Seeberges immer mehr zusammenschrumpft (l. c. S. 273). Das zeigt seine Karte in ausgezeichneter Weise. Und Frech schreibt (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1887, S. 670), daß im „Rappoltriff“ krystalline Bänderkalke vorkommen, die von denen des Silurs und Unterdevons nicht zu unterscheiden sind.

Um der Frage der tektonisch tief gelagerten Bänderkalke der Umgebung von Bad Vellach näher zu kommen, betrachten wir die sicheren Silur-vorkommen des Aufbruches des Seeberges.

Teller (l. c. S. 268) bespricht das Profil des Seeberges gegen NW. Man hat da in der Schieferserie Einschaltungen von Kalken. Beim Gehöft Rakesch streicht die tektonisch tiefste Lage des Paßgebietes (bei Bad Vellach gibt es eine noch tiefere, die eine Antiklinale bildet) durch; das ist der Bänderkalk der sogenannten Kanzel. Darüber liegen Schiefer und über diesen streicht der Kalkzug durch, der die  $F_2$ -Versteinerungen geliefert hat (siehe oben unter Ic) und der im Streichen in Bänderkalk übergeht. Darüber liegen wieder Schiefer, deren Hangendes der Devonkalk des Stofsiè ist.

Den Hangenteil des Bänderkalkzuges der Kanzel bilden dunkelbläuliche, glimmerführende, krystalline Kalkschiefer mit dünnen Lagen und Schmitzen von dichter Beschaffenheit und intensiver schwarzer Farbe; Durchschnitte verraten eine spärliche Petrefaktenführung. Da fand Teller einen Bivalvenrest, der die charakteristische Wirbelkrümmung einer *Cardiola* erkennen läßt. Teller schließt auf eine Vertretung von Silur.

In der Fortsetzung der Bänderkalke der Kanzel fand Teller (Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1887, S. 146) zwischen Vernik und Scharkhube im Seeländerkessel in dunklen, bituminösen, dickbankigen Kalken mit unregelmäßig knolligen Absonderungsformen und oberflächlich eisenschüssiger und ockeriger Überkleidung neben Krinoidenstielgliedern und vereinzelt Brachiopoden einen überraschenden Reichtum an Orthoceren.

Das ist eine Vertretung des dunklen Orthocerenkalkes des Kok in den Karnischen Alpen, ein Äquivalent der Etage *E* der östlichen Karnischen Alpen.

Es ist also ein ganz anderes Gestein als es der Bänderkalk ist, der im Aufbruch von Seeland angeblich das Silur vertritt.

Daß der Bänderkalk devonisch und nicht silurisch ist, wird aufgezeigt einmal durch den Übergang von versteinierungsführenden Devonkalken in Bänderkalke; zweitens wird man zu demselben Schluß gedrängt aus Überlegungen der Tektonik, denn es kann nicht zweifelhaft sein, daß die gesamte Kalk-Schieferserie ein Schuppenpaket ist, daß daher nicht geschlossen werden kann, das in den Profilen tektonisch tiefer liegende sei auch das ältere.

Ferner muß man erwägen, in welcher Fazies das kalkige Silur der Karnischen Alpen entwickelt ist.

Wir haben da einmal die schwarzen Kalke des Kok und dann die viel häufigere Fazies der roten und rötlichen kramenzelartigen Kalke.

Der schwarze Kalk des Kok ist durch den Fund Tellers bei Seeland sichergestellt. Wie aber soll aus den kramenzelartigen Kalken mit ihrem großen Tongehalt ein Bänderkalk werden? Es erscheint ausgeschlossen, eine solche Ableitung zu machen. Daher sind die Bänderkalke meiner Meinung nach als metamorphe Devonkalke anzusprechen und etwa mit den bänderigen Kalken des Mooskofels und Gamskofels in den Karnischen Alpen zu vergleichen.

Ein weiterer Hinweis darauf, daß es so und nicht anders ist, ergibt sich aus dem Vorkommen von ziemlich metamorphen Kalken in rötlicher Färbung, die stark durchbewegt sind und im Bänderkalkzug gegenüber von Bad Vellach auftreten (siehe später). Daß es aber auch Silurkalke in der charakteristischen Form der Orthocerenkalke gibt, zeigt ein Kalkstück mit *Orthoceras alticola*? Barr. aus dem Bestande des Klagenfurter Museums.

Nun komme ich auf die Ursache der Bänderkalkbildung. Im allgemeinen wird man sie mit der Durchbewegung, überhaupt mit der tektonischen Inanspruchnahme in Zusammenhang bringen. Das zeigt schon der Umstand, daß dort, wo der Komplex des Seebergprofils eng zusammengedrückt wird, die Bänderkalkbildung auch auf die Züge des sonst versteinierungsführenden Devons übergreift.

Auch die Schiefer des Vellacher Gebietes zeigen eine Zunahme der Metamorphose und der Durchbewegung in den tektonisch tieferen Teilen. Und gerade dort sind die Bänderkalke eingeschaltet.

Ganz allgemein wird bezüglich der Bänderkalkbildung wohl auf die Ausführungen von Eberhard Clar hinzuweisen sein (Geologisches Archiv, IV. Bd., S. 38).

### III. Das Alter der Schieferserie.

Auf der hervorragenden Karte Tellers erscheint das Zwischenmittel der Kalkzüge des Vellacher Gebietes als Silur aufgefaßt. Es ist nun sehr bemerkenswert, die verschiedenen Meinungen über diesen Schieferkomplex zu betrachten.

Peters (Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1856, S. 670) hält die Kalke für Kohlenkalk und die Schiefer für Steinkohlenschiefer. Lipold (ebenda, 1856, S. 332) unterscheidet eine im Alter fragliche untere Gruppe (untere Gailtaler Schiefer und untere Gailtaler Kalke) von den zum Karbon gehörigen oberen Gailtaler Schiefen und Kalken und hebt hervor, daß nur die obere Gruppe Versteinerungen, u. zw. des Karbons geliefert habe. Obwohl, wie Lipold sagt, die Auflagerung der oberen auf die untere Gruppe ganz normal sei, lasse sich die untere Gruppe durch ihr kristallines Gefüge von der oberen unterscheiden. Die untere Gruppe habe große Ähnlichkeit mit der Grauwackenzone von Salzburg und Obersteiermark und Lipold zieht daher ihr vorkarbonisches Alter in Betracht.

Rolle (Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1857, S. 417) spricht im Gebiete von Sulzbach von einer Serie von „Übergangsschiefern“ mit Übergängen in Sandsteinschiefer und mit Einlagerungen von Quarzkonglomeraten. Er kann die viel später auf Tellers Karte z. T. als Karbon, z. T. als Silur bezeichneten Gesteine nicht von einander trennen. Stur hat auf seiner Karte zur Geologie von Steiermark (Graz, 1871) die Schiefer von Sulzbach, d. i. die Fortsetzung der Schiefer von Vellach als Gailtaler Schiefer, also als Karbon ausgetrennt.

Stache (Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1874, S. 232) spricht von klippenartigen Kalkriffbildungen in Schieferkomplexen, welche letztere von den Kulmschichten schwer zu trennen seien. Er hebt besonders die ähnliche Ausbildung der sicheren Karbongesteine (nördlich des sogenannten Seeberger Aufbruches) mit den Begleitgesteinen der altpaläozoischen Kalke hervor. Er sagt sogar, daß die Trennung undurchführbar sei, doch scheidet er auf seiner Übersichtskarte das Schiefergebiet von Vellach als „älteres Grauwackengebirge“ aus.

Hier zeigt sich bereits jener Kompromiß, der auf Tellers geologischer Spezialkarte durchgeführt wurde.

Ausgehend von der Vorstellung, der Gesteinskomplex des „Seeberger Aufbruches“ sei eine regelmäßig übereinander liegende Schichtenfolge, hält Stache die Schiefer unter dem tektonisch tiefsten Kalk des Seebergprofils für Untersilur.

In ausgezeichneter Weise hat sich Teller (Erläuterungen zur geologischen Karte der Ausläufer der Julischen und Karnischen Alpen, 1896, ferner Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1886, S. 267) mit den nichtkalkigen Gliedern des Seeberger Aufbruches beschäftigt. Der Seeberg ist eine Antiklinale von Phylliten, Tonschiefern, sandigen Glimmerschiefern, Grauwackensandsteinen. Teller hebt hervor, daß die Schiefer an die Quarzphyllite in den Randzonen der Zentralalpen erinnern; sie haben dieselben weißen Linsen von Quarz, zeigen Übergänge in Serizitschiefer und in dunkle, an Graphitschiefer erinnernde, meist aber durch Metalloxyde gefärbte Schiefer, anderseits aber hat man auch Übergänge von Tonschiefern und Phylliten in „Grauwackensandsteine“.

Nach E. Sueß, Anschauungen über die Äquivalente des Rotliegenden in den Alpen, würden diese Schiefer unter den Unglücksbegriff der Casannaschiefer fallen.

Die Frage nach dem Alter der Schiefer könnte zwar durch die weiter unten angeführten Beobachtungen als Rappoltfelsener sofort einer Lösung näher gebracht werden, aber es ist doch besser, vorher noch auf die Beziehungen des Schieferkomplexes zu den Bänderkalken einzugehen.

Teller, der wie alle früheren Forscher in der mehrmalig wiederholten Folge von Bänderkalk und Schiefer eine Altersfolge sieht, hebt besonders hervor, daß sich die Schiefer zwischen den Kalken vollständig gleich bleiben. Er hält Schiefer und Kalk im wesentlichen für gleich alt.

Dasselbe tut auch Penecke (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1888, S. 268). Dieser Forscher teilt (l. c. S. 270) eine Beobachtung an der Südwestseite des Rappoltfelsens mit: es sonders sich von dem Riff, wie er sagt, Blöcke ab und schieben sich zwischen die Schiefermassen ein. „Die Blöcke nehmen mit der Entfernung vom Riff an Größe ab und, während die großen in nächster Nähe des Riffes noch das ganz gleiche Aussehen wie der Kalk des Riffes selbst haben, verändert sich dasselbe mit der Entfernung der Blöcke vom Riff. Der Kalk wird immer mehr kristallinisch, reichlich von durch Metalloxyde gefärbte Kieselsäure und von Quarzadern durchzogen; schließlich ist in den kleinsten und von dem Riff entferntesten Blöcken der Kalk ganz ausgelaugt und durch Kieselsäure ersetzt, so daß sie kaum oder gar nicht mehr von den in die Phyllite überall eingelagerten Quarzkauern und Quarzlinsen unterschieden werden können.“ Penecke meint, daß es sich da um einen Fazieswechsel zwischen Riffmassen und klastischen Ablagerungen an dem Riff handle, und er zieht den Vergleich mit den von Mojsisovics beschriebenen Verhältnissen in Südtirol.

Ich werde im tektonischen Teile zeigen können, daß die Beziehungen von Kalk und Schiefer auf rein tektonischer Grundlage beruhen, und füge hier bereits an, daß die von Penecke beschriebene Auslaugung des Kalkes und sein Ersatz durch Kieselsäure auf einer Fehlbeobachtung beruht.

Aus den tatsächlich zu beobachtenden Verhältnissen ist nirgends der Schluß zu ziehen, daß Kalk und Schiefer gleich alt seien.

Keine Beobachtung zeigt auf, daß die wiederholte Folge von Kalk und Schiefen eine normale Ablagerungsreihe sei. Was ja auch — nebenbei bemerkt — bei der Durchbewegung der Schiefer und ihrem Linsenbau, den sie mit den Bänderkalken und den versteinierungsführenden Devonkalken gemeinsam haben, keineswegs wahrscheinlich sein kann.

Zweierlei Beobachtungen stürzen die Meinung von der Altersfolge bzw. der Gleichaltrigkeit von Kalk und Schiefen. Die eine machte Teller (Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1886, S. 268), indem er feststellte, daß in den klastischen Gesteinen des Schieferkomplexes (Grauwackensandstein usw.) auch Lyditbrocken auftreten, welche auch dem phyllitischen Material nicht fehlen. Wo in den Alpen Kieseliefer bekanntgeworden sind, handelt es sich immer um Altpaläozoikum, und zwar um Silur — siehe die Karnischen Alpen, die nordalpine Grauwackenzone. Daraus ergibt sich für einen Teil der Seebergschiefer ein jüngerer Alter als Altpaläozoikum.

Als willkommene Ergänzung zu dieser Beobachtung Tellers sei angeführt, daß an verschiedenen Stellen des Schieferkomplexes Gesteine auftreten, die sonst im Oberkarbon liegen — z. B. weiße Konglomerate, Sandsteine, welche ganz den Gesteinen des Auernigg und des Angertales in den Karnischen Alpen entsprechen (siehe dazu eine im Druck befindliche Studie von R. Schwinner im Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt).

Die zweite Beobachtung ist neu und überraschend. Nach Tellers Karte liegt über dem Devon des Rappolt- und Pasterkfelsens Oberkarbon, unter diesem Devon aber der Komplex der „silurischen Seebergschiefer“. Tatsächlich sieht man an der Westflanke des Rappoltfelsens, deren eigenartige Verhältnisse später zur Beschreibung kommen, daß die Oberkarbonschiefer klar in die Schiefer neben und unter den Devonkalk hineinstreichen. Es gibt also keinerlei Grenze zwischen den Seebergschiefen und dem Oberkarbon.

Daher ist zu schließen, daß die Seebergschiefer nicht von dem Oberkarbon zu trennen sind. Unterstützt wird dieser Schluß durch die petrographische Beschaffenheit des Komplexes der Seebergschiefer, die größtenteils vollständig mit dem Karbon der Karnischen Alpen, aber auch mit manchen Teilen des Unterkarbons von Nötsch übereinstimmt.

Es erscheint mir nach den Beobachtungen in dem Gebiete von Vellach recht sicher zu sein, daß der Grad der metamorphen Umwandlung der Schiefer von oben in das tektonisch Liegende etwas zunimmt; denn zwischen dem tiefsten Bänderkalkzug (in der Enge knapp ober Bad Vellach) und dem nächst höheren findet man reichlich Typen von phyllitischem Aussehen.

Aus den angeführten Beobachtungen am Rappoltriff ist zu schließen, daß wenigstens der obere Teil der Seebergschiefer, der eben mit jenen fossilführenden Kalken des Devons in Verbindung steht, dem Karbon angehört. Seiner ganzen Art nach ist er der unteren Abteilung des Karbons der Karnischen Alpen und der Karawanken, der Folge von Schiefen mit zurücktretenden Sandsteinen und Konglomeraten zuzurechnen.

Wenn man die Reihe der paläozoischen Ablagerungen südlich des Koschutazuges betrachtet, so entspricht das versteineringführende Karbon nördlich und über dem Devon des Rappolt- und Pasterkfelsens etwa dem oberen Teile des Karbons der Karnischen Alpen — im Teil B dieser Arbeit wird die Möglichkeit einer Vertretung von Unterkarbon erörtert werden. Die tektonisch hangendsten Teile der devonischen Kalkzüge wären beiläufig an der Grenze zwischen der oberen und unteren Abteilung des Oberkarbons eingeschoben — nicht ganz genau, wie der von Schwinner erwähnte Kalk der Paulitschhube zeigt.

Man wird aber doch mit einer Vertretung von Silur in einem Teile der Seebergschiefer rechnen müssen — wie man allerdings im Felde Karbonschiefer und Silur trennen kann, weiß ich nicht. — Im Klagenfurter Museum liegen zwei merkwürdige Versteinerungen:

*Aristocystites bohemicus* Barr. — in Böhmen in  $D_4$  vorkommend, aus einem glimmerigen braunen Sandstein;

*Mitrocystites mitra* Barr. — in Böhmen in  $D_1$  bis  $D_2$  verbreitet, aus einem dunklen, sandig-tonigen Gestein.

Das Gestein, in dem die erstgenannte Versteinerung liegt, gleicht überraschend dem  $D_4$  von Böhmen; doch kommen solche Typen auch in den Seebergschiefern vor. Das Gestein, in dem der *Mitrocystites* liegt, ist vielfach bei Vellach zu sehen. Wenn keine Fundortsverwechslung in dem Museum vorliegt, so wäre damit der Nachweis erbracht, daß auch Untesilur in den Seebergschiefern vorhanden ist. Dem Karnischen Caradoc Vergleichbares habe ich nicht gefunden.

#### IV. Die Tektonik des Devons.

Des öfteren wurde schon hervorgehoben, daß Teller die Serie der Seebergschiefer als eine Ablagerungsreihe angesehen hat, daß Penecke für die Gleichaltrigkeit von Kalk und Schiefer Beweise erbracht zu haben glaubte. Zu allen diesen Meinungen hat der scheinbar einfache Bau, die angeblich antiklinale Stellung des Seeberger Aufbruches geführt.

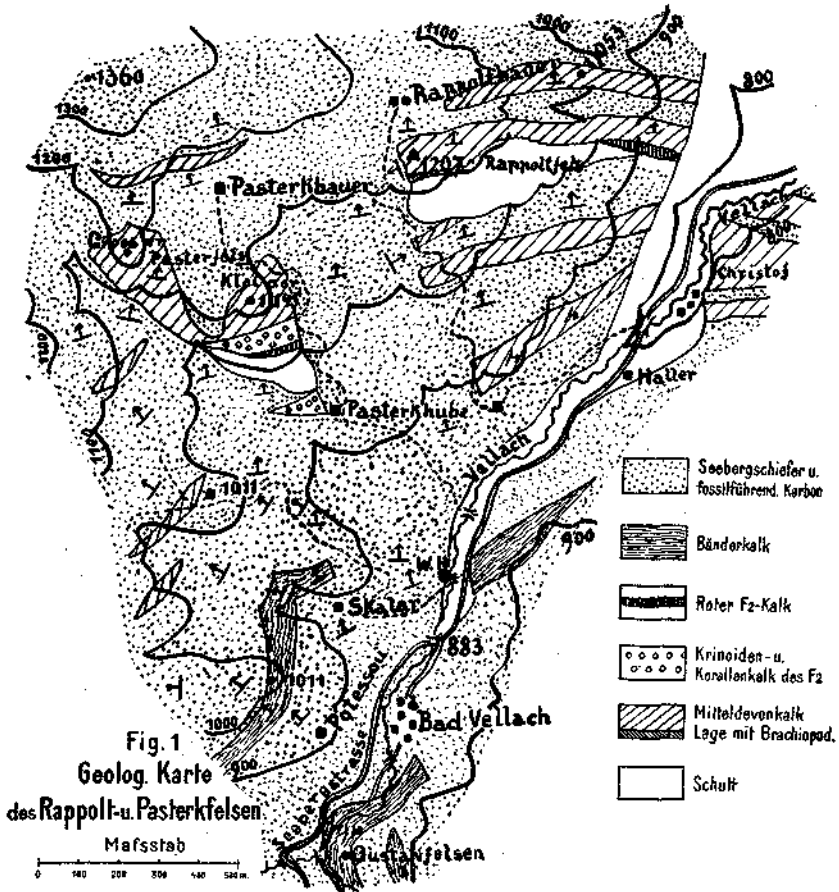
Schon durch die Feststellung, daß die silurischen Bänderkalke Tellers dem Devon angehören, ist eine andere tektonische Auffassung gegeben, welche eigentlich schon aus den Profilen von E. Seidl (Kamnische ali Savinske Alpe, in der Sammlung Slovenska zemlja, Laibach 1907) klar hervorgeht; man kann da den Schuppenbau herauslesen — jedenfalls zeigt Seidls Profil über den Seeberg, daß der „Aufbruch“ keine einfache Antiklinale ist.

An eine einfache Tektonik wird auch niemand glauben, der die Durchbewegung der Kalke und Schiefer sieht.

Um das Ergebnis gleich vorwegzunehmen, sei erwähnt, daß zwei Faktoren die Tektonik bedingen: der Schuppenbau von Devon — Karbon und die Querstörungen.

Die Grundzüge des tektonischen Baues sind aus der Karte (Fig. 1) herauszulesen. Ich kann mich daher bei der Beschreibung kurz fassen und schicke nochmals voraus, daß die Serie der „Seebergschiefer“ zwischen den verschiedenen Kalkzügen vollkommen gleich bleibt.

a) Die Doppelklippe des Pasterkfelsens. Knapp unter Punkt 833 bei Bad Vellach führt ein Weg zum Pasterk im Gehänge aufwärts. Man geht über Schiefer und Sandsteine und kommt zur Pasterkhube (940 m). Dort trifft man die Krinoidenkalke und graue und blaue, sehr zerhackte Korallenkalke; sie reichen bis 960 m im Gehänge hinauf und hören im Streichen gegen O scharf auf; gegen W streichen sie auf den Bach zu, erreichen ihn aber nicht, denn dieser ist schon in das Karbon ein-



getieft — leider läßt es sich nicht feststellen, ob es sich um eine Linse oder um eine Querstörung handelt.

Schiefer liegen also unter, über und neben dem Kalk und in den Schiefen liegen viele sandige Lagen.

Schiefer trennen den Kalkzug der Pasterkhube von dem kleinen Pasterkfelsens, an dessen Basis die roten Kalke und die Krinoidenkalke durchgehen. Der eigentliche Kleine Pasterkfelsens besteht im tiefsten Teile aus dunkelblauen, bituminösen Kalken, die sehr ähnlich unseren Barrandeischiefern sind. Die Hauptmasse des Felsens ist aus grauen



und lichten, manchmal auch bläulichen, meist sehr dichten, oft etwas krystallinischen Kalken des Mitteldevons aufgebaut, die unserem Hochlantschkalk sehr ähnlich sind.

Der Sattel zwischen den beiden Pasterkfelsen besteht aus Karbonschiefern, die im Südhang des Sattels bis 1020 m Höhe herabreichen.

Südwestlich des Pasterkbauern erhebt sich der große Pasterkfelsen, der aus Mitteldevonkalken aufgebaut ist. Stellenweise sind die Kalke ganz zertrümmert und brecciös. Ziemlich steiles Nordfallen ist herrschend. Auch die Schiefer, in die sich im Graben unter dem Felsen Konglomerate einschalten, fallen unter dem Felsen steil gegen N ein.

Der große Pasterkfelsen bildet einen Teil des Rückens südlich von P. 1360; es geht da in einem etwa 1200 m hohen Sattel des genannten Rückens der Devonkalk spitz mit hellen Kalken aus; diese Kalke sind

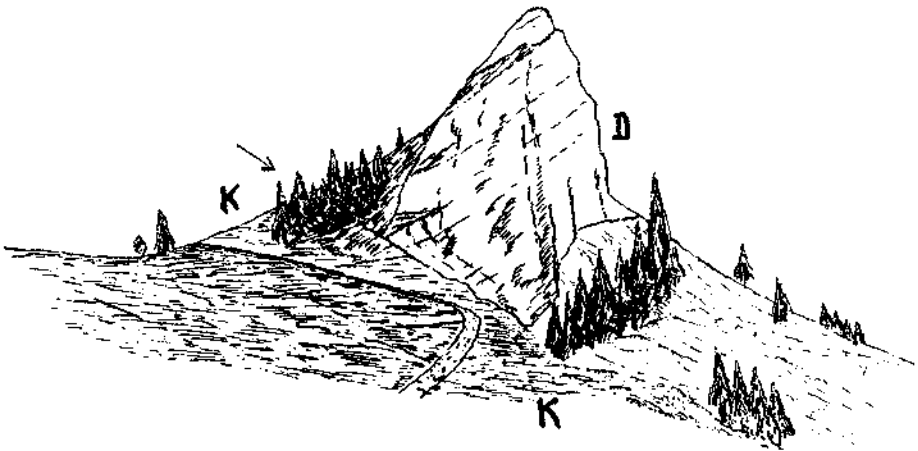


Fig. 2. Gipfel des Rappoltfelsens (P. 1207).

K = Karbon; D = Devonkalk. Der Pfeil zeigt den Verlauf der Querstörung.

zum Teil stark in s durchbewegt und in Linsen auseinandergelegt. Im allgemeinen fällt der Kalk unter die nördlich anstoßenden Karbonschiefer ein, aber am Ende des Felsens ist eine Überkippung eingetreten, indem sich eben in dem oben genannten Sattel der Kalk mit SSO-Fallen auf die Schiefer legt. Aber unmittelbar neben der Überkippung, neben dem Sattel fällt die Schieferserie unter  $40^\circ$  gegen NW ein.

Genau nördlich des Pasterkbauern geht in den Schiefem ein tektonisch höher liegendes Kalkband durch.

b) Der Rappoltfelsen und seine Fortsetzung bis zum Vellachtal. Schiefer und etwas Sandsteine füllen den Raum zwischen den Pasterkfelsen und dem Rappoltfelsen (P. 1207).

In den obersten Teilen des Felsens ( $D_1$  der Fig. 4) nahe dem Gipfel fallen die hellen Kalke des Mitteldevons leicht gegen N ein (Fig. 2).

An der Westseite, knapp unter dem Kamm ist die früher erwähnte Stelle (S. 177) mit einer überaus bemerkenswerten Störung in vortreff-

licher Weise am Rande des Felsens aufgeschlossen, und zwar etwas südlich des in Schiefem liegenden Sattels südlich des Rappoltbauern (Fig. 2, 3). Tonschiefer streichen in NO—SW und fallen sehr steil gegen NW ein, indem sie sich auf den Kalk des Rappoltfelsens legen und die direkte Verbindung der Karbonschiefer mit den „südrischen Seebergschiefern“ der Tellerschen Karte bilden (S. 177); die Auflagerung auf die Kalke geschieht aber nicht derart, daß die Schiefer auf einer Schichtfläche des Kalkes liegen — die Schichtflächen des Kalkes fallen gegen N ein und die Auflagerungsfläche der Schiefer fällt gegen NW —, sondern die Auflagerung des Schiefers geschieht an einer nordöstlich streichenden Clivagefläche im Kalk (Fig. 3). Diese Zertrümmerungsfläche im Kalk entspricht einer jener später abzuhandelnden Querstörungen.

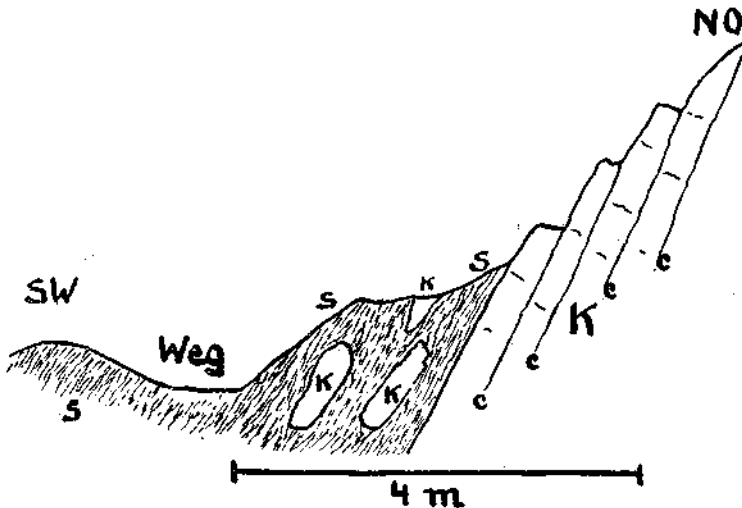


Fig. 3. An der Westflanke des Rappoltfelsens.  
K = Devonkalk; S = Schiefer; c = Clivageflächen.

Der Kalk ist in der Nähe der Auflagerung der Schiefer zerbrochen, von den scharf durchgehenden Clivagen zerrissen und ziemlich stark mit Limonit durchtränkt.

In der Figur 3 ist profilmäßig dargestellt, wie der Kalk unter die Schiefer einsinkt, wie sich von dem Kalk Trümmer losgelöst haben, die in den Schiefer eingewickelt wurden — das ist jenes Bild, das Pencke verführt hat, Verhältnisse anzunehmen analog jenen am Rande der Südtiroler Riffe.

Es ist aber eine ganz klare Querstörung, die das beschriebene; auffallende Bild hervorgebracht hat. Aber nicht nur die Querstörung ist damit bewiesen — die genannten Schiefer zeigen auch, daß zwischen dem Karbon und den Seebergschiefern auf Tellers Karte keine Trennung besteht.

Der Rappoltfels besteht aus den im Gipfelgebiete flach gegen N fallenden, dann aber sich steil nördlich niedersenkenden Mitteldevonkalen.

Östlich unter dem Rappoltbauern setzt eine neue, tektonisch höher gelegene Rippe von Devonkalk ( $D_3$  der Fig. 4) an, die durch einen Karbonschieferstreifen vom Rappoltfelsen getrennt ist. Sie steht fast senkrecht, geradeso wie der Rappoltfelsen im Streichen gegen das Vellachtal zur steilen Lagerung sich aufrichtet. Beide Kalke ziehen zur Vellach herab und enden im Schutt gegenüber dem Christoffelsen.

Die allgemeine Lagerung der Devonkalke der Rappoltzüge hat ihr vollkommenes Äquivalent im Felsen, auf dem das Bildnis des großen Christof steht. Da wie in allen Zügen des Rappoltfelsens bis in die untersten Devonkalkzüge dieses Profiles, ebenso auch in den beiden Pasterkfelsen ist keine Parallelschichtung der Schichtung der Devonkalke mit der Schieferung der angrenzenden Schiefersteine vorhanden,

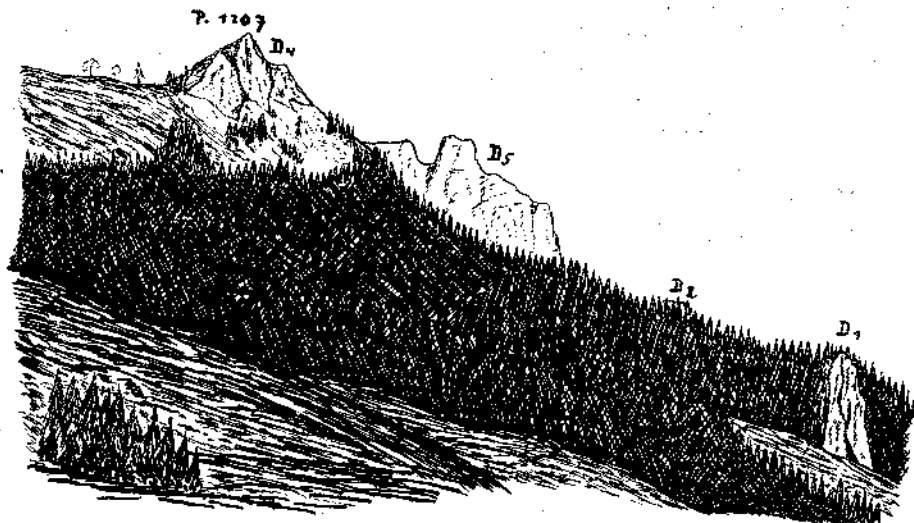


Fig. 4. Rappoltfelsen vom Pasterkrücken.

sondern eine Lagerung, welche in der Fig. 5 schematisch dargestellt ist. Derartige Lagerungsbeziehungen haben früher wohl zur Annahme von Brüchen geführt; sie sind aber durch die Einschließung der knotzigen Devonkalke in das s der Schuppenstruktur zu deuten, gleichsam als eine nicht vollkommen gelungene Gesteintranslation aufzufassen.

Genau in demselben Verhältnis liegen im Oberharz die Mitteldevonkalke zu den Kulmschiefern (Beushausen, Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt, N. F. 30, S. 290).

c) Die tektonisch tieferen Devonkalke zwischen Rappoltfelsen und dem Vellachtal. Auf dem Rücken vom Rappoltfelsen gegen SSO herab liegen in den Schiefen mehrere Devonkalke. In 1080 m Höhe zieht ein weißer und blauer Kalk durch ( $D_3$ , auf der Fig. 4 im Walde ober  $D_2$ , nicht ausgeschieden). Etwa 10 m mächtiger, weißer Breccienkalk geht in 1030 m Höhe mit 40 Nordfallen durch; darunter folgen weiße und blaue Kalke mit großen Kalzitnestern, ferner blaue, etwa 20 m mächtige Kalke ( $D_2$  der Fig. 4). Die ganze Kalkserie zieht

in der Richtung gegen die Schuppe bei der Pasterkhube. Das Liegende sind wie dort Schiefer mit sehr viel Sandsteinlagen.

In 900 *m* Höhe liegt ein Gehöft, nördlich dessen ein Zug von bläulichen Kalken mit 30 Ostfallen plötzlich einsetzt ( $D_1$  der Fig. 4).

Verfolgt man die Kalke im Streichen gegen das Vellachtal, so sieht man, daß sie nicht direkt in der anderen Talseite ihre Fortsetzung haben, daß zwischen den beiden Talseiten eine Querstörung liegt.

Im Zusammenhang mit dieser Erscheinung stehen die Verhältnisse des sogenannten Christoffelsens am rechten Ufer der Vellach. Seine Devonkalke zeigen NO—SW- bis N—S-Streichen und dementsprechend West- bis Nordwestfallen. Die Scharen der Clivagen gehen in folgenden Richtungen: O—W (vorwiegend), NW—SO (darauf das Bild des großen Christof) NO—SW.

d) Das Profil am Rücken Skalar—P. 1011. Von der Vellach aufsteigend hat man zuerst flach gegen N einfallende Schiefer und Sandsteine der „Seebergschiefer“. In 940 *m* Höhe tritt plötzlich 45 Nordwestfallen ein; im Hohlweg darüber hat man eine sehr scharfe Faltung der Tonschiefer mit der Tendenz zur Überlegung gegen NW (Fig. 6.) Das allgemeine Fallen ist gegen NW gerichtet.



Fig. 5. *d* = Devonkalk mit flacher Schichtneigung; *s* = Schiefer.

Plötzlich erscheint bei etwa 1000 *m* Höhe wieder das O—W-Streichen bei durchschnittlich 40—50 betragendem Nordfallen der weitaus überwiegenden Tonschiefer.

Derartige plötzliche Wechsel im Streichen lassen wohl nur die Erklärung zu, daß hier zwei Bewegungsflächen im *s*-Gefüge vorliegen, welche die NO streichende Partie oben und unten begrenzen.

Knapp über dem Haus — Punkt 1011 — liegt in den Schiefen eine gering mächtige Lage von Devonkalk, der deutlich oben und unten von einer graphitischen Schmierzone begrenzt ist, was einer Anreicherung des Schmiermittels an den Bewegungsflächen entspricht.

Höher oben im Gehänge liegt dann noch eine weitere kleine Devonkalkklippe. — Noch eine andere kleine Klippe erreicht man, wenn man vom Haus P. 1011 auf dem Horizontalweg gegen W geht. Es ist ein blauer Devonkalk.

Diese eigenartige Tektonik hat Teller (Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1886, S. 275) zu dem Vergleich mit den karpatischen Klippen gebracht.

e) Die Bänderkalkzüge der Umgebung von Vellach. Den Rücken Skalar P. 1011 überschreitet der Bänderkalk nicht mehr, der westlich über Bad Vellach oberhalb des Potessou-Bauern durchstreicht. Den Weg, der über die Ruine des Skalar zum P. 1011 führt, erreicht der Kalk nicht, sondern er endet in einem steilen bewaldeten Köpfel südwestlich des Weges, indem ihn eine Querstörung abschneidet.

Im Graben westlich vom Skalar ist der Kalkzug schön aufgeschlossen: blaue, etwas kristallinische Kalke, z. T. durchbewegt und dann gebändert.

im ganzen aber nicht viel mehr metamorph als viel Devonkalke, die Fossilien führen. Das Fallen ist unter  $70^\circ$  gegen NW gerichtet.

Diesen „Silurbänderkalk“ der Karte Tellers findet man wieder über dem Potessou, wo er bis zum P. 1011 hinaufreicht; dort fällt er unter  $20$  bis  $30^\circ$  gegen NW.

In diesem Kalkzug gibt es rote, kranzelartige Kalke, die ich für metamorphe Silurkalke halte. Der Kalkzug wird von den Schiefeln unter- und überlagert.

Rote kranzelartige Kalke, tektonisch höher liegend als die streichende Fortsetzung des erörterten Bänderkalkes, gibt es außerhalb des in der Kartenskizze (Fig. 1) dargestellten Gebietes unter dem P. 1247.

Bei dem Wirtshaus unter Bad Vellach liegt in der streichenden Fortsetzung des Bänderkalkes des Potessou ein Kalk, der z. T. gebändert,

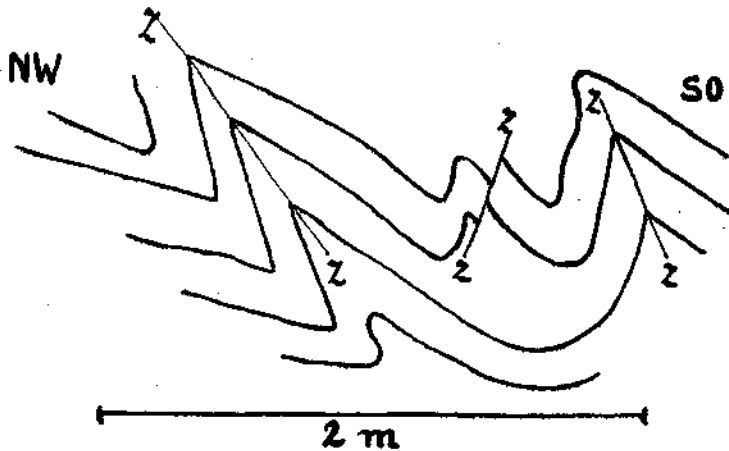


Fig. 6. Faltung von Tonschiefer zwischen Skalar und P. 1011.  
Z = Zerreiungsflachen.

z. T. ungebändert ist und im letzteren Falle wie ein Devonkalk normaler Art aussieht.

Knapp ober Bad Vellach liegt vor der Talteilung eine Enge, die durch den sogenannten Gustavfelsen (Fig. 1) gebildet wird. Dort ist im genannten Felsen das tektonisch Tiefste der Umgebung von Bad Vellach aufgeschlossen, nämlich Bänderkalke mit N—S-Streichen. In der Enge sieht man westlich der Straße  $30^\circ$  West-, östlich der Straße  $50^\circ$  Ostfallen. Es ist also eine Antiklinale. Der Bänderkalk dieser Wölbung ist stark von Clivagen durchsetzt, die z. T. in N—S, z. T. in O—W streichen.

f) Allgemeines über die Tektonik. Betrachten wir den allgemeinen Stil der Tektonik, so zeigt sich uns dieser als ein ausgesprochener Schuppenbau. Die sich immer wieder zeigende Folge Kalk — gleichgültig, ob es nun versteinierungsfuhrende Devonkalke oder Bänderkalke sind — und Schieferserie entspricht einer tektonischen Wiederholung.

Sichere Schichtfolgen, Altersserien können wir im Devon auch nur zum kleinen Teil erkennen. Wir sehen z. B. die roten Devonkalke im Pasterk

von Krinoidenkalk überlagert und sehen an einer Stelle des Rappolt (siehe die Karte, Fig. 1) direkt unter dem Mitteldevon liegen.

Wenn man die Mächtigkeiten des Devons der Kellerwandkette und des Wolaier Seegebietes als die Normalmächtigkeiten des alpinen Devons ansieht, so ergibt sich eine geradezu ungeheure Verminderung der Mächtigkeiten im Devon von Vellach. Den vielen hundert Metern der Kalke des Unter- und Mitteldevons der Kellerwand steht eine Schichtenentwicklung im Pasterk- und Rappoltfelsen gegenüber, die vielleicht 80 bis 100 m im Maximum beträgt.

Die geringe Mächtigkeit kann eine ursprüngliche Anlage sein — aber doch wohl nicht die ganze Verringerung der Mächtigkeit. Ein guter Teil derselben muß auf Konto der Tektonik, der Durchbewegung gesetzt werden.

Der zweite Grundzug des tektonischen Baues ist das Auftreten der Querstörungen. Es liegt kein Grund vor, diese Querstörungen nicht als gleichzeitig mit der Schiebung, mit der Schuppenstruktur anzusehen. Sichere, im Feld festzustellende Querstörungen sind die Ostgrenze des unteren Pasterkfelsens und ihre, den Bänderkalk beim Skalar und den Gustavfelsen abschneidende Fortsetzung, die Westgrenze des Rappoltfelsens und ihre Fortsetzung am Westende des Bänderkalkes bei W. H. im Vellachtal, das Ostende der Kalkzüge des Rappolt im Vellachtal, die plötzlich gegen die Schiefer absetzende Ost- und Südwestgrenze des oberen Pasterkfelsens.

Durch die Querstörungen ist das Gebirge bei Bad Vellach geradezu stufenförmig disloziert, verschoben.

Es besteht die Möglichkeit, daß die Mineralquelle von Bad Vellach mit der Querstörung zusammenhängt, die den Kalk des Gustavfelsens und beim Skalar abschneidet.

Ich möchte noch erwähnen, daß die Querstörungen im Paläozoikum von Bad Vellach absolut gleich sind den von Beushausen (Abhandlungen der Preußischen Geologischen Landesanstalt, N. F. 30) aus dem Oberharz dargestellten Verhältnissen, z. B. im Gebiete von Goslar und Claustal, wo der genannte Forscher die Querstörungen im Devon und Kulm auf seiner Karte 1:40.000 und auf einem kleinen Kärtchen (S. 247, S. 320) im Maßstabe 1:10.000 dargestellt hat.

## V. Ausblick auf die Großtektonik.

Die einfache Auffassung, in dem Seeberger Aufbruch eine gewöhnliche Antiklinale zu sehen, ist nicht mehr möglich. Es wurde aufgezeigt, daß es sich um einen Schuppenbau handelt.

Kober (Geologische Rundschau 1914, S. 184, Bau und Entstehung der Alpen, S. 210) faßt den Seeberger Aufbruch als eine Decke auf, die er in die oberdinarischen Decken einreicht. Leider sind seine Mitteilungen allzu aphoristisch: „Meine Studien haben ergeben, daß das sogenannte karnische Paläozoikum, wie es z. B. am Seeberg aufbricht, eine Decke ist.“

Schwinner hat (ebenda, 1915) sich allgemein gegen einen Deckenbau der Südalpen gewendet, was bisher unwiderlegt geblieben ist.

Aus Kobers Übersichtsprofilen und seinen Worten geht hervor, daß er an einen Bewegungssinn gegen S denkt. Gegen einen Südschub spricht die Tendenz der Faltung gegen N, der ganz allgemein gegen N gerichtete tektonische Stil des Profiles von den Steiner Alpen bis zum Nordrand der Karawanken, das Anschoppen des Devons am Nordrande des Seeberger Aufbruches. Mir scheint die Auffassung Staubs (Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, N. F. 52, S. 222) der Wahrheit näher zu liegen, daß im Gebiete von Eisenkappel die Dinariden über den Alpen liegen und daß es sich da um einen allgemeinen Süd—Nordschub der Randteile der Dinariden handle.

## **B. Versteinerungen aus dem Karbon des Vellachtales.**

Durch das liebenswürdige Entgegenkommen der Leitung des Museums in Klagenfurt erhielt ich eine größere Reihe von Versteinerungen aus dem Karbon des Vellachtales, wofür ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank zum Ausdruck bringe.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der zur Bestimmung gelangten Versteinerungen und ist zugleich eine Darstellung ihrer stratigraphischen Verbreitung. Es beziehen sich die ersten vier Reihen auf die Funde im Vellachtale selbst: I — aus dem Tonschiefer, II — aus dem sandigen Tonschiefer, III — aus dem Sandstein, IV — aus dem Kalk.

Die arabischen Ziffern der Tabelle bedeuten das Vorkommen in folgenden Karbongebieten:

1. Nötscher Schichten — De Koninck, Bleiberg.
2. Kulm von Deutschland — Cramer, Jahrbuch der Preußischen Geologischen Landesanstalt, 1910, II; 1912, II. Nebe, Neues Jahrbuch f. M. G. P. BB. 31. Parkinson, Z. D. G. 1903. Sommer, Neues Jahrbuch f. M. G. P. BB. 28. Hüffner, Jahrbuch der Preußischen Geologischen Landesanstalt, 1914, I.
3. Kohlenkalk der Vogesen — Tornquist, Abhandlungen zur geologischen Spezialkarte von Elsaß-Lothringen, V. Bd.
4. Kohlenkalk von Deutschland — Cramer, Jahrbuch der Preußischen Geologischen Landesanstalt, 1912, I. Dantz, Z. D. G. 1893.
5. Kohlenkalk von Nowaja Semlja — Toulou, S. B. der Wiener Akademie, 71. Bd., 1871.
6. Kohlenkalk von Krakau — Jarosz, Rozprawy der Krakauer Akademie der Wissenschaften, Ser. B. 49. Bd.
7. Unterer Kohlenkalk von Mittelrußland — Stuckenbergh, Mem. Com. geol. St. Petersburg, N. S. 14, 1904. Tzvetaw, Mem. Com. geol. St. Petersburg, VIII, 1898.
8. Etroengt der rechten Rheinseite — Drevermann, Z. D. G. 1902.
9. Stufe von Tournai — De Koninck, Faune du calcaire carbonifère de Belgique.
10. Stufe von Vise — De Koninck, Description des animaux foss. Monographie des genres Productus et Chonetes.







11. Unterkarbon von Großbritannien — M. Coy, Synopsit. Davidson, Brit. foss. Brachiopod. Hind, Pal. Soc. 53, 54, 58.
12. Kinderhookstufe — Smith, U. S. Geol. Surv. Monographs, 42. van Tuyl, Iowa geol. Survey, XXX. St. Weller, Transact. Acad. Sc. St. Louis, vol. X, XI.
13. Ostrauer Schichten — Klebelsberg, Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1912.
14. Oberkarbon von Ungarn — Frech, Földtany Közlöny, 36. Bd., 1906. Rakusz, C. M. G. P. 1926.
15. Karbon der Veitsch — Heritsch, Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, 1919.
16. Oberkarbon der Karnischen Alpen — Schellwien, Pal. 39. Johnsen, Neues Jahrbuch für M. G. P. 1906, II. Vinassa-Gartani, Boll. Soc. geol. ital. 1905.
17. Oberkarbon von Jauerburg in den Karawanken — Heritsch, Carniola, 1918.
18. Oberkarbon von Dalmatien — Mertens, Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1907. Renz, Z. D. G. 1903.
19. Oberer Kohlenkalk von Mittelrußland — Stuckenberg, Mem. Com. geol. St. Petersburg, V. Nr. 3, 1888. Tzwetaew, Mem. Com. geol. St. Petersburg, V. Nr. 4, 1888.
20. Oberkarbon des Wolgadurchbruches bei Samara — Stuckenberg, Mem. Com. geol. St. Petersburg, N. S. 23, 1905.
21. Oberkarbon des Donetzbeckens — Jakowlew, Mem. Com. geol. St. Petersburg, N. S. 4, 1903. Lebedew, Nachrichten des Berginstitutes Jekaterinoslaw, Jub. Bd., 1899—1924.
22. Oberkarbon vom Ural und Timan — Stuckenberg, Mem. Com. geol. St. Petersburg, X. Nr. 3, 1895. Tschernyschew, Mem. Com. geol. St. Petersburg, XVI. Nr. 2, 1902.
23. Productus limestone der Salt Range — Waagen Salt Range fossils.
24. Oberkarbon von Balia Maaden — Enderle, Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orientes. 13. Bd.
25. Oberkarbon von Padang — Fliegel, Paläontologie 48.
26. Oberkarbon des Tian shan — Keidel, Neues Jahrbuch für M. G. P. BB. 22. E. Sueß, Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften. 61. Bd.
27. Oberkarbon von Ägypten — Schellwien, Z. D. G. 1894.
28. Oberkarbon von Missouri — Keyes, Geol. Surv. of Missouri, V. Bd.
29. Oberkarbon von Nebraska — Hayden, U. S. Geol. Surv. of Nebraska, Washington 1871. Meek und Hayden, Fin report of the U. S. Geol. Surv. of Nebraska.
30. Oberstes Oberkarbon von Südamerika. — Meyer, Neues Jahrbuch für M. G. P. BB. 37.
31. Permokarbon (Troglkofelkalk) der Teufelsschlucht bei Neumarkt in Oberkrain — Schellwien, Abhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, XVI.
32. Permokarbon (Troglkofelkalk) von Forni Avoltri — Gortani, Pal. ital. XII.

33. Permokarbon des Donetzbeckens — Jakowlew, Mem. Com. geol. St. Petersburg, N. S. 79, 1912.

34. Permokarbon von Spitzbergen — Toula, Neues Jahrbuch für M. G. P. 1875.

35. Bellerophonkalk von Krain — Kossmat-Diener, Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1910.

36. Bellerophonkalk von Südtirol — Stache, Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1877.

37. Perm von Timor — Rothpletz, Pal. 39.

38. Unteres Perm von Tasmanien — Hummel, Neues Jahrbuch für M. G. P. 1915, I.

Ich wende mich nun der stratigraphischen Deutung der Fauna zu.

Stratigraphisch wertlos, weil sie im Unter- und Oberkarbon verbreitet sind, sind die im folgenden genannten Formen:

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Fenestella plebeja</i>         | <i>Productus semireticulatus</i> |
| <i>Fenestella varicosa</i>        | <i>Reticularia lineata</i>       |
| <i>Fenestella burlingtonensis</i> | <i>Martinia glabra</i>           |
| <i>Productus punctatus</i>        | <i>Bellerophon Münsteri</i>      |

Stratigraphisch wertlos sind auch die früher namhaft gemachten Varietäten der Camerophorien.

Ich zähle nun die oberkarbonischen Formen mit Angabe ihrer Verbreitung auf, wobei folgende Abkürzungen verwendet werden: R = Rußland und Russisch Asien, K = Karnische Alpen und Jauerburg in den Karawanken, P = Permokarbon der Alpen.

*Chaetetes mosquensis*, R, K.

*Fenestella surculosa*, R, K.

*Polypora Kolvae*, R, K.

*Streptorhynchus Halli*, R, Südamerika.

*Chonetes lobata*, K.

*Productus lineatus*, R, K, Vorder-, Ost- und Südasiens.

*Productus Schrenki*, R.

*Productus fasciatus*, R, K, Tianshan.

*Productus transversalis*, R, K.

*Spirifer Fritschi*, R, K, P.

*Spirifer cameratus*, R, Oberkarbon von Nordamerika und Dalmatien, Permokarbon von Spitzbergen.

*Spirifer carnicus*, R, K, Oberkarbon von Dalmatien.

*Spirifer Zitteli*, R, K, Oberkarbon von Oberungarn (kommt zwar auch im Unterkarbon der Vogesen vor, kann aber trotzdem zu den oberkarbonischen Formen gerechnet werden).

*Spirifer Trigonalis* var. *lata*, R, K, Oberkarbon von Oberungarn.

*Martiniopsis uralica*, R, auch in der Artinskstufe von Rußland.

*Martiniopsis orientalis*, R.

*Spiriferina Coronae*, K.

*Camerophoria alpina*, K, Oberkarbon von Dalmatien, P.

*Camerophoria latissima*, Oberkarbon von Dalmatien.

*Camerophoria Sancti Spiritus*, K.

*Aviculopecten carbonarius*, R, K, Permokarbon von Rußland, Oberkarbon von Amerika.

*Pleurophorus oblongus*, R, Oberkarbon von Nordamerika.

*Euphemus uriformis*, R.

*Orthoceras compressiusculum*, R.

Um ganz sicher zu gehen, scheiden wir die nur im Oberkarbon der Karnischen Alpen vorkommenden Formen aus: *Chonetes lobata* und *Spiriferina Coronae*.

Dann treten ganz klar die engen Beziehungen zu dem russischen Oberkarbon hervor. 18 Arten unter 23 kommen in Rußland vor. Davon waren bisher 9 auch in den Karnischen Alpen bekannt, die anderen 9 sind für die Alpen neu.

Eine Reihe von Formen kommt auch in den anderen Oberkarbongebieten vor, so *Streptorhynchus Halli*, *Productus lineatus*, *Productus fasciatus*, *Spirifer cameratus*, *Spirifer carnicus*, *Spirifer Zitteli*, *Spirifer Trigonalis* var. *lata*, *Camerophoria alpina*, *Camerophoria latissima*, *Pleurophorus oblongus*.

Nur die sonst im Oberkarbon verbreiteten Arten *Spirifer Fritschi*, *Martiniopsis uralica*, *Camerophoria alpina* gehen in das alpine Permokarbon beziehungsweise in die Artinststufe hinauf.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich, daß der Schluß berechtigt ist, es sei im Karbon des Vellachtales ein fester Bestand von Oberkarbonformen vorhanden.

Nun handelt es sich um die genauere Einstellung der Fauna im Oberkarbon selbst.

In den Karnischen Alpen treten auf:

*Chonetes lobata* auf der Krone in der Schicht 6.

*Productus lineatus* ebenda und in der Spiriferenschichte.

*Spirifer Fritschi* ebenda und in der Spiriferenschichte.

*Spirifer carnicus*, *Zitteli*, *trigonalis* var. *lata* ebenda, ebenso auch *Spiriferina Coronae* und *Camerophoria alpina*.

Nun betrachten wir die russischen Arten. Es treten auf:

in den Cora-Schichten *Productus lineatus*,

in den Cora-Schichten und im Schwagerinenhorizonte *Productus Schrenki*, *Spirifer cameratus*,

im Schwagerinenhorizonte *Productus transversalis*, *Martiniopsis orientalis*,

im Schwagerinenhorizonte und in der Artinststufe *Martiniopsis uralica*, *Aviculopecten carboniferus*.

Es kann nur der Schluß gezogen werden, daß die ganze bisher erörterte Tiergesellschaft den Auerniggschichten und daher der Fauna des Monte Pizzul zu parallelisieren ist. Damit ist festgelegt, daß sie in ihrem größeren Teil den Coraschichten der russischen Geologen, zum kleineren Teil dem Schwagerinenhorizonte gleichzustellen ist. Hierzu sei auf die ausgezeichneten Auseinandersetzungen

Geyers (Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1896, S. 220) verwiesen.

Relativ gering im Hinblick auf die von Vinassa de Regny und Cortani (Boll. Soc. geol. ital. 1905) studierte Fauna des Monte Pizzul ist der Prozentsatz der in das Permokarbon aufsteigenden Formen in der Fauna von Vellach.

Eine besondere Aufstellung muß die Versteinerungen betreffen, welche aus den dunklen, Fusulinen führenden Kalken des Vellacher Gebietes stammen. Es sind das die folgenden:

*Productus semireticulatus*,

*Productus Schrenki*, in Rußland in den Schwagerinenkalken,

*Productus transversalis*, in Rußland in den Schwagerinenkalken,

*Spirifer trigonalis* var. *lata*.

*Productus Schrenki* und *Productus transversalis* deuten auf eine Vertretung der Schwagerinenstufe, des obersten russischen Oberkarbons.

Nun verbleibt aber noch ein Rest der Fauna — die reinen Unterkarbonformen! Ich zähle sie im folgenden auf, wobei das nebengesetzte N das Vorkommen in Nötsch bedeutet.

*Productus Buchianus*, N,

*Retzia multicostata*, Tournai,

*Lima Haueriana*, N,

*Schizodus obovatus*, Kohlenkalk von England,

*Solenopsis parallela*, Kohlenkalk von England,

*Cardiomorpha subregularis*, N,

*Edmondia Lyelli*, Kohlenkalk von England,

*Edmondia sulcata*, N, Unterkarbon von Deutschland, der Vogesen und von England,

*Loxonema priscum*, Visé.

Von den Unterkarbonformen treten drei in Nötsch allein, eine in Nötsch und in sonstigem Unterkarbon und fünf in verschiedenen Stufen des englischen und belgischen Unterkarbons auf.

Ich möchte aber auf die genannten Unterkarbonarten in stratigraphischer Beziehung nicht viel geben; denn besonders bei den Brachiopoden ist ja eine große Anzahl bekannt, die ohne wesentliche Veränderung aus dem Unterkarbon in das Permokarbon aufsteigen.

Auf Grund dieser Versteinerungen kann man meines Erachtens den Schluß auf eine Vertretung des Unterkarbons nicht ziehen, um so weniger, als auch Vinassa de Regny und Gortani bei der Untersuchung des Monte Pizzul beiläufig ein Viertel Unterkarbonarten fanden.

Immerhin kann aber doch an Staches Fund von *Productus giganteus* im Gebiete der Krone erinnert werden, der von Frech und Schellwien als eine Vertretung von Unterkarbon in Abrede gestellt worden ist. Auch in der Fauna des Monte Pizzul erscheint der *Productus giganteus*.

Ist vielleicht doch in den Karnischen Alpen eine Vertretung von Nötscher Schichten vorhanden?

Teller sagt in den Erläuterungen zur geologischen Karte der Ausläufer der Karnischen und Julischen Alpen (Wien, 1896, S. 67), daß marines Unterkarbon im Vellachtales nicht nachgewiesen sei. Er erwähnt aber in der „tiefsten Abteilung des Oberkarbons“ (wie er meint, d. i. in den Lagen über dem hangendsten Devonkalkzug von Vellach) einen gut erhaltenen Rest von *Dictyodora Liebecana*, die für den mitteldeutschen Kulm fast den Wert eines Leitfossils hat, wenn die Gattung auch bereits im Silur vorkommt (siehe Hundt, C. M. G. P. 1912, S. 93; 542. 1913, S. 180. Zimmermann, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1891, S. 551. Auch im Unterkarbon von Sarajewo, siehe Kittl, Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1903, S. 665).

Zum Schluß noch eine kleine Bemerkung! Durch die Studien von Rakusz (C. M. G. P. 1926, S. 517) ist es sicher geworden, daß Frechs „marines Unterkarbon von Oberungarn“ in das Oberkarbon zu stellen ist, denn echte Leitfossilien der Visé-Stufe gehen der Dobschauer Fauna ganz ab; ein Vergleich mit Nötsch ist unmöglich, denn die Fauna ist jünger als Visé.

Damit ist es noch wahrscheinlicher geworden, als es bisher trotz verschiedener Versuche war, daß auch das Karbon von Veitsch nicht in das Unterkarbon, sondern in das Oberkarbon gehört, wie ich das vor einiger Zeit (Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark 1919, 55. Bd.) auseinandergesetzt habe.

Es wird neuerlicher großer Anstrengungen bedürfen, um die ungeklärten Fragen des Karbons der Südalpen zu bereinigen.