

des Polynesischen Gebietes Kalke gebildet werden, so ist doch nicht einzusehen, warum im Tertiär zu ihrer Bildung eine riesige Kontinentalmasse erforderlich war.

Wenn IHERING den Faunenaustausch zwischen dem antarktischen Amerika und dem Gebiete von Australien, Neuseeland und Melanesien in der Kreide und im Eocän über die Antarktis zugibt, warum bemüht er sich erst eine kontinentale Brücke über das Polynesische Becken zu schlagen? Es ist unerfindlich, was ihn bestimmte für die Einwanderung von Bäumen und Säugern in Patagonien in der Oberkreide seinen Archipacifis zu konstruieren, da er doch selbst sagt, daß im Westen und Osten des Pazifischen Ozeans gleichzeitig Wanderwege von der Nordhalbkugel auf die südliche bestanden.

Auch seine bis in das Miocän reichende Archaeogalenis genannte kaenozoische Landverbindung zwischen dem subtropischen Ostasien und Zentralamerika dürfte ebensowenig zu beweisen sein, wie das viel ausgedehntere Archiparadis (?!), das von Nordamerika bis Ostasien und Patagonien gereicht haben soll, so daß also von dem Pazifischen Ozean nicht viel übrig blieb.

Bei der Redaktion eingegangen am 29. September 1931.

## Die Stellung der Eklogitfazies im oberostalpinen Kristallin der Ostalpen.

Von **Franz Heritsch**.

Kristalline Serien der Eklogitfazies sind im oberostalpinen Kristallin der Ostalpen (im Sinne von R. STAUB) vom Ostrande bis über die Schweizer Grenze bekannt, allerdings meist nur in kleinen Resten und fast immer durch Diaphthorese so hergenommen, daß die Gesteinsserien auf dem Wege zu höheren Tiefenstufen sind — am augenfälligsten wird das markiert durch den Zustand der eklogitischen Gesteine, welche in der Form von Eklogitamphiboliten vorliegen. — Wir betrachten nun die Vorkommnisse der Reihe nach von Osten nach Westen.

1. Aus dem Gebiete des Wechsels beschreibt MOHR<sup>1</sup> einen „Amphibolit“ aus der sog. Kernserie von Schäffern, aus dessen Erörterung es klar wird, daß es sich um einen Eklogitamphibolit handelt. Aus demselben Gebiete hat RICHARZ<sup>2</sup> einen Eklogit beschrieben. Über die tektonische Stellung der eklogitischen Gesteine und der die Art der begleitenden Gesteine ist leider bis heute nichts bekannt, was für meine Auseinandersetzung in Betracht kommen könnte.

2. Zu den Eklogitabkömmlingen sind auch STINY's Granat-amphibolite vom Rittinger Typus zu zählen. Am Ritting bei Bruck

<sup>1</sup> Denkschriften d. Wien. Akad. d. Wiss. Bd. 82. 1913. S. 345.

<sup>2</sup> RICHARZ, Jb. Geol. Reichsanst. 1911. S. 311. Dazu ANGEL, Gesteine d. Steiermark. S. 152, 188.

an der Mur liegen sie in Gesteinen der Grauwackenzone eingeschaltet. Wie aus der Darstellung von STINY hervorgeht, scheint es sich um eine Schuppe zu handeln<sup>3</sup>.

3. In weiten Gebieten gehen die eklogitischen Gesteine mit jenen kristallinen Schiefern, welche ich bei der geologischen Aufnahme der Stubalpe als Teigitschserie bezeichnet habe und je nach ihrer petrographischen Beschaffenheit als Bundscheckgneis, Hirscheggergneis und Gösnitzgneis benannt habe<sup>4</sup>.

Diese Gneise bilden auf weite Strecken die Massen der Koralpe, Saualpe und große Teile der Seetaler Alpen. In ihnen treten lange Züge von Marmoren, Amphiboliten und Eklogitabkömmlingen auf, welche KIESLINGER<sup>5</sup> als Brettsteinserie abzutrennen versucht hat — die Bezeichnung Brettsteinserie in diesem Sinne ist irreführend, weil die echte Brettsteinserie SCHWINNER's der zweiten Tiefenstufe angehört. Man kann die oben erwähnte Gneisserie als Koralpengneise zusammenfassen und wird die Züge der Marmore usw. als ihre Begleiter ansehen müssen.

4. Im Gebiete von Weiz und der Raabklamm sind die Koralpengneise in größerer Entfaltung vorhanden und es zeigt die geologische Karte von KUNTSCHNIG<sup>6</sup>, daß diese Gesteine mit Serien von der Art des zweitstufigen Kristallins der Gleinalpe verschuppt sind und im allgemeinen über dem Gleinalpenkristallin liegen.

Die streichende Fortsetzung des Gleinalpenkristallins liegt im Kulm bei Weiz<sup>7</sup>. Dieses Kristallin ist auf die Grobgneisserie, welche als Hangendes das Fenster von Fischbach umhüllt, aufgeschoben.

5. Zwischen Weiz und Graz hat man am Südrande des Paläozoikums sowohl Kristallin der Gleinalpenserie als auch die Koralpengneise. Die Aufschlüsse im Gebiete von Kumberg zeigen, daß die Koralpengneise auf dem Gleinalpenkristallin liegen.

6. Die Verhältnisse der Kor- und Stubalpe brauche ich nur kurz zu streifen. Ich habe für den südlichen Teil der Stubalpe (Einzugsgebiet des Hirschegger Baches), dann für den Ostrand des Gebirges gegen Köflach zu den Nachweis erbracht, daß überall die Koralpengneise dem zweitstufigen Kristallin aufgelagert sind. Da der größte Teil der Saualpe eine direkte Fortsetzung der Koralpe ist, gilt dies auch für dieses kärntnerische Gebiet.

7. Besonders schwierig sind die Lagerungsverhältnisse in dem Gebiete der Seetaler Alpen. Um sie kurz zu skizzieren, muß etwas weiter ausgegriffen werden. Die in ihrer inneren Tektonik sehr

<sup>3</sup> STINY, Gesteine aus der Umgebung von Bruck an der Mur. Feldbach 1917.

<sup>4</sup> HERITSCH, N. Jb. f. Min. Beil.-Bd. 51. S. 102. Dazu KIESLINGER, Sitz.-Ber. Wien. Akad. d. Wiss. Bd. 137. 1928. S. 456 ff.

<sup>5</sup> Sitz.-Ber. d. Wien. Akad. d. Wissensch. 137. Bd. 1928. S. 456 ff.

<sup>6</sup> Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. 1927.

<sup>7</sup> PURKERT, Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. 1927.

kompliziert gebaute Antiklinale der Wölzer Tauern (= Gesteine der Glein- und Stubalpe) zieht mit nordwestlichem Streichen gegen die Mur und überschreitet sie zwischen Scheifling und Judenburg. Auf den beiden Flügeln der Antiklinale liegen die gemischten Serien der Brettsteinzüge. Der gegen Nordwesten fallende Teil der Antiklinale versinkt samt dem aufgelagerten Brettsteinzug unter der jungen Überschiebung, mit welcher das Stubalpengebirge gegen Westen zu endet. Auf der ganzen Nordseite der Seetaler Alpen versinken die Gesteine der Antiklinale der Wölzer Tauern unter die Koralpengneise ein, welche den basalen Teil der Seetaler Alpen bilden. Zwischen dem Nordweststreichen der Wölzer Tauern und dem Nordoststreichen der Stubalpe liegt eigentlich eine Umbiegung des Streichens, ein Streichungsknie. Dieses ist aber verschleiert durch den jugendlichen Aufschub der Stubalpe auf die Wölzer Tauern. Genau so wie über den typischen Gesteinen der Stubalpe die Reihe der Koralpengneise liegt, liegt auf der untertauchenden Antiklinale der Wölzer Tauern die Masse der Koralpengneise der Seetaler Alpen. Die Fortsetzung der Wölzer Antiklinale ist das Gebirge der Stubalpe und der Gleinalpe, aber mit einem anderen Streichen. Die Hauptmasse der Seetaler Alpen ist ein Teil jener großen Schubmasse, welche, aus Koralpengneisen aufgebaut, die großen Gebirgsgruppen der südlichen und östlichen Stubalpe, die Koralpe und die Saualpe bildet. Über den typischen Koralpengneisen liegen in den Seetaler Alpen Schiefergneise, welche den Grössinggneisen der Stubalpe vergleichbar sind, aber im Gegensatz dazu mit langen Zügen von Marmor, Pegmatitgneis, Amphibolit und Eklogitabkömmlingen ausgestattet sind.

Leider sind die Verhältnisse des dem Görttschitztal zugekehrten Abhanges von Saualpe und Seetaler Alpen noch nicht zu übersehen. Im besonderen ist es noch nicht klar, ob das Kristallin mit den Marmorzügen von Hüttenberg in das Hangende oder Liegende der großen Schubmasse in Eklogitfazies gehört — man könnte diese große tektonische Einheit als Korschubmasse bezeichnen.

8. Südlich vom Wörthersee (bei Maria Wörth) liegt, wie KÄHLER in einer im Druck befindlichen Abhandlung auseinandersetzt, ein Rest von Koralpengesteinen, welcher dem stark diaphthoritischen zweitstufigen Kristallin eingeschaltet ist. Was nördlich des Wörthersees der Koralpenserie angehört, entzieht sich noch unserer Kenntnis.

9. Erst in der Lieserschluht bei Spittal an der Drau und in dem Bergland östlich davon erscheinen wieder sichere Gesteine der Koralpenserie. Im Gneis liegt in der Lieserschluht eine kleine Linse von Eklogit<sup>8</sup>. Das ganze Paket steht sehr steil. SCHWINNER<sup>9</sup> hat diese Gesteine Liesergneise und Millstätter Glimmerschiefer ge-

<sup>8</sup> HERITSCH, Verh. Geol. Bundesanst. 1926. S. 144.

<sup>9</sup> SCHWINNER, Sitz.-Ber. d. Wien. Akad. d. Wissensch. Bd. 136. 1927.

nannt. Man kann in der Lieserschlucht und auch sonst nicht feststellen, ob die Koralpenserie<sup>10</sup> unter oder über den Hellglimmerschiefern der Radentheiner Serie liegt. SCHWINNER meint, daß es sich um eine aus dem zweitstufigen Kristallin heraustauchende Antiklinale handelt.

10. Die Fortsetzung der Koralpengesteine der Lieserschlucht liegt in der Kreuzeckgruppe. Von Paternion sind diese Gesteine schon 1926 bekannt gemacht worden<sup>11</sup>. ANGEL<sup>12</sup> hat jüngst Eklogit-amphibolite aus der Teuchl beschrieben und, wenn nicht alles täuscht, so geben die Aufnahmeberichte von BECK<sup>13</sup> Anhaltspunkte für die Meinung, daß die Gesteine der Koralpenserie eine große Verbreitung in der südlichen Kreuzeckgruppe haben. Sie scheinen ganz allgemein dem zweitstufigen Kristallin eingeschaltet zu sein, wobei es bis heute noch nicht klar ist, ob diese Einschaltung tektonisch von unten oder oben her erfolgt ist.

11. Die Fortsetzung dieser eklogitamphibolitischen Zone liegt im Gebiete des Iselsberges, wo CLAR<sup>14</sup> diese Gesteine entdeckt hat, im unteren Debanttal und im Zuge des Schleinitz<sup>15</sup>. Sie fallen hier sehr steil gegen Süden und gehören jedenfalls zu jener schönen Deckscholle derselben Gesteine, welche, auf zweitstufigem Kristallin liegend, die Prijakte in der Schobergruppe bilden — CLAR hat von diesen Verhältnissen eine ausgezeichnete Darstellung gegeben<sup>16</sup>. Man kann das Vorkommen des Iselsberges und des unteren Debanttales geradezu als die Wurzel für die Deckscholle der Prijakte auffassen.

12. Eklogitische Gesteine erscheinen dann wieder in der Glockner- und Venediger Gruppe, wo sie eine anderen tektonischen Schicksalen entsprechende besondere Art der Umformung erlitten haben<sup>17</sup>. In dem in ungeheurem Maße alpidisch durchbewegten Gebiete der Tauern kann man die Bewahrung der alten tektonischen Stellung der eklogitischen Serie nicht verlangen, doch ist es immerhin bemerkenswert, daß auch hier noch unter ihnen Gesteine der zweiten Tiefenstufe liegen.

13. Das nächste Vorkommen von eklogitischen Gesteinen liegt in den Ötztaler Alpen. Die klaren Profile und die wunderbare Kartendarstellung von HAMMER zeigen, daß hier die eklogitische Serie in das zweitstufige Kristallin eingeschaltet ist.

<sup>10</sup> Die von SCHWINNER, l. c. S. 339, hervorgehobene Beteiligung von Glimmerquarziten gehört zu den in der Teigitschserie nicht seltenen Erscheinungen.

<sup>11</sup> HERITSCH, Verh. Geol. Bundesanst. 1926.

<sup>12</sup> ANGEL, Mitt. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. 1930.

<sup>13</sup> BECK, Verh. Geol. Bundesanst. 1930/1931.

<sup>14</sup> CLAR, Verh. Geol. Bundesanst. 1927. S. 229.

<sup>15</sup> Mündliche Mitt. von ANGEL.

<sup>16</sup> Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. 1927.

<sup>17</sup> ANGEL, Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. 1929. N. Jb. f. Min. Beil.-Bd. 59. 1929. — (CLAR, Verh. Geol. Bundesanst. 1930.

14. In der Ferwallgruppe (Vasultal usw.) gibt es Eklogite mit Amphiboliten und Koralpengneise, eingeschaltet als zwei Schuppen in zweitstufiges Kristallin<sup>18</sup>.

15. In der Silvretta (Augstenberg) hat man Koralpengneise nahe dem Rande des Unterengadiner Fensters<sup>18</sup>.

16. In der Flüelagruppe wurden Eklogitamphibolite nachgewiesen — leider läßt sich aus der Beschreibung der geologischen Verhältnisse nicht die tektonische Stellung erkennen<sup>19</sup>.

17. Wir sehen die Koralpengneise und die eklogitischen Gesteine zwar an vielen Stellen als Einschaltungen im zweitstufigen Kristallin, aber wir sehen diese Serien auch in großem Maßstabe auch als Schubmasse über den zweitstufigen Schiefer. Wir können diese Erscheinung vom östlichen Rande der Alpen weit gegen Westen verfolgen — es ist gewiß eine regionale Erscheinung, die in ihrer Größenordnung mit der Aufschiebung des Moldanubicums auf das Moravicum zu vergleichen ist. Zur Frage des Alters dieser Tektonik möchte sich der Autor vorläufig nicht äußern. Wohl aber muß betont werden, daß hinsichtlich der Altersfrage sehr wohl zwischen der Aufschiebung auf das zweitstufige Kristallin und der Einschuppung in dieses zu trennen sein wird — der eine Vorgang kann alpidisch, der andere wesentlich älter sein.

Bei der Redaktion eingegangen am 1. Oktober 1931.

## Unter Gezeiteneinwirkung entstandene Wellenfurchen.

Von Th. Wegner-Münster, Westf.

Mit 3 Abbildungen.

Zum erstenmal beobachtete ich im Hainshalligwatt nördlich Pellworm die nachstehend beschriebenen Erscheinungen, die ich später immer wieder bestätigt fand. Der Boden des freilaufenden Watts wurde bei ruhigem Wetter in allen von mir beobachteten Fällen sichtbar, wenn die Wassertiefe etwa 10—5 cm betrug. Bei größerer Tiefe verbarg die Trübung den Untergrund vollständig.

Beobachtungen bei ebbendem Wasser. Eine auffallend scharfe Kante zeichnet die Wellenberge unter Wasserbedeckung aus (vgl. Abb. 2). Streicht die Welle mit geringer Wasserhöhe von etwa 5 bis zu 1 cm Tiefe über sie hin, so werden die auf dem Kamm liegenden oder über ihm schwebenden feinen Körner und organischen Reste über dem Kamm vor- und rückwärts bewegt.

Wenn aber die Welle bei größerer Wassertiefe (etwa von 5 cm an) mit größerer Kraft über das vorgelagerte Wellental rollt, erzeugt sie Kornwirbel, die über der Leeseite der Wellenberge in Form geschlossener Fontainen hervorschießen. Fontaine schließt sich im selben Wellental an Fontaine, bis die Fontainen desselben Wellentales zu Reihen und diese mit den Reihen benachbarter Furchen zur allgemeinen Trübe verschmelzen.

<sup>18</sup> Mündliche Mitt. von ANGEL. <sup>19</sup> STRECKEISEN, Geologie und Petrographie der Flüelagruppe. Zürich, Dissertation, 1928. S. 154.