

von den meist biotitreichen Gneisen im benachbarten Teil des Silvrettamassivs, erinnert dagegen nicht minder an Gesteinstypen, die im unterostalpinen Gebiet (zum Beispiel im Puschlav) weite Verbreitung besitzen.

Aber auch das Triasband im oberen Gampadelztal (und weiter südlich), das Seidlitz zu seiner Mittagspitzmulde rechnet<sup>1)</sup>, scheint mir wahrscheinlich unterostalpinen Ursprungs zu sein. Es wird ziemlich konstant unterlagert von grünen Graniten, die Seidlitz dem Juliergranit vergleicht. Darüber fanden wir am Abhang von P. 2270 gegen den Tilisunabach hellen Dolomit mit starkem Kieselgehalt, wie er für viele unterostalpine Triasdolomite typisch ist; auf der Höhe von P. 2270 wird er überlagert von dunkelgrauem, hell anwitterndem Kalk, erfüllt mit schwammig anwitternden Kieselkonkretionen, der nach oben in dünnplattige, graue Kalkschiefer übergeht. Diese letztgenannten beiden Gesteine scheint Seidlitz als Muschelkalk und „Streifenschiefer“ aufgefaßt zu haben (leider erlauben seine Profile, a. a. O. Fig. 10, keine genaue topographische Identifizierung). Der Kalk mit den Kieselkonkretionen gleicht aber aufs Haar dem Liaskieselkalk, wie er für Teile des unterostalpinen Gebiets, zum Beispiel die Samadener Sedimentzone, charakteristisch ist; der hangende Kalkschiefer wäre sodann als Liasschiefer anzusprechen, von dem er sich tatsächlich nicht unterscheiden läßt. Und tektonisch liegt ja das ganze genannte Triasband unter den kristallinen Schiefen der Silvretta.

Faßt man — was freilich noch nicht als streng bewiesen gelten kann — mit Staub<sup>2)</sup> auch die sogenannten Breccien- und Klippendecken des Rhätikons auf als verschürfte Teile unterostalpiner Decken, so kommt man zu der Auffassung, daß der ganze komplizierte Decken- und Schuppenkomplex des Rhätikons, zwischen den Prätigauschiefern einerseits, den kristallinen Schiefen der Silvretta, beziehungsweise ihrer Triasbedeckung andererseits, unterostalpinen Ursprungs ist.

**Marta Furlani-Cornelius.** Stratigraphische Studien in Nordtirol. Beiträge zur Kenntnis der Jura und Neokomschichten der Karwendelmulde bei Landl in Nordtirol.

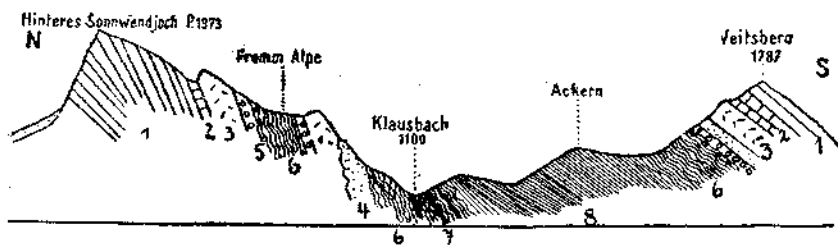
Der Sommer 1919, welcher durch ein für Nordtirol geradezu ausnahmsweise schönes Wetter so überaus günstig war, brachte mich in die Karwendelmulde und eine Subvention der Akademie der Wissenschaften ermöglichte mir die Durchführung der vorliegenden Studien, die noch keineswegs abgeschlossen sind.

<sup>1)</sup> Dessen Zusammenhang mit der Mittagspitze hat Mylius (a. a. O. p. 110) heftig bestritten, wie mir scheint, mit Recht, wenn ich auch leider die entscheidende Strecke im Gampadelztale nicht aus eigener Anschauung kenne. Jedenfalls zeigt der Dolomit der Mittagspitze keine unterostalpinen Merkmale. Uebrigens hat auch Seidlitz 1906 (a. a. O. p. 314) die Vermutung geäußert, daß die „Mittagspitzmulde“ möglicherweise in näherer Beziehung zur Triasunterlage des Schwarzthorns steht; und 1912 erwähnt er die Möglichkeit, daß sie eine tiefere ostalpine Deckenverzweigung darstelle.

<sup>2)</sup> R. Staub, Ueber Faziesverteilung und Orogenese in den südöstlichen Schweizer Alpen. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Neue Folge 46, 3, p. 173 f.

Die Mulde <sup>1)</sup> streicht im Süden des Hinteren Sonndwendjochs bei Landl, Tiersee vorbei nach Osten und erreicht etwas nördlich von Kufstein das Inntal. Der Kern wird von stark gefalteten Neokomschichten gebildet; zu beiden Seiten derselben bauen sich die älteren Formationen auf, die auch wieder stark gestört sind. Das Fallen beider Schenkel ist südwärts gerichtet, im Nordflügel im allgemeinen steiler, im Südflügel flacher. Im Süden tauchen Neokom und Jura unter die Triasmassen des Veitsberges und des Pendling. (Siehe Profil.)

Am Hinteren Sonndwendjoch finden wir über dem Hauptdolomit und Plattenkalk dunkle, ockerig auswitternde Kalke mit wulstigen, knolligen Schichtflächen. Sie enthalten zahlreiche rhätische Fossilien. Ueber diesen liegt ein Riffkalk, reich an unbestimmbaren Korallen, die Lithodendronstruktur zeigen. Es ist ein grauer bis weißer klotziger Kalk, der wandbildend in der Landschaft auftritt. An einigen Stellen



1 = Hauptdolomit und Plattenkalk. — 2 = Kössener Mergel. — 3 = Rhät-Lias-Riffkalk. — 4 = Bunter Cephalopodenkalk. — 5 = Roter Knollenkalk. — 6 = Aptychenkalk. — 7 = Radiolarit. — 8 = Neokomschiefer.

Maßstab: 1 : 40.000.

geht dieser Kalk in einen deutlich geschichteten, oft plattigen Kalk über, der selten Querschnitte von Brachiopoden führt. Besonders schön sehen wir die Ueberlagerung von grauem Kalk auf Riffkalk auf dem Alpwege zur Sonntagweide an den Südabhängen des Hinteren Sonndwendjochs. Zwischen einzelnen Schichten des grauen Kalkes schalten sich bisweilen Brekzien mit rotem Bindemittel, bestehend aus grauem Kalke und rote Krinoidenbrekzien ein. Die roten Lazen sind  $\frac{1}{2}$  bis 1 m mächtig. Es sind deutliche Aufarbeitungsbrekzien, die bei zeitweiser Trockenlegung und nachmaliger Ueberflutung entstanden sind. Nach oben hin stellt sich der rote Cephalopodenkalk ein, aus welchem die meisten nördtiroler Liasfossilien bekannt sind <sup>2)</sup>.

Die roten Kalke sind in den unteren Partiën brekziös und transgredieren deutlich über die grauen Kalke. Unmittelbar hinter den Häusern von Landl können wir beobachten, wie die roten Kalke taschenförmig in Risse des grauen Kalkes eindringen, wie das rote

<sup>1)</sup> Siehe Ampferer, Geolog. Karte v. Oesterreich, Blatt Achenkirch-Benediktenbeuern.

<sup>2)</sup> F. Hahn, Neue Funde in nordalpinen Lias der Achenseegegend und bei Ehrwald, N. Jahrb. B.-Ed. 32.

Zement die feinsten Risse ausfüllt, so daß der graue Kalk rot geädert wird. Manchmal kleben nur ganz kleine Mengen roten Kalken auf den mächtigen Stöcken von grauem Kalk. Die Hierlatztransgression tritt also deutlich auf, die rote Farbe stammt von der *terra rossa*, die sich auf dem emportauchenden Riff bildete.

Die in den unteren Schichten festen roten, reinen Kalke gehen nach oben allmählich in den unreinen, mergeligen roten Knollenkalk über, der aus roten Kalkknollen besteht, die durch ein toniges Bindemittel zusammengehalten werden. In den reinen roten Kalken findet man Krinoiden und Brachiopoden, die meistens unbestimmbar sind. Eine *Rhynchonella variabilis* erlaubt leider keine genauere Horizontierung des Niveaus. Die grauen Kalke dürften dem untersten Lias, die bunten Kalke dem mittleren Lias (Hierlatz) entsprechen. Fleckenmergel fehlen im Landler Lias.

Im Graben des Klausbaches treten in Gesellschaft der bunten Cephalopodenkalke auch massige graue Krinoidenkalke auf. Im Südflügel finden wir unter den roten Krinoidenkalken blaßrosa massige Kalke, unter denen das fossilführende Rhät auftritt. Die grauen Kalke sind in ihrer Mächtigkeit sehr reduziert. (Am Veitsberg).

Aus den roten Knollenkalken entwickeln sich oft sehr rasch die roten Aptychenmergel, diese beginnen stets mit einem roten Knollenkalk, welcher dem liassischen roten Kalk völlig gleicht und nur dann von ihm zu unterscheiden ist, wenn das Bindemittel Aptychen enthält. Die Kalkknollen sind eben nichts anderes als Gerölle des bunten Cephalopodenkalks, welche vom tonigen Zement verkittet sind. Dieses ist sehr reich an dünnrippigen Aptychen, wie sie für das Tithon bezeichnend sind. Leider sind sie meistens schlecht erhalten. Niemals findet man die Aptychen im Kalk. Der rote Aptychenkalk ist ein Aufarbeitungsprodukt des roten Cephalopodenkalks, beide sind meistens so eng miteinander verknüpft, daß es unmöglich ist, eine Schichtgrenze zwischen beide zu legen.

Nach oben zu treten die Knollen allmählich zurück, die rote Farbe ist nicht mehr vorherrschend, sondern wechselt beständig mit der grauen, bis schließlich die letztere überwiegt: aus dem roten ist der graue Aptychenkalk geworden. Dieser führt Knödel und Lagen von pechschwarzem Hornstein und enthält ebenfalls, jedoch seltener, feinrippige Aptychen. Rote Lagen treten aber auch in diesem Schichtkomplex auf und in deren Gefolge befindet sich der blutrote Radiolarit, der von Wähner<sup>1)</sup> vom Vorderen Sonnwendjoch beschrieben wird. Auf den Wiesen der Alm von Ackern bei Landel finden wir ihn in schönster Entwicklung. Bemerkenswert ist, daß in den oberen Teilen der bunten Aptychenschiefer sandige Schichten auftreten. Querend wir von Ackern an den Hängen des Veitsberges entlang, bis wir in den großen Anriß kommen, den ein Bergsturz in den Nordhang dieses Berges gerissen hat, so sehen wir die ganze Serie der Aptychenschiefer schön aufgeschlossen. Eine 20—30 m hohe Wand bietet uns genügend Einblicke in diese Serie; die dünnplattigen Kalke wechseln mit Hornsteinlagen, die Farbe ist rot oder grün und wechselt oft so

1) Wähner, Sonnwendgebirge.

unmittelbar, daß einzelne Handstücke sogar verschieden gefärbt sind. Zwischen den Mergeln treten sandige, sehr glimmerreiche Bänke auf, deren Schichtflächen Fließwülste und Hieroglyphen aufweisen. Die sandigen Schiefer liegen im Aufschluße zu unterst, entsprechen aber den oberen Aptychenschiefeln, weil die Schichtfolge am Veitsberge eine verkehrte ist. Diese flyschartigen Schiefer gehören dem Neokom an, wie ein *Aptychus Didayi* beweist und sind nur im Südflügel der Mulde vorhanden. Im Nordflügel entwickelt sich aus den bunten Aptychenkalken gleich das graue, sandig mergelige Neokom.

Auf dem Alpwege, der von Landl nach Ackern führt, sehen wir, wie aus den bunten Schiefeln durch Wechsellagerung die grauen Neokombildungen entstehen.

Es sind dies graue bisweilen dick, bisweilen jedoch sehr dünnbankige Kalke und Mergel. Die dickbankigen Schichten sind die tieferen Horizonte, sie sind kalkreicher und zeigen häufig die Fazies der Fleckenkalke. Die oberen Teile, besonders jene des Muldenkerns, welche auf dem Joche von Ackern angeschnitten sind, werden von sehr sandigen, dünnplattigen Schiefeln gebildet, die vollkommen manchen Flyschbildungen gleichen.

Die Versteinerungen stammen sämtlich aus den tieferen Teilen des Schichtverbandes, die oberen Flyschschiefer sind vollkommen fossilifer. Die Neokommergel sind nicht reich an Versteinerungen und ganz besonders arm an guten, bestimmbaren Fossilien. Man findet zwar ziemlich häufig durch Limonit braun gefärbte Flecken, die sich bei näherer Betrachtung als Ammonitenreste erweisen. Will man jedoch ein brauchbares Fossil finden, so kann man Tage lang die Gräben und Schutthalden absuchen, ehe man ein paar arg verdrückte Bruchstücke findet. Die zahlreichsten Ammoniten fand ich in den grauen Fleckenkalken bei Hinter-Tiersee und in der Klamm des Klausbaches, der von Ackern nach Landl fließt, einige Stücke wurden noch vor dem Kriege von unserem unvergeßlichen Freunde Raimund Folgner gesammelt.

Die Bestimmung ergab folgende Ammonitenarten:

*Hoplites* cf. *Pseudo Malbosi*, Sarasin und Schöndelmayer.

„ *angulicostatus*, d'Orbigny.

„ cf. *Renevieri*, Sarasin und Schöndelmayer.

„ cf. *Mortilleti*, Pictet und Loriol.

*Acanthoceras* cf. *Albrechti Austriae*, Hohenegger.

*Costidiscus recticostatus*, d'Orbigny.

Es sind Formen der Kalke von St. Denis und der Schichten von Wernsdorf, welche den Stufen des Valangien und Hauterivien angehören. Ueber diesen als Unterkreide bestimmten Fleckenkalken und grauen Mergeln folgen noch die sandigen dünnplattigen Schiefer von Ackern — wie weit darin noch höhere Kreidehorizonte, eventuell die Gosau, vertreten sind, läßt sich vorläufig nicht entscheiden.

Damit schließt die Schichtfolge der Mulde von Landl, kalkige Gosau ist keine vorhanden.

Werfen wir nun einen Blick auf die Ablagerungsbedingungen der Landler Mulde. Die rhätischen Ablagerungen zeigen die Fazies der Plattenkalke, es sind Bildungen eines tieferen, landfernen Meeresbeckens. Bereits in der Kössener Zeit tritt ein kontinentaler Einschlag ein, die gelben, unreinen Bivalven reichen Kalkschiefer entstehen. Gegen das Ende der Kössener Zeit wachsen gewaltige Riffe empor; sie werden bisweilen in die Zone des Wellenschlags und über den Wasserspiegel gehoben. *Terra rossa* entsteht auf den Riffoberflächen und verkittet Brocken des Kalkes, welche die Brandung abgerissen hat. Die roten Brekzien und die Krinoidenbrekzien setzen sich ab. Wir stehen an der Wende von Trias- und Jurazeit. Die Riffbildung hört stellenweise auf und wird durch die Bildung der grauen Kalke ersetzt. Dann erfolgt eine vollkommene Trockenlegung und wieder die Bildung von *Terra rossa* und wieder versinkt das eben aufgetauchte Festland in den Fluten des Meeres: die roten Cephalopodenkalke kommen zum Absatz. Die Mächtigkeit derselben ist sehr wechselnd, doch überall transgredieren sie deutlich über die grauen Kalke (Hierlatztransgression).

Ueber den bunten Kalken folgt wieder eine Sedimentationslücke. Sie werden teilweise aufgearbeitet, verwittern, bilden neuerdings rote Erde und wie das Meer die Gegend abermals überzieht, lagern sich die roten Aptychen Mergel und Schiefer ab. (Tithon)<sup>1)</sup>. An diese schließt sich eine lückenlose Sedimentation bis ins Neokom. Die Ablagerungen zeigen bisweilen litoralen Charakter wie die flyschartigen Schiefer des Veitsberges beweisen.

Da der Radiolarit aber mit den Aptychenschiefeln wechsellagert, so fällt es schwer, diesen für ein abyssisches Sediment zu halten.

Auch im Tithon wachsen noch stellenweise Riffe; die Sedimentationsverhältnisse sind im Oberjura sehr mannigfaltige; doch treten im Vergleich zum Lias die tonigen Komponenten bei der Sedimentation mehr in den Vordergrund. Im Neokom ändern sich die Verhältnisse: die neritische Fazies wird eine bathyale. Doch ist keine Grenze zwischen den Tithon- und den Neokomablagerungen vorhanden; der Wechsel vollzieht sich allmählich. Die eintönigen Mergel und Fleckenkalke weisen auf eine ruhige, einförmige Sedimentation in einem tieferen Meere hin. Erst die oberen Teile der Schiefer, die aber immer noch Neokomfossilien geliefert haben, zeigen wieder Landnähe an; sie sind sandig und flyschähnlich. Die obersten Sandsteinbänke sind jedoch fossilleer und es könnte darin bereits Oberkreidevertreten sein.

Die Sedimentationsverhältnisse der Mulde von Landl stimmen mit jenen des Vorderen Sonnwendjochs überein. In der Eng sind sie abweichend: es fehlen hier vor allem die Riffbildungen, während im Lias die Fleckenmergel vorherrschen. Die Sedimentation ist in einem Becken erfolgt, in welchem konstantere Verhältnisse geherrscht haben.

<sup>1)</sup> Siehe Ampferer, Aus dem Nachlaß von Raimund Folgner: I. Ueber die Unterschiede der Entwicklung von Jura und Kreide im Sonnwendgebirge und in der Mulde von Achenkirchen. Verhandl. d. geol. R.-A. 1917, p. 38.