

Schollenfenster im Vorarlberger Rätikon und im Fürstentum Liechtenstein.

Von W. v. Seidlitz (Straßburg E.), mit 1 Tafel und 2 Figuren im Text.

Unbestritten gebührt Mojsisovics das Verdienst, als erster den tektonischen Aufbau des nördlichen Rätikons entziffert und geklärt zu haben. Die folgenden Beobachtungen, wenn auch nicht mehr von den gleichen tektonischen Gesichtspunkten ausgehend, sind dennoch dazu angetan, aufs Neue die alte Lokaleinteilung in großen Schollenmassen zu unterstützen und die Grenzen der einzelnen Schollenbezirke noch sicherer festzulegen.

Mojsisovics¹⁾ unterschied die Dreischwesternscholle, Allpilascholle, Gorvionscholle und die Zimbascholle. Die Grenzen zwischen den drei ersten werden gebildet durch west-ost verlaufende Dislokationslinien, die Grenzlinien der beiden letzten streichen in mehr nordöstlicher Richtung, u. zw. so, daß alle Linien strahlenförmig in einen Brennpunkt in der Nähe von Bludenz zusammentreffen. Für diese Radialsprünge, welche die Triasmassen des Rätikons zerstückelt, aber zugleich doch geformt haben, wurden von Rothpletz²⁾ zum Teil ein anderer Verlauf angenommen. Es soll nun hier auf gewisse Erscheinungen hingewiesen werden, die durchaus an diese Linien anormaler Kontakte gebunden zu sein scheinen.

Verfolgt man diese Dislokationslinien oder Bruchspalten, wie Rothpletz sie nennt, so trifft man überall dort, wo die westöstliche Richtung der Grenzlinien vorherrscht, fremdartige Gesteine, teils sedimentärer, teils eruptiver Natur, während bei den Süd-Nord gerichteten Spalten, die fremden Einschaltungen zu fehlen scheinen.

Es handelt sich um basische Eruptivgesteine und andere meist brecciöse und mylonitische Bildungen, die aus dem Vorarlberger Triasgebiet bisher nur von ganz wenig Punkten beschrieben wurden und wohl als fremde Bestandteile anzusehen sind. Nach Erfahrungen aus den benachbarten Graubündener

¹⁾ E. v. Mojsisovics, Beiträge zur topischen Geologie der Alpen, 3) der Rätikon. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien 1873, XXIII.

²⁾ A. Rothpletz, Geologische Alpenforschungen I, München 1900.

Deckengebieten muß man die Gesteine als solche ansprechen, wie sie in Graubünden nur in den tieferen Serien auftreten und dort die Unterlage der ostalpinen Triassmasse bilden.

Anzeichen für einen lokalen Durchbruch der Eruptivgesteine an den heutigen Fundstellen sind nirgends vorhanden; der Schichtenverband, in dem sie sich vorfinden und der fast immer genau fixierbare geologische Horizont unter den tiefsten Triasgliedern (meistens sogar Buntsandstein) legt die

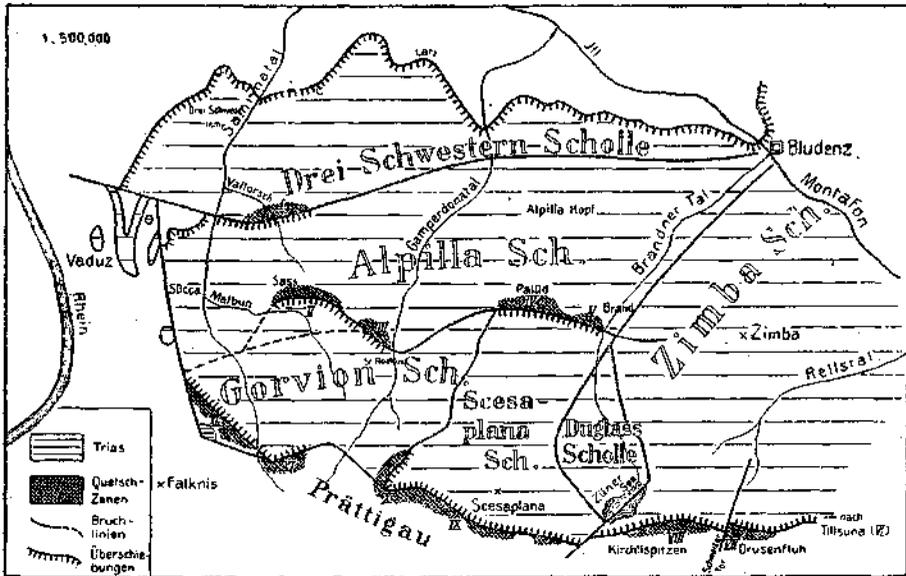


Fig. 1. Schollenkarte des Rätikons (nach Mojsisovics und Rothpletz).

Vermutung viel näher, daß es sich hier nur um mitgerissene Deckenreste, die von der Stelle ihres Ursprunges (der vielleicht schon im Plessurgebirge gelegen haben könnte, wie Kontaktprodukte vermuten lassen) hierher verschleppt worden sind. Wollte man auch die Eruptiva, besonders an den inneren Schollenrändern für einfache Durchbrüche halten, so müßte es zum mindesten auffallend erscheinen, daß sie an fast allen Stellen ihres Auftretens in enger Gemeinschaft mit Hornsteinen und Kalken der Tiefsee (Palüd, Sareiserjoch) oder Breccienlagen verbunden sind. Es würde sich demnach dann an diesen Stellen die Frage ergeben, wo kommen diese Breccien, Schiefer und Kalke an der Basis der Triasschollen her und eine tektonische Erklärung als Aufschürfungsprodukte der Triasunter-

lage würde hier, bei der erwähnten engen Gebundenheit an längst bekannte tektonische Linien nur allzunahe liegen.³⁾

Sehen wir uns den Schollenbau des Rätikons und die abgrenzenden Dislokationslinien näher an, so haben wir nach Rothpletz hauptsächlich die folgenden tektonischen Linien zu unterscheiden (cf. die Karte Fig. 00).

1. Die nördlichste Scholle, die Drei-Schwestern-Scholle, wird südlich begrenzt durch die Linie Gaflei—Bargellenalp—Mittel Vallorsch—Mattlerjoch—Gampalp—Forklaalp—Bludenz.

2. Es folgt die Alpillascholle, die durch eine zweite Längsverwerfung, die Rothpletz als Malbun—Bludenz-Spalte bezeichnet, südlich begrenzt wird. Diese Linie läuft vom Aelple südlich des Heupiel über den Hahnenspiel nach Malbun, über das Sareiserjöchel (?) ins Gamperdonatal, übers Amatschonjoch nach der Parfienzalp, ins Brandner Tal und nach Bludenz.

3. Die südliche Grenze der Triasmassen des Rätikons bildet eine schwach nach Norden geneigte Ueberschiebungsfläche, die sich von Tilisuna über Nerajöchel, Scesaplanahaus, große Furka, Bettlerjoch, Gapfahl, nach der Bargellenalp verfolgen läßt.

Die vier südlichen Schollen Gorvion, Scesaplana, Douglas- und Zimbascholle, liegen zwischen zwei und drei; die Verwerfungslinien, welche sie trennen, laufen, wie schon erwähnt, mehr in süd-nördlicher Richtung.

Die von Mojsisovics beschriebenen Grenzen decken sich nur zum Teil mit den von Rothpletz angeführten Linien. Eine eingehende Kartierung wird wohl eine Klärung bringen. Was die Art der Dislokationen anlangt, auf deren Verlauf weiter unten näher einzugehen sein wird, so handelt es sich um Linien von sehr verschiedener Gestaltung und Neigung. Eigentliche Bruchspalten, von denen Rothpletz spricht, scheinen nur ganz selten aufzutreten, dagegen äußert sich an fast allen Schollenrändern die Massenverlagerung in flachen Ueberschiebungen, durch welche die Schollen zum Teil dachziegelartig

³⁾ An ein vortriasches Alter dieser Gesteine kann wohl nicht ernstlich gedacht werden. Wenn sich hier auch keine bezeichnenden Fossilien fanden, so handelt es sich doch um solche Schichten, die in benachbarten Gebieten, als Jura und Kreide angesprochen werden.

aufeinander geschoben wurden, wie dies Mojsisovics⁴⁾ schon gezeigt hat. Nebenbei sei erwähnt, daß die Schollen jeweils an ihrem südlichen Rande die jüngsten Schichten, am nördlichen Bruchrande aber ihre stratigraphische Basis aufzuweisen haben.

An den folgenden Punkten habe ich die erwähnten fremdartigen Gesteine getroffen (auf der Kartenskizze Fig. 1 mit römischen Zahlen bezeichnet):

1. Vallorsch;
2. Malbuntal;
3. Sareiserjoch;
4. Palüdalp;
5. Grassentobel;
6. Tilisuna-Schwarzhorn;
7. Kessikopf;
8. Nerrajöchl (Alp Verajoch);
9. Scesaplanahaus und Alp Fasons;
10. Große Furka;
11. Bettlerjoch;
12. Alp Gapfahl.

Alle diese Stellen liegen größtenteils im Bereich der Dislokationslinien.

1. Vallorsch (östliches Seitental des Saminatales). Am übersichtlichsten sind die Verhältnisse auf dem Wege Malbuntal—Jagdhaus Sass—Vallorsch—Saminatal aufgeschlossen. Oberhalb des Jagdhauses Sass steht am Paß eine große Gipsmasse an, die teilweise zur Bildung von Gipstrichtern Veranlassung gab und nach Osten zum Sareiserjoch hinüber streicht.

Dicht darunter, auf der Südseite, fanden sich, in großen Blöcken herumliegend: Spilit, Diabasporphyr, grobe Breccien von der Art der Liasbreccien, rote radiolaritartige Gesteine und schließlich eine sandige Breccie mit eingelagerten Pyritkugeln,⁵⁾ von Taubeneigröße.

Steigt man ins Vallorschtal hinab, so findet man unterhalb der oberen Vallorschhütte, dort, wo die Fahrstraße ins Saminatal beginnt, einen kleinen Rücken von Spilit und Diabasporphy-

⁴⁾ Er spricht von dachziegelartigen Ueberschiebungen der inneren (südlichen) auf die äußeren (nördlichen) Schollen.

⁵⁾ Das gleiche Gestein findet sich auch an der Parfienzalpe auf der Zalimtalseite.

rit links vom Wege. Etwas weiter unten folgen Flyschschiefer, braune Flyschsandsteine, Blöcke von Liashbreccie und von schwarzem, splittrigem Oelquarzit. Am ersten Straßengatter findet sich dann Rhät mit vielen Fossilien, ein krinoidenreiches Gestein und ein Kalk, der Diploporen zu enthalten scheint.

2. Malbuntal. An der Malbuntalbrücke liegt ein flyschartiges Gestein, ebenso weiter hinauf zwischen Malbunhotel und Joch. Es sind schwarze, feinblättrige Schiefer mit Einlagerungen von dickbankigem, gelb anwitterndem Kalk.⁶⁾

Im Malbunbachbett und im sonstigen Geröll findet sich viel Diabasporphyr, Spilit und Serpentin. Oberhalb des Malbungasthauses liegen in einem breiten Tobel mächtige Serpentinhalde, welche von einer Schicht abgestürzt zu sein scheinen, die von Sass nach dem Sareiserjoch hinüberzieht. Am Joch finden sich grobe, gipsführende, mit Rauhwacke vermischte Breccien, welche die Vermutung nahe legen, daß man es mit Dislokationsprodukten zu tun hat.⁷⁾

3. Sareiserjoch. Rothpletz (l. c., S. 60, Anm. 1) erwähnt Serpentin auf dem Sareiserjoch anstehend. Oben am Joch habe ich keinen gefunden; steigt man aber nach St. Rochus im Gamperdonatal hinab, so findet man recht weit unten, dort, wo der Weg als solcher wirklich hervortritt und nicht nur durch Markierungszeichen angedeutet wird, im Hochwald anstehend, Serpentin, Ophikalzit, roten Spilit, Radiolarienhornstein und flyschartige Schiefer. Es handelt sich um recht beträchtliche Massen, so daß es auffallend ist, daß sie an diesem vielbegangenen Wege nicht schon früher erwähnt wurden.

4. Palüdalp. Ueberschreitet man das Amatschonjoch von Westen nach Osten und geht von der oberen Palüdalp nicht den Alpweg zur unteren Alp hinab, sondern auf dem Höhenrücken entlang, der die Wasserscheide zwischen den Alpen Palüd und Parfienz bildet, den die Spezialkarte 1:25.000 als

⁶⁾ Dem ganzen Charakter der Schicht nach könnte es Rhät sein, doch habe ich bisher keine Fossilien dort gefunden.

⁷⁾ Eine ähnliche Reibungsbreccie beschreibt Uhlig (Sitzungsber. k. akad. Wissenschaft Wien, Bd. CXV, Abt. I, Dezember 1906 und erster Bericht über Untersuchungen im Hochalpmassiv und in den Radstädter Tauern, S. 1725), als Zwischenlage zwischen der Quarzit- und Tauerndecke. Auch Welter (Stratigraphie und Bau der Alpen zwischen Hinterrhein und Safiental. *Eclōgae Geol. Helvet.* Bd. X, 1909, S. 834), erwähnt ähnliche Raubwackebildungen.

Gallinagrät bezeichnet, so trifft man dort wieder auf basische Eruptivgesteine mit den ihnen charakteristischen Begleiterscheinungen. Es liegen dort Serpentin, Diabasporphyr, roter Ophikalzit und Flysch, der sich auf den Hängen oberhalb der unteren Palüdalp in größeren Mengen anstehend zeigt. An der Unter-Palüdalp liegt Ophikalzit in solchen Riesenblöcken, daß der Unterbau der Alp daraus errichtet wurde. Außerdem finden sich dort auch große Blöcke von gewöhnlichem Flysch, Breccien von verschiedener Korngröße, darunter ganz besonders schöne „Chablais-Breccien“, Spilit, Serpentin und grünlich bis schwarzer Oelquarzit, dieser ständige Begleiter der basischen Eruptivgesteine, den wir in dieser Gesellschaft in ganz Graubünden, bei Iberg, im Habkernthal und im Allgäu finden.

5. Grassentobel (mündet auf der linken Seite des Brandnertales, etwa in der Höhe der Kirche von Brand. Der Hauptaufschluß ist von Brand in einer Viertelstunde zu erreichen). Die Fortsetzung der exotischen Schichten bei Palüd trifft man im Grassentobel bei Brand (vgl. Fig. 2), die am leichtesten vom Tale aus zugänglich sind.

Das Buntsandsteingewölbe von Brand bricht hier ab und scheint auf die südlich vorgelagerten Schichten hinauf geschoben zu sein. Etwas weiter hinauf tritt ein weißlichgrünes, quarzitisches Gestein, den Buntsandstein nicht ganz konkordant unterlagernd, auf. Man ist versucht, dieses Gestein in die sehr fragliche Kategorie der „Casannaschiefer“ einzureihen; jedenfalls stellt es einen sehr tiefen Horizont des Buntsandsteines dar.⁸⁾ In tieferen Lagen häufen sich die glimmerigen Zwischenlagen und das Gestein nimmt dadurch eine dunklere Färbung an, so daß es stellenweise an gewisse altpaläozoische Serizitschiefer erinnert. In einer Mächtigkeit von 5 bis 8 km kann man diese Schicht auf ca. 200 m weit am

⁸⁾ Einer freundlichen Mitteilung von Herrn Professor W. B r u h n s verdanke ich folgende Angaben über dies Gestein: es besteht aus stark verquetschtem Quarz, in unregelmäßigen Körnern (undulös auslöschend) dazwischen Muskowit, beziehungsweise Sericit. Vereinzelt tritt auch Zirkon und Turmalin in kleineren Bruchstücken auf. Ein ähnliches Gestein beschreibt Termier von Gironcourt (Vosges) als Uberschiebungsbildung. B. S. G. F. (4) Bd. IX, S. 75, 1909. Vergl. auch die Quarzlagenphyllite der Edoloschiefer (Salomon, Adamello I, S. 919) und die Sericitquarzite der Radstädter Tauern (Uhlig, l. c. S. 1719).

nördlichen Gehänge verfolgen und oberhalb des ersten Wasserfalles auch deutlich ihre Unterlage, auf die sie hinaufgeschoben zu sein scheint, beobachten.

Auf der linken Seite des Baches ist die Auflagerungsfläche der Quarzitgesteine auf eine schwarze Schiefermasse deutlich aufgeschlossen, durch Arbeiten zur Fassung einer Quelle für das Pfarrhaus von Brand. Diese schwarzen Schiefer mit allen ihnen nahe verwandten Bildungen, füllen das ganze Tälchen des Grassenbaches, in einer Breite von wenig mehr als 100 m, völlig aus. An einzelnen Stellen scheinen die Schiefer



Fig. 2. Die Quetschzone im Grassentobel (zweiter Wasserfall) bei Brand.

verhältnismäßig unverändert zu sein; man kann einen Wechsel mit dünnen Kalkspaltschichten konstatieren, während an anderen Stellen diese Schichten stark miteinander verknetet zu sein scheinen. Gelegentlich trifft man auch auf Andeutungen von Fossilien, ohne daß dadurch ein Hinweis auf eine Altersbestimmung gegeben wäre. Mehr gegen die Mitte des Tobels zu gehen diese dunklen schiefrigen Schichten, denen das Tal seinen fetten Wiesenboden verdankt, in mächtige mylonitische Reibungsbreccien über. Grobe Konglomerate mit kopfgroßen Blöcken⁹⁾ wechseln mit weicheren, mehr

⁹⁾ Etwas tiefer unten fanden sich in diesen an den Wildflysch (Kaufmann) erinnernden Schichten, Durchschnitte von Crinoidenstügliedern.

schiefrigen und schmierigen Schichten des gleichen Gesteines, die an den Schweizer Wildfisch (Kaufmann) erinnern.¹⁰⁾ Besonders am zweiten Wasserfall ist eine Mauer derartiger Riesenbreccie angeschnitten. Es sind nicht nur die dunklen, kalkigen Gesteine, die in verschiedener Form, bald knollig rund oder eckig in allen Größen zusammengehäuft liegen, von ganz kleinen Brocken bis zu hausgroßen Blöcken, sondern auch Ophikalcite, Diabasporphyrite und Juraschiefer (?), die gelegentlich, wenn auch nicht häufig, in dem Blockmaterial auftreten. Es macht aber anderseits den Eindruck, als seien gerade von diesen Gesteinen dünnere Fetzen und Schmitzen zwischen die anderen gequetscht worden. So findet sich ein schwarzer, stark gequälter Schiefer, in dem man linsenförmig eingelagert rötliche Ophikalcitschmitzen trifft; die Grundmasse selbst scheint neben kohligter Substanz Spuren von Serpentin aufzuweisen, wie Herr Prof. Bruhns freundlichst bestimmte.

Weiter oben (vergleiche Tafel I) sind dann dünnere Bänke als Schmiermittel zwischen festeren zerquetscht worden; die feineren Zwischenlagen scheinen dort fast nur aus spiegelnden, gequälten Lagen zu bestehen; eine glänzende Fläche löst sich an der anderen ab. Daß es sich um eine stark gepreßte Bildung handelt, also eine Art Reibungs- oder Druckbreccie, zeigt sich daran, daß jede einzelne Knolle Quetschspuren aufweist, und daß man an den größeren Blöcken starke Rutschflächen, Kerben und Schrammen, beobachten kann.

Nach oben zu erweitert sich die Schlucht, aber Wiesensboden verdeckt, was unten durch häufige Lawinenstürze freigelegt worden ist. Nur einzelne Blöcke liegen hier herum bis hinauf nach der Unter-Palüdalp (cf. S. 41); ebenso in dem südlich abzweigenden Margentobel. Vorwiegend sind es Blöcke von Ophikalcit, Liasbreccie und einem „Streifenschiefer“-

¹⁰⁾ In den Radstädter Tauern scheinen die Pyritschiefer, welche die Schwarzeckbreccie umschließen, ähnliche Bildungen aufzuweisen. Es finden sich dort gerundete und gestreckte Dolomit und Kalkbrocken, die Sueß als Quetschlinge oder Phacoiden bezeichnet. (Becke und Uhlig. Erster Bericht über petrographische und geotektonische Untersuchungen im Hochalpmassiv und in den Radstädter Tauern. Sitzungsbericht k. k. akad. Wissenschaft, Wien 115, I, 1906, S. 1724).

¹¹⁾ Beiträge zur Geol. Karte der Schweiz, Bd. XXIV, I, Emmen und Schlierengebiet von F. J. Kaufmann, 1886.

artigen Gesteine. Gegen die Palüdalpe zu häufen sich die Blöcke, bis wir an der Alp selbst auf die schon erwähnten Blockhaufen treffen, unter denen man leicht die gleichen Gesteine wiedererkennt, die unten im Grassentobel vorkommen. Besonders die schwarzen „Ophikalcitschiefer“, die im Tobel anstehen, finden sich auch an der Alphütte in gröberer und feinerer Form; teils liegt hier der Ophikalcit in kopfgroßen Knollen in dem schweren Schiefer, teils nur in feinen, kaum erkennbaren Schmitzen.¹²⁾ Auch unter den Breccien lassen sich an der Palüdalp alle verschiedenen Grade der Feinheit studieren, fast ebenso gut, wie am Tilisunasee oder Oefenpaß. Ganz feinkörnige Schichten, an Tristelbreccie erinnernd, finden sich da ebenso, wie grobkörnige „Chablaisbreccien“.¹³⁾ Daneben kommen feine Flyschsandsteine und hellgraue, splittrige Jura(Aptychen?)kalke, an die Tiefseekalke (Radiolarienkalke) der Tilisunagegend erinnernd und feine, graue Juraschiefer vor.

Am Alpweg von Vorderpalüd nach Parfienz, ist die Ueberlagerung oder Ueberschiebung der Quetschzone vom Grassentobel durch Triasgesteine gleichfalls deutlich zu beobachten. Von Norden (Parfienz) kommend, quert man zuerst Dachsteinkalk, mit Krinoiden erfüllte Kössener Kalke, dann grauen Dolomit, schließlich eine 20 bis 50 cm breite Bank gelben Dolomites, steil aufgerichtet, wie alle diese Schichten, die plötzlich abbricht und ein braunes flyschartiges Gestein überlagert. Es folgt dann die etwa 100 m breite Quetschzone von Palüd-Grassentobel und jenseits am Gatter vor Palüd ein triadischer Kalk, den ich für den Arlbergkalk des Zalimtalgewölbes halte. Diese fremdartigen Gesteine von Palüd sind weit ins Brandnertal und Zalimtal verstreut; im Abstieg nach Zalim fand ich am Bach von Vorderpalüd weiche Giltsteinartige Knollen bis zu Faustgröße. Auch Oelquarzite liegen

¹²⁾ Dieses Gestein, ist mir aus der ganzen Graubündner Aufbruchzone, mit deren Gesteinen alle die übrigen besonders hervorgehobenen Schichten große Aehnlichkeit haben, nicht bekannt; es scheint für eine ganz lokale Knetbildung zu sprechen.

¹³⁾ Würde es sich nicht schon aus anderen Gegenden ergeben, so könnte man hier den Uebergang von feineren zu gröbere Breccien deutlich verfolgen. Diese beiden, offenbar gleichaltrigen Bildungen, die bisher einzeln beschrieben wurden (als Tristelbreccie der Kreide und Liasbreccie) scheinen nur verschiedene Ausbildungen ein und derselben Schicht darzustellen, die nach Orbitolinenfunden als kretazisch anzusehen ist.

weit ins Tal hinein und sind den Bewohnern der Gegend wohl bekannt; ¹⁴⁾ aus den gleichen Schichten dürften die tauben- eigroßen Pyritkugeln (cf. Vallorsch-Saß) stammen, die sich im unteren Zalimtal finden.¹⁵⁾

Diese Schichten von Paltüd-Grassentobel liegen eingelagert zwischen die mehr oder weniger steil aufgerichteten Triasgesteine der Scesaplana-, Gorvion- und Alpillascholle und folgen augenscheinlich der Bruchgrenze zwischen diese beiden Schollen. Ob sie die Unterlage der einen oder anderen Scholle darstellen, möchte ich nicht entscheiden, ebenso ist es an dieser Stelle nicht deutlich zu erkennen, ob die südliche auf die nördliche Scholle geschoben wurde oder umgekehrt. Es macht vielmehr den Eindruck, als ob hier die beiden Schollen durch eine Aufwölbung getrennt und durch deren Aufbruch der Untergrund fensterartig freigelegt wurde, so daß man von einem „Gewölbefenster“ sprechen könnte, während es an anderen Stellen mehr den Anschein hat, als sei bei der Aufeinanderschiebung der Schollen, an den Fugen der exotische Untergrund mit hinaufgepreßt oder -geschleppt worden.

Die Art der Riesenreibungsbreccie, wie im Grassentobel, erscheint am Nordrande der Alpen nochmals, u. zw. unter der Gaisalpe bei Oberstdorf im Reichenbachtal. Unter den bekannten Diabasporphyrten der Gaisalp liegen flyschartige Schichten, in denen außerdem gewaltige Massen von Oelquarzit eingebettet sind. Im Tobel des Reichenbachtals — ähnlich auch am Kühberg bei Oberstdorf und beim Eingang ins Oytal — sind die Flysch- und festeren Kalkschichten unter dem Druck der überschobenen Massen gleichfalls zu einer derartigen, knolligen Riesenbreccie zermalmt worden, in der sich einzelne festere Phacoiden oder Quetschlingen erkennen lassen.

¹⁴⁾ Man sagt dies Gestein sei „giftig für den Steinbohrer“; es ist so außerordentlich zäh, daß man mit dem Hammer kaum eine Probe abschlagen kann.

¹⁵⁾ Schon Steinmann (Geologische Beobachtungen in den Alpen 1897. Ber. Natf. Ges. Freiburg, Bd. X.) vermutete, daß basische Eruptivgesteine im Brandner Tal irgendwo anstehen könnten. Genauere Angaben, besonders über die verstreuten Blöcke im Zalimtal, die mich erst auf das anstehende Gestein leiteten, verdanke ich dem k. k. Finanzwachoberaufseher Hans Matha in Brand, dem als eifrigen Mineraliensammler die fremdartigen Gesteine aufgefallen waren.

Im Zusammenhang mit dieser Aufzählung seien die Stellen erwähnt, wo gleichartige Gesteine am Südrand der Triasmasse des Rätikons auftreten:

6. Tilisuna-Schwarzhorn: die basischen Eruptivgesteine sind hier mit der Unterlage (den tiefsten Schichten) der überschobenen Trias zu einer Riesenbreccie verquetscht.¹⁶⁾ An Stelle der schwärzlichen Flyschgrundmasse des Grassentobels finden sich hier Serpentinesteine in weiten Halden aufgeschlossen. Als Komponenten liegen darin bis hausgroße, losgerissene Blöcke von Hauptdolomit, Dolomitbreccie, Buntsandstein, kristallinen Schiefen und einzelnen weniger bestimmbar Sedimenten. Direkt an der Unterlage der überschobenen Masse, im Norden (Kaspars Loch, Walseralpgrat) sehen wir die Triasschichten noch im normalen Verbands, nur gelegentlich sind Serpentinsschichten zwischen die sich lockernden Schichtfugen (mechanisch — nicht eruptiv) eingepreßt; im Süden des Schwarzhornes finden wir dann am Schwarzhorn- und Seehornsattel die Riesenbreccie aus eckigen und zum Teil nur wenig abgerollten Komponenten. Die Lage ist so verworren, daß an eine profilmäßige Verbindung der Nord- und Südseite des Schwarzhornes nicht zu denken ist; wie überhaupt an allen solchen Stellen, wo der Schichtverband sich gelockert hat (Quetschzonen, Aufbruchszonen), die lokale Profildarstellung nur als ein Durchgangsstadium, zur Erleichterung der Uebersicht, gewissermaßen als ein Arbeitsgerüst zu gelten hat, das fallen kann, sobald der Bau in seinen Fundamenten genügend Festigkeit erlangt hat und Klarheit auch aus der allgemeinen Darstellung der Umgebung zu entnehmen ist.¹⁷⁾

¹⁶⁾ cf. W. v. Seidlitz, Geologische Untersuchungen im östlichen Rätikon. Ber. Natf. Ges. Freiburg 1906, Bd. XVI, S. 306 ff. und die Tafel IX, A und B.

¹⁷⁾ Solche Arbeitsprofile durch das Schwarzhorn versuchte ich auch 1906 (l. c.) zu zeichnen. Ich werde demnächst zeigen, daß, bei vollkommener Aufrechterhaltung der Tatsachen und ebenso der regionalen tektonischen Auffassung, die vielverschlungenen Linien des Schwarzhornprofils sich vereinfachen und ausglätten lassen, wenn man aus den Schuppenpaketen von den regulären die accessorischen abscheidet. Als solche fasse ich die „Ueberschiebungsapophysen“ (cf. Comptes rendus Acc. der Sciences Paris 11. April 1910) auf, zu denen ich auch die ganze Dioritmasse des Schwarzhornes rechne.

7. Am Kessikopf ist die Trias mit den tiefsten Schichten, dem Buntsandstein, aufgeschlossen. Dicht daneben steht im Abstieg vom Schweizer Tor nach Stafel Vadus (Rellsthal) Serpentin an. Ebenso streicht an den östlichen Hängen des

8. Nerrajöchels (Alp Verajoch) die Trias mit ihrer untersten Lage, dem Buntsandstein, aus. Daneben finden wir Serpentin, Ophikalzit und Diabasporphyr. Um den Vergleich mit den Schichten des Grassentobels zu vervollständigen, muß hinzugefügt werden, daß an den Punkten 6., 7. und 8. auch die anderen Gesteine vorhanden sind. So spielen dort flyschartige Schiefer, die als „Streifenschiefer“ des Muschelkalkes bezeichnet wurden, vielleicht aber doch größere Verwandtschaft mit gewissen Liasschiefern der Ostalpen aufweisen, aptychenkalkartige Tiefseegesteine, helle, splittrige Schiefer, Breccien aller Art und Quarzite eine Rolle; diese letzteren finden wir überall dort, wo die basischen Eruptiva (besonders Serpentin) im Schichtenbau von Bedeutung sind.

9. Folgen wir der Triasgrenze nach Westen weiter, so treffen wir zwischen Scesaplanahaus und Alp Fasons (im Prättigau) die Quetschzonen, die Lorenz¹⁸⁾ beschrieben hat, und sehen hier gleichfalls die Diabasporphyrte unter der Trias eingepreßt, am Wege vom Scesaplanahaus nach der großen Furka aufgeschlossen. Neben dem Diabasporphyr liegen schwarze, gequälte Schiefer, ähnlich denen im Grassentobel, die ich auch hier für mylonitische Bildungen halten möchte. Es wäre unangebracht, in diesen Quetschzonen die Bestandteile einzelner Deckenserien herauszugliedern, wenn auch manches Gestein dazu Anlaß bieten könnte. Die ganze Quetschzone von Fasons, wo alle Schichten, wie in einem Kartenspiel durcheinandergestochen daliegen, eignet sich ebensowenig zu solchen Gliederungsversuchen, wie die Umgebung der Kirchlispitzen. Soviel steht fest, daß es alles Gesteine sind, die sonst im normalen Deckenverband den leontischen Serien angehören, die aber hier unter der gewaltigen Masse der Scesaplanatrias zu einer Riesenreibungsbrecchie durcheinandengerollt sind. Es wäre ebenso unbegründet, aus dem einen Diabasvorkommen auf eine hier anstehende rätische

¹⁸⁾ Th. Lorenz, Geologische Untersuchungen im Grenzgebiet zwischen helvetischer und ostalpiner Facies II, der südliche Rätikon. Ber. Natf. Ges. Freiburg Bd. XII, 1901.

Decke, wie aus diesen — ohne jegliche Kontakspur zwischen Kalke und Schiefer eingepreßten Massen, auf einen lokalen, eruptiven Vorgang zu schließen.

10. Die Quetschzone läßt sich im Aufstieg zur Großen Furka weiter verfolgen, obgleich die Lorenzsche Karte dies noch nicht angibt. Wir finden unter der Hornspitze nicht nur Kreideflysch und Couches-Rouges, sondern auch Falknisbreccie, graue, flaserige Tithonkalke, Diabasporphyrit und feine mylonitartige Bildungen; letztere besonders oben an der Großen Furka. Von hier lassen sich alle diese Iepontinischen Deckenreste unter der schwachgeneigten Auflagerungsfläche der Triasschichten bis hinab ins Gamperdonatal verfolgen.

11. Am Bettlerjoch zeichnete Theobald ein basisches Eruptivgestein ein, Lorenz hielt dies für einen Irrtum und zeichnete seine Karte dementsprechend anders. Im Sommer 1909 habe ich dies Theobaldsche Eruptivgestein¹⁹⁾ nun tatsächlich doch — wenn auch nicht am Bettlerjoch, so doch etwas weiter westlich unter demselben — gefunden. Es handelt sich gleichfalls um einen Diabasporphyrit, der seinen petrographischen Eigentümlichkeiten nach den Gesteinen von der Großen Furka und vom Scesaplanahaus am nächsten verwandt zu sein scheint.

Oben am Bettlerjoch stehen neben dem ruppigen grünen Quarzitschiefer, von dem Lorenz spricht und der zur Verwechslung mit den Eruptivgesteinen verleiten könnte, mächtige Breccienlagen an. Während im übrigen Naafkopfgebiet nur feinkörnige (als Tristelbreccie bezeichnete) Schichten vorherrschen, finden sich hier grobe Breccien zum Teil von einem roten (zerriebene Couches-Rouges?) Bindemittel durchsetzt, mitunter auch von Quarzbrocken erfüllt, wodurch sie an ge-

¹⁹⁾ In der Sammlung Tarnuzzer im Museum in Chur liegt ein Stück Serpentin, welches von Lehrer A. Senti (Marienfeld) bei Jës gefunden wurde. Auf allerlei zufälligen Wegen kann dies Stück nach seinem Fundplatz, wo weit und breit (nach bisheriger Kenntnis) kein Serpentin ansteht, gekommen sein. Da nun aber ähnliche, gelegentliche Funde grade im vorliegenden Gebiet, schon mehrfach zur Auffindung neuer Aufschlüsse geführt haben (cf. Sareiser Joch, Brand), könnte man hier an einen nahen Zusammenhang mit den Gesteinen des Bettlerjoches denken.

wisse Varietäten der Falknisbreccie und an die Cenomanbreccie des Plessurgebirges erinnern.²⁰⁾

Erst etwas weiter unterhalb, auf der Liechtensteinischen Seite, findet man am kleinen See große Blöcke von Diabasporphyr, die von höher oben, unter der Trias des Schafälplers, herausgebrochen zu sein scheinen. Leider hatte ich keine Zeit, um diesem Zusammenhange weiter nachzugehen. Es handelt sich um Eruptivmassen von großer Mannigfaltigkeit des Aussehens, die, wenn man sie einmal gefunden hat, gar nicht übersehen werden können. Außerdem fand sich dort, wie auch an der Großen Furka, ein dunkelbraun angewittertes, bröckelig-weiches, im Innern rötlich und stark eisenhaltiges Gestein, das den Eindruck macht, als handle es sich um ein sehr zersetztes Eruptivgestein. Auch Oelquarzite liegen am Bettlerjoch und weiter hinunter nach Vallina zu verstreut herum.

12. Von der Alp Gapfahl im oberen Saminatal hat Rothpletz (l. c., S. 84) ein weiteres Serpentinvorkommen beschrieben. Neben Serpentin in der Form von Ophicalcit fand ich dort verschiedene Breccien, so unter anderem „Mandelschiefer“ fraglichen Alters, die ich vom Oefentobel und von den Gafierplatten beschrieben habe, Oelquarzite und ein feinkörniges, kristallines Konglomerat, das in einigen Partien, in denen es sich besser konserviert hat, unter dem Mikroskop den Eindruck eines zerpreßten, granitischen Gesteines macht. Es liegt hier wieder, wie am Scesaplanahaus und im Grassentobel eine vollkommene Quetschzone vor, die unter der Trias der Schaffboden-Heupielmasse geschleppt und bei der Auflagerung auf die Couches-Rouges zerquetscht wurde; feinkörnige, schwarze und grüne Schiefer liegen mylonitartig zwischen die Schichten eingepreßt. Auch hier ist eine Buntsandsteinscholle von der Triasmasse losgelöst und in die Quetschzone konkordant miteingepreßt. Die Unterlage dieser Quetschzone, die weit hinauf nach dem Aelple zu verfolgen ist, besteht aus den Couches-Rouges-Massen des Falknis-

²⁰⁾ Für die Lösung der im Rätikon sehr schwierigen, aber einer Klärung dringend bedürftigen Frage nach dem Alter und der Herkunft der Breccien und ihrer Zusammengehörigkeit, scheint hier ein wichtiger Schlüsselpunkt zu liegen, den ich bisher leider noch nicht weiter untersuchen konnte.

gebietes. Am besten sind die Schichten, auch das von Rothpletz gegebene Profil, dort aufgeschlossen, wo der Abkürzungsweg Sücca-Rappenstein den Alpweg zur Oberalp trifft.

Die eben erwähnten zwölf Punkte, an denen Triasgesteine auf einer, basische Eruptiva auf der anderen Seite vorkommen, stehen nun nicht ganz getrennt jedes einzelne für sich da, sondern es läßt sich beobachten, daß die folgenden Punkte Verbindungslinien aufzuweisen haben, bzw. an den gleichen Dislokationslinien liegen.

Das Vallorsch (1.) liegt an der Südgrenze der Dreischwestern-Scholle. Da ich diese Grenze nicht weiter abgegangen habe, vermag ich andere Punkte damit nicht in Verbindung zu setzen.²¹⁾

Auffallender ist der Zusammenhang der Punkte 2., 3., 4. und 5., denn die Südgrenze der Alpillascholle wird durch diese Linie Malbun, Sareiserjoch, Palüdalpe bezeichnet. Wie weit nun diese Grenze einerseits nach Saß hinüber reicht, andererseits nach den Funden von Vorderpalüd und Grassentobel abgeändert werden müßte, lasse ich dahingestellt; weder Mojsisovics noch Rothpletz ziehen die Südgrenze nach dem Grassentobel zu. Rothpletz läßt sie von Palüd nach Parfienz verlaufen, Mojsisovics sogar nach der Purtschalp. Jedenfalls muß betont werden, daß die von Rothpletz gegenüber der ursprünglichen Mojsisovicsschen Darstellung (cf. Rothpletz, l. c., I, S. 70) abgeänderte Südgrenze der Alpillascholle, durch diese Schollenfenster eine neue Bestätigung findet.

Die Süd—Ostgrenze der Gorvionscholle, durch eine Ueberschiebung der Scesaplanamasse auf diese gebildet, ist nur an einer Stelle bei der großen Furka (10.) durch basische Eruptivgesteine bezeichnet, während von dort nordwärts wenigstens, die Kreideschichten, welche auch zur fremdartigen Unterlage der Trias zählen und mit den Breccien und basischen Eruptivgesteinen in naher Beziehung stehen, der Grenze, bis hinab ins Gamperdonatal, folgen.

²¹⁾ Es ist mir nicht bekannt, woher die Serpenteröle stammen, die der Wirt von Tschengla bei Bürserberg in seiner Sammlung aufbewahrt; Tschengla liegt freilich dicht an der Grenze der Dreischwesternscholle. In den Geröllen des Scesatobels bei Bürserberg habe ich einen größeren Serpentinblock gesehen, dessen Herkunft auch fraglich ist.

Wir müssen schließlich noch die Punkte 6., 7., 8., 9., 10., 11. und 12. zusammenfassen, die durch die Linie Tilisuna—Kessikopf — Nerajöchel — Fasons — Große Furka—Bettlerjoch und Gapfahl, also die Rothpletz'sche Bruchspalte Gaflei—Tilisuna verbunden werden. Eine Bruchspalte im eigentlichen Sinne, wie sie von ihrem Autor genannt wird, kann es hier nicht sein, da es sich überall, wo von einem anormalen Kontakt der Trias gegen das Vorland die Rede sein kann, immer nur um eine, mehr oder weniger flache Ueberlagerung handelt. Es ist die nach Norden geneigte Auflagerungsfläche der ost-alpinen Triasmasse auf Gesteine jüngeren Alters. In dieser Form tritt sie uns auch hier an der Süd- und Westgrenze der Scholle entgegen.

Zusammenfassend kann man also sagen, daß die von Rothpletz als 1. Vaduz—Bludenz, 2. Malbun—Bludenz und 3. Gaflei—Tilisuna-Spalte bezeichneten Linien, die zugleich als Grenzen der alten Mojsisovic'schen Schollen aufzufassen sind, durch den Aufbruch derartiger Quetschzonen näher bezeichnet werden, daß anderseits die Lage dieser Schollenfenster dazu auffordert, diesen Linien eine um ein Geringes abweichende Richtung zu geben.²²⁾

Betrachten wir die Gesteine, die in diesen Quetschzonen auftreten, so seien zuerst die Eruptivgesteine hervorgehoben, die diesen Aufbruchszonen eine spezielle Note aufdrücken und überhaupt erst zu ihrer Erkennung geführt haben.

Diabase und Diabasporphyrite waren seit langem bekannt von der Südseite des Rätikons (Nerrajöchel, Alp Fasons) und an einer Stelle (Bettlerjoch) fast wieder in Vergessenheit geraten. Neu sind die Fundstellen von der Großen Furka, Vallorsch und Gallinengrat bei Brand. Die von Reiser beschriebenen Diabase und Diabasporphyrite des Allgäu zeigen die größte Aehnlichkeit mit diesen Vorarlberger Gesteinen. Eigentliche Diabase scheinen nach der bisherigen Untersuchung nur selten (Scesaplanahaus) vorzuliegen,²³⁾ dagegen vorwie-

²²⁾ Erst eine genaue Kartierung wird festzustellen haben, ob nicht vom Amatschonjoch zwei bis drei Bruchlinien ins Brandner Tal führen. Gegen Osten (Silvretta) zu scheint die Zerstückelung in kleinere Schollen überhaupt größer zu sein.

²³⁾ Für freundliche Hülfe bei der Bestimmung meiner Schlicke möchte ich Herrn Dr. Dreher, Assistent am Mineralogischen Institut in Straßburg, auch an dieser Stelle bestens danken.

gend Diabasporphyrite mit deutlicher Intersertalstruktur. An der Großen Furka fand ich eine Art von Diabasbreccie (Reibungsbreccie?) aus verschiedenen Diabas- und Diabasporphyritresten bestehend. Büschelförmige Anordnung der Feldspate ist diesen Gesteinen an manchen Stellen eigentümlich.

Serpentin und Ophikalcit kannte man bisher vom Schwarzhorn, Kessikopf, Nerrajöchel und von Gapfahl, dagegen war er vom Sareiserjoch nur unsicher bekannt. Neu sind die Ophikalcite vom Palüd und Grassentobel, Malbun und Saß und die Ophikalcitschiefer im Grassentobel bei Brand, die fast breccienartigen Eindruck machen. Letztere bestehen aus einer schwarzen, schiefrig-knolligen, mylonitischen Grundmasse, in der einzelne lanzettförmige Ophikalcitpartien von wenigen Millimeter Dicke eingepreßt sind, die durch ihre rötliche Farbe sofort auffallen (vgl. den Schliff auf Tafel I). In der schwarzen Grundmasse lassen sich im Dünnschliff Andeutungen von Serpentin und kohligter Substanz nachweisen.

In Zusammenhang mit diesen Gesteinen muß auch der schwarz- bis dunkelgrünen „Oelquarzite“ der Schweizer Geologen²⁴⁾ gedacht werden, die unzertrennlich an das Auftreten der Ereptiva gebunden sind. Ebenso wie im Klippengebiet am Vierwaldstättersee und in der Habkernmulde, finden sie sich hier an fast allen Punkten, die durch basische Eruptivgesteine ausgezeichnet sind, sonst aber nicht. Bei Tilisuna, am Nerrajöchel, an der Großen Furka, bei Gapfahl, Saß, Valorsch, Palüd und im Grassentobel, habe ich sie ebenso gefunden wie bei Hindelang und an der Gaisalp im Allgäu. Nähere Angaben über dieses außerordentlich weit verbreitete Gestein, das direkt als leitend²⁵⁾ für exotische Gebiete angesehen wer-

²⁴⁾ Kaufmann, Emmen- und Schlierengebiet 1886. Beiträge zur Geol. Karte der Schweiz 24, I, beschreibt diese Quarzite ohne besondere Benennung. Der Autor des Namens „Oelquarzit“ der bei den Schweizer Geologen im Felde gebräuchlich, war aus der Literatur nicht zu finden, obgleich Herr Prof. C. Schinde in Basel, mich freundlichst darin unterstützte. — Arnold Heim. Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch. Eclogae Geol. Helv. Bd. IX, 1907, S. 414/15 und S. 424 beschreibt von Amden Stellen die der Schilderung nach direkt an Grassentobel (Brand) und Reichenbachtobel (Oberstdorf) erinnern; dort finden sich auch Oelquarzite, Breccien etc. zusammen.

²⁵⁾ Auch in der ostalpinen Klippenzone scheint es ähnliche Gesteine zu geben, die bei näherer Pararellisierung vielleicht hiermit zusammengefaßt werden können. Trauth. Zur Tektonik der subalpinen Grestenerschichten

den darf, liegen noch nicht vor. Es handelt sich offenbar um einen kontaktmetamorph (oder Schwellungsmetamorphose?) umgewandelten Quarzsandstein, dessen grünliche Farbe von einem im Lagen angereicherten Aegyrinaugit bedingt ist. Von diesem stammt auch die rötlichbraune Verwitterungsrinde, die diesem zähen, oft schiefrigen Quarzit eigentümlich ist. Niethammer hat ein ganz ähnliches Gestein von Loh Oelo auf Java²⁶⁾ beschrieben.²⁷⁾

Mylonitische Gesteine, meist schwarze Schiefer, begleiten diese Aufbruchzone bei Fasons, Gapfahl, Palüd und im Grassentobel. Vielfach sind es flyschartige Gebilde, von schiefriger Struktur, nur im Grassentobel finden sich darin unverarbeitete, aber abgerundete Kalkknollen bis zu Kopfgröße. Kristalline Mylonite,²⁸⁾ also Zerreibungsprodukte von Graniten und kristallinen Schiefen, wie sie an anderen Stellen (z. B. bei Oberstdorf) neben den sedimentären Myloniten auftreten, kenne ich nur von Tilisuna und Gapfahl; dort findet sich ein hellgrünes, festes Gestein von metamorphem Habitus. Einzelne, zum Teil zerbrochene Quarzkörner schwimmen in einer Aufbereitungsmasse. Die Beschaffenheit der Quarzkörner und das Vorkommen einiger Glimmer(Muskowit)- und spärlicher Feldspatreste, läßt aber vermuten, daß es sich um einen aufbereiteten Granit handelt.

Oesterreichs. Mitteil. Geol. Ges. Wien, Bd. I, 1908, S. 112, erwähnt solche Flyschquarzite; ferner möchte ich an C. M. Pauls glasigen Sandstein (Geyer. Granit des Pechgrabens. Verhandl. k. k. Geol. Reichsanstalt 1904, S. 362) erinnern.

²⁶⁾ G. Niethammer. Die Eruptivgesteine von Loh Oelo auf Java, Tschermaks Min. u. petr. Mitteilungen 1909, Bd. 28, Heft 3.

²⁷⁾ Bei dem Interesse, welches man augenblicklich der Kontaktwirkung des Serpentine und andere Gesteine in Bezug auf alpine Nephrite entgegenbringt (cf. unter anderem W. Paulcke. Alpiner Nephrit und die Nephritfrage. Verhandl. Naturw. Verein Karlsruhe 1910, Bd. XXIII, S. 77), werden wohl auch die Oelquarzite demnächst einmal näher untersucht werden. Ich möchte darauf hinweisen, das Niethammer bei dem von ihm beschriebenen Gestein erwähnt, daß sich auf den schaligen Bruchflächen nephritartige Schuppen loslösen.

²⁸⁾ W. v. Seidlitz. Ueber Granit-Mylonite und ihre tektonische Bedeutung. Geol. Rundschau 1910, Bd. I, Heft 4, S. 188 und „Sur les granites écrasés dans les Grisons, le Vorarlberg et l'Allgäu.“ Comptes rendus. Ac. Sc. Paris, 11. April 1910.

Was die oben erwähnten Eruptivgesteine anlangt, so wurden sie bisher meist als lokale Durchbrüche an den Stellen ihres heutigen Auftretens beschrieben. Daß es sich darum nicht handeln kann, geht schon daraus hervor, daß sie sich fast nur dort zeigen, wo sie unter der Triasdecke geschützt blieben, also an deren Rändern und auffallenderweise fast immer an Stellen, wo die tiefsten Triasschichten, nämlich Buntsandstein, anstehen. So am Tilisuna—Schwarzhorn und Kessikopf, bei Plassegen, am Nerrajöchel, im Grassentobel, bei Gapfahl und Vallorsch (Bargellen) und ebenso auch in der Hölle bei Hindelang im Allgäu. Nur an wenigen Stellen sind die Eruptiva von jüngeren Schichten als Buntsandstein überlagert; dann ist es meistens Muschelkalk (Fasons, Große Furka und Sareiserjoch), jüngere Schichten der Trias (z. B. Hauptdolomit) kenne ich dagegen nirgends von solchen Stellen. Andererseits steht Buntsandstein im westlichen Rätikon nur an wenigen Stellen an, wo man nicht auch zugleich die eruptive Unterlage kennen gelernt hätte, doch sind es solche Punkte, die bisher weniger bekannt und noch nicht genau untersucht worden sind (Latz- und Rellstalausgang).

Die sedimentären Bildungen, die an diesen Schollenrändern auftreten, sind, abgesehen von den schon erwähnten, gänzlich unbestimmbaren, mylonitischen Bildungen, sehr verschiedene an den einzelnen Linien. Ganz ausschalten müssen wir die Linie Gaflei—Tilisuna, da es für die vorliegende Untersuchung zu weit führen würde und die Schichtenverbände in diesem Gebiet an anderen Stellen schon eingehend dargestellt worden sind.²⁹⁾ Nur in soweit, als ähnliche oder gleiche Gesteine auch an den anderen Linien auftreten, sollen sie erwähnt werden. Auszunehmen sind ferner alle Triasgesteine, die in den Quetschzonen eingepreßt auftreten, da es sich dabei nur um Abscherungsprodukte der darüber liegenden Triasschuppen handeln kann, die sich an der Unterfläche der gleitenden Masse losgelöst haben. Hieher würden der Buntsandstein von Gapfahl und die Triaskomponenten der Riesenreibungsbreccie am Schwarzhorn zu rechnen sein.

Will man von unbedeutenden Resten einiger flyschähnlicher Schiefer und Sandsteine absehen, zu denen ich auch

²⁹⁾ W. v. Seidlitz, Oestlicher Rätikon und Th. Lorenz, Südlicher Rätikon.

die „Streifenschiefer“-artigen Reste im Grassentobel rechne, so bleibt von nichtklastischem Gesteine nur ein kleiner Rest von Tiefseebildungen übrig, die bei Vorderpalüd und am Sareiserjoch anstehen. An der Vorderpalüdalp liegen hellgraue, splittrige, radiolariendurchsetzte Kalke und am Abstieg vom Sareiserjoch und bei Saß rote Radiolarienhornsteine; auch fand sich bei Vorderpalüd ein feiner, grauer Schiefer, erfüllt von *Calpionella alpina* Lorenz. Gleichartige Gesteine sind aus den lepontinischen Decken am Südrande des Rätikons mehrfach beschrieben worden.

Auch die Breccien, gröberen und feineren Kornes, wie sie im Grassentobel bei Palüd, Vallorsch und Saß vorkommen, weisen gleichfalls nur nach den lepontinischen Serien am Südrande, da sonst ähnliche Breccienreste aus den Triasgebieten Vorarlbergs nicht bekannt sind. Ihr Auftreten an der Malbun—Bludenz- und Vaduz—Bludenz-Spalte läßt darauf schließen, daß es sich am Südrande des Rätikons nicht etwa um ein lokales Strandkonglomerat handelt, daß vielmehr solche Breccienlagen auch weiter nach Norden zu die Unterlage der Triasgesteine bilden, die dann an den Bruchrändern an die Oberfläche gepreßt wurde.

Diese Vermutung rückt noch näher, wenn man nicht nur das Liegende, sondern auch das Hangende an den Dislokationslinien betrachtet. Als das Hangende sehe ich die Triaschollen Vorarlbergs und Liechtensteins an, die aber nicht nur an ihren Rändern, sondern auch in ihrer ganzen Lage sehr große Verschiedenheiten zeigen. Am tiefsten eingebettet scheint die nördlichste, die Drei-Schwestern-Scholle, zu liegen, deren Südrand ich, gleich wie Rothpletz, mehr als eine schwach nach Süden geneigte Verwerfung ansehen möchte, die nur bei Vallorsch einen sehr überschiebungsähnlichen Charakter annimmt. Schon Mojsisovics charakterisierte die Lage der Schollen dahin, daß die südlichen derart auf die nördlichen hinauf geschoben und dabei gleichzeitig gehoben worden seien, daß im nördlichen Teile die tiefsten Schichten der Scholle, im südlichen Teile die jüngsten Schichten auftreten. So treffen wir bei Latz die tiefsten Schichten der Drei-Schwestern-Scholle, wo nördlich des Gallinaköpfes (westlich von Nenzig) Buntsandstein ansteht. Die jüngsten Schichten sind Kössener Mergel, die wir als Unterlage der Diabaspor-

phyrite im Vallorschtal finden. Eine fremdartige Unterlage der Drei-Schwestern-Scholle kenne ich bisher noch nicht, da ich in den Nordabfall des Rätikons, besonders in der Nähe von Nenzig bis jetzt erst kursorisch begehen konnte.³⁰⁾

Die Alpillascholle liegt wesentlich höher, so daß ihre Unterlage schon besser zutage tritt. Wir kennen nicht nur den ihr angehörenden tiefsten Triashorizont (Buntsandstein von Bargellen und Heupiel), sondern dicht daneben treffen wir im Vallorsch schon auf die fremdartige Unterlage der weiter oben beschriebenen Gesteine. Schwieriger scheint es mir zu sein, den weiteren Verlauf der Nordgrenze dieser Scholle festzulegen und es wird sich empfehlen, bis weitere Untersuchung neue Aufschlüsse und dadurch tiefere Einblicke bringt, an der alten Grenzlinie über Mattlerjoch—Gampalp—Forklaalp—Bludenz festzuhalten, da weitere Aufbrüche aus diesem Gebiete nicht bekannt sind und man die Gesteine von Saß wohl als Unterlage der nächsten Scholle auffassen muß.

Ganz hoch und luftig liegt die Gorvionscholle. Ihre Unterlage kennen wir nicht nur im Norden, sondern auch im Westen und Süden. Die tiefsten Schichten treten hier nicht nur am Nordrande (Buntsandstein des Heupiel), sondern auch im Westen (Buntsandstein bei Gapfahl) auf. Bei Malbun, Saß, Sareiserjoch und Pallüd auf der Nordseite, Gapfahl auf der Westseite und am Bettlerjoch auf der Südseite, quellen unter den Schollenrändern die Quetschzonen der Unterlage hervor.

Es blieben schließlich noch die kleineren Schollen des Rätikons zu erwähnen. Mojsisovic's spricht nur von einer Zimbascholle im allgemeinen, tatsächlich sind aber noch mehrere kleinere vorhanden. Rothpletz trennte von der Zimbascholle die Scesaplana- und die Douglasscholle ab, doch dürfte es damit noch nicht genug sein. Zwei Erscheinungen legen einstweilen nur eine Vermutung nahe: der Buntsandstein bei

³⁰⁾ Es stand mir damals noch keine Kopie der Mojsisovic'sschen Karte zur Verfügung, die von der Reichsanstalt schon seit Jahren wegen Neuauflage nicht mehr herausgegeben wird. So konnte ich bei der kurzen, mir zu diesem Zweck verfügbaren Zeit, die Unterlage und Ausbreitung des Buntsandsteins von Latz nicht weiter verfolgen. Ich möchte an dieser Stelle Veranlassung nehmen, Herrn Landesingenieur Hiener in Vaduz für die Bereitwilligkeit zu danken, mit der er mir seine Originalkarten (Mojsisovic's Aufnahme) zu kopieren gestattete.

Brand mit der Quetschzone des Grassentobels und die Rellstalverwerfung. Durch diese Verwerfung wird von der Zimbascholle der östlichste Ausläufer abgetrennt, dessen Auflagerung auf den kristallinen Schiefern der Silvretta am Golmerjoch deutlich erkennbar ist, dessen südlicher und westlicher Rand aber gleichfalls mit den tiefsten Schichten an die Oberfläche tritt (Bundsandstein von Kessikopf und Gaisspitz); die lepontinische Unterlage ist nur am Südrande deutlich zu erkennen, am Westrande im obersten Rellstal ist sie durch einige unbedeutende Serpentinsetzen am Absturz des Kessikopf angedeutet.

Als östlichster Rest der Trias im Rätikon ist schließlich noch die kleine Scholle der Tschaggunser Mittagsspitze anzusehen, die sich, zu einem schmalen Bande zusammengedrängt, am Westrande der Silvretta noch eine ganze Strecke weit verfolgen läßt. Bei allen diesen Schollen im Osten des Brandner Tales scheint ein Druck in südöstlicher Richtung (durch die starre Masse der Silvretta beeinflußt?) vorzuliegen, während die nördlichen und westlichen Schollen mehr eine Ueberschiebungstendenz nach Norden zeigen.

Was nun den Buntsandstein von Brand anlangt, den ich einstweilen für das Liegende der Zimbascholle halte, so scheint sich hier die Verwerfung, welche uns schon die Quetschzone des Grassentobels andeutete, auch auf der gegenüberliegenden Seite noch weiter in die Zimbascholle hinein fortzusetzen. Wie weit nun hierdurch selbständige tektonische Bezirke abgetrennt werden, soll eine genaue Kartierung erst noch zeigen. Ebenso fragt es sich, ob der vorher erwähnten Scholle, die sich am Schweizertor ablöst, und etwa als Gaisspitzscholle bezeichnet werden könnte, ein selbständiger Wert zukommt. Da an den trennenden Verwerfungen der Untergrund in Quetschzonen zutage tritt, so kann man sie immerhin als einschneidend genug betrachten; ich neige dazu, ihnen sogar größere Bedeutung beizumessen, als der Verwerfung, die Zimba- und Scesaplanscholle (über Schattenlagent—Lünersee verlaufend) trennt und sich nur an wenigen Stellen (am Lünersee und zwischen Mottenkopf und Fluralp) deutlich beobachten läßt. Da ihr Verlauf nachher sehr problematisch wird, so erblicke ich in ihr auch mehr eine zentrale Senkungsachse der Zimba—Scesaplanscholle (Mojsisovics' Zimbascholle). Der Charakter

dieser Mojsisovicsschen Zimbasscholle, als einer nord-östlichstreichenden Mulde mit östlich und westlich aufgebo- genen Flügeln tritt damit wieder deutlich hervor. Während die drei nördlichen Schollen (Drei-Schwestern, Alpilla und Gorvion) eine west-östliche Streichrichtung aufweisen, dreht hier an der Scesaplana—Zimbascholle sowohl die allgemeine Streichrichtung der Schichten, wie auch die Richtung der Auf- lagerungslinie (in diesem Falle deutliche Ueberschiebung nach Nordwesten) in die Südwest—Nordost-Richtung ein. Die Sce- saplanascholle zeigt ihre tiefsten Lagen (u. zw. nur Muschel- kalk, Buntsandstein tritt nicht mehr hervor) an ihrem nord- westlichsten Rande der an der Großen Furka hoch auf die Kreideschichten des oberen Gamperdonatales hinauf geschoben ist. Von dort senken sich die Schichten. Liegen an der Furka die ausgequetschten Schichten (z. B. Diabasporphyr) noch 2300 m hoch, so senken sie sich bis zur Alp Fasons auf 1800 m. In der östlichen Hälfte der Zimba—Scesaplana- scholle treffen wir an deren südöstlichen (vom Cavelljoch—Nerra- jöchel ins Rellstal ziehend) Rande noch auf Buntsandstein als Unterlage; die Quetschzone liegt hier am Nerrajöchel (Alp Verajoch) aber wieder 2300 m hoch.

Betrachtet man die Triasschollen im Zusammenhang, so tritt die Tatsache klar hervor, daß nach Westen und Norden, große ungebrochene Triasplatten vorzuliegen scheinen, daß diese aber, je mehr man sich im Osten dem starren Silvretta- massiv nähert, eine immer stärkere Zerstückelung aufweisen. Gleichzeitig ist ein Wechsel in der Richtung der Dislokations- linie wahrzunehmen. Während im Westen die West—Ost- Richtung im allgemeinen vorherrscht, so schwenken, weiter nach Osten zu, die Linien immer mehr in die Süd—Nord- Richtung ein, die in der Verwerfung (?) des Brandner Tales auch beinahe erreicht wird.

An diesen Schollenrändern und Dislokationslinien fällt auf, daß die Quetschzonen sich nur längs der West—Ost streichenden Linien finden, nicht aber bei den Linien, die eine nordsüdlichere Richtung zeigen. Nur an der 1. Vaduz— Bludenz-, 2. Malbun—Bludenz-, 3. Gaflei—Tilisunaspalte im Sinne von Rothpletz, finden wir Quetschzonen. Von diesen sind 1 und 2 nach Norden zu geöffnete Ueberschiebungen, während 3 eine nach Süden offene Ueberschiebung zeigt.

Das Wort „Spalte“ scheint mir bei allen drei die Erscheinungen nicht in der geeigneten Weise zu bezeichnen.

Quetschzonen fehlen an der Nord—West-Grenze der Scesaplanascholle oder sind dort wenigstens nur an der Furka angedeutet. Sie fehlen ferner an der Brandner Talverwerfung an der Lünarseeverwerfung³¹⁾ und an der Rellstallinie,³²⁾ die alle mehr oder weniger süd—nördlich streichen. Auch weiter im östlichen Teile des Rätikons treffen wir an den drei Türmen, im Gauertal, am Grubenpaß und bei Plassseggen die gleiche Süd—Nord-Richtung; dort tritt sie in den transversalen Blattverschiebungen deutlich hervor, während nur nebensächlich ein vertikales Absinken zu beobachten ist. Auch die nord—südlich streichenden Verwerfungen der Scesaplana—Zimbascholle scheinen vorwiegend transversale Schollenbewegungen mit nur geringer vertikaler Tendenz gewesen zu sein.

Es liegt in der Natur der Sache, daß bei einer von Süd—Südosten wirkenden Deckenüberschiebung,³³⁾ die an der Unterfläche mitgeschleppten Massen, also die Quetschzonen des Rätikons, nur an den Spalten senkrecht zur Schubrichtung zwischen den überschobenen Schollen hervorgepreßt wurden, an den Brüchen, die die Schollen parallel zur Schubrichtung durchsetzten, aber nicht.

Betrachten wir zum Schlusse, nachdem wir uns von der Schollennatur überzeugt haben, noch einmal die Quetschzonen und die in diesen auftretenden Gesteine, so muß hier noch einmal darauf hingewiesen werden, daß alle diese Gesteine mit solchen aus den östlichen und südlichen Deckengebieten Graubündens zu identifizieren sind. Eine Gliederung im Einzelnen ist unangebracht, doch möchte ich erwähnen, daß

⁴¹⁾ Dafür kommen dort dolomitische Reibungsbreccien vor.

³²⁾ Nur unterhalb des Schweizertores, westlich vom Kessikopf finden sich unbedeutende Reste.

³³⁾ Lokal läßt sich in dem Triasgebiet des Rätikons auch gelegentlich ein von Osten wirkender Druck beobachten, der Rothpletz vielleicht auch seine Ostüberschiebung nahelegte. Ich erblicke darin nur die Aeufferung einer sekundären Faltungsperiode — die wohl erst nach der Deckenüberschiebung eintrat. Andererseits scheint es mir wahrscheinlich, daß zwischen der Schubrichtung der einzelnen Decken gewisse Verschiedenheiten bestehen. So glaube ich, daß die Ostalpinen Triasdecken — die ja Rothpletz bei der rhätischen Ueberschiebung allein im Auge hatte — eine östlichere Herkunft als die lepontinischen Decken haben.

die basischen Eruptiva sich in der rätischen Decke (Steinmann) wieder finden, ebenso die Tiefseegesteine; der größte Teil der Breccien und Schiefergesteine aber in der Brecciendecke.

Treten nun solche Reste, die sich leicht mit den Gesteinen der erwähnten Decken vergleichen lassen innerhalb und überall unterhalb des Triasgebietes auf; so muß man unwillkürlich an tektonische oder durch Erosion geöffnete fensterartige Durchblicke auf tiefere Ueberschiebungsdecken denken. Da diese Fensterreihen an bestimmte Dislokationslinien, beziehungsweise Schollenränder gebunden sind, könnte man hier von Schollenfenstern sprechen. Im Fürstentum Liechtenstein, wo die drei Hauptschollen am Rande des Saminatales angeschnitten sind, macht sich der fensterartige Charakter besonders deutlich bemerkbar. Ganz Liechtenstein scheint nur von einer dünnen Triasdecke bedeckt zu sein, die sich nach Norden gesenkt hat und von einer Reihe von Sprüngen durchzogen wurde, an denen die entstandenen Schollen dachziegelartig sich aufeinander schoben. Durch die von Süden nachdrängenden Schollen wurde der Untergrund aufgepreßt und so die Fenster geöffnet. Das kleine Land erhält durch diese Anhäufung und Aneinanderreihung von Fenstern einen ganz eigentümlichen tektonischen Charakter.

Möglich ist es, wie es Lugeon³⁴⁾ auf seinen Profilen zu zeichnen versucht, daß alle lepontinischen Schichten unter der Trias hindurchgehen; sie müßten es aber dann auch dort wo die Basis der ostalpinen Decke nur aus Dolomit oder jüngeren Triasschichten gebildet wird und dies ist fast nirgends der Fall. So drängt sich unwillkürlich der Gedanke auf, da diese Fenstergesteine und besonders die Eruptiva größtenteils mit den Basiselementen der ostalpinen Decke zusammen vorkommen, daß sie von der Unterfläche dieser Decke auch nur aufgeschürft und mitgeschleppt sind.³⁵⁾

³⁴⁾ M. Lugeon. Les grandes nappes de Recouvrement des Alpes du Cheblais et de la Suisse. Bull. Soc. Géol. France 1901, Bd. IV (1), S. 797, Figur Nr. 12.

³⁵⁾ Wie ich in Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences 11. April 1910 (Sur les granites écrasés [mylonites] des Grisons, du Vorarlberg et de l'Allgäu) gezeigt habe kommt solchen „Ueberschiebungsapophysen“ größere tektonische Bedeutung zu, als bisher angenommen wurde.

Durch das Auftreten der Eruptivgesteine, die im ganzen östlichen und westlichen Rätikon an die Schollenränder gebunden sind, wird so ein neuer Beweis für die Ansicht von Sueß beigebracht, daß die basischen Eruptiva an tektonische Linien gebunden seien; denn auffallend bleibt in dem beschriebenen Gebiete die Verknüpfung der Dislokationslinien mit den eruptiven Aufbrüchen, wodurch die ersteren mir noch fester markiert zu sein scheinen. Zum Teil wurden die erwähnten Punkte bisher nur auf Grund von Begehungen festgelegt, ich halte es aber für wahrscheinlich, daß es nicht die einzigen bleiben werden und daß bei der genauen Kartierung sich auch noch weitere finden.

Erläuterung zu Tafel Nr. I.

Reibungsbreccie (Ophikalzitschiefer) aus dem Grassentobel bei Brand, vgl. S. 53.

In den wildflyschartigen Bildungen, die den Tobel bis hinauf zur Palüdalp erfüllen, finden sich solche gröberer und feinerer Art, an denen die mechanische Umwandlung besonders deutlich hervortritt. Reibungsbreccien dieser Art, in denen Ophikalzitkomponenten eine größere Rolle spielen, sind bisher nur von dieser Stelle bekannt. In dem vorliegenden Dünnschliff heben sich die Ophikalzitpartien durch ihre rötliche und gelbliche Farbe ab, auf der Photographie treten sie aber leider zu wenig hervor. Auch sonstige Bruchstücke fremder Gesteine sind mit aufgearbeitet und durch nachträglichen Druck verändert worden.

Herrn Prof. Bruhns (Clausthal) und Herrn Dr. F. Kallhardt (Straßburg) verdanke ich Mitteilungen über die einzelnen noch in diesem Gesteine vorherrschenden Mineralien, wofür ich ihnen auch hier bestens danken möchte.

Feldspat kommt in vereinzelten, total zersetzten, mit Kaolin überzogenen Fragmenten, jedenfalls aber nicht in kristallographisch begrenzten Individuen vor. Von den Kalziten ist er nur durch den Kaolinüberzug zu unterscheiden. Von Quarz finden sich nur sehr wenige, teils eckige, teils runde, meist zerbrochene Körner. Chlorit tritt in größeren Flecken und Adern in unverkennbarer Ausbildung auf. Auch die aus feinen Körnchen und Stäbchen sich zusammensetzende schlierige Masse, die im Schliffe fast ein Drittel der Fläche einnimmt, scheint aus chloritischen Zersetzungsprodukten zu bestehen. Beim Kalzit lassen sich zwei »Generationen« unterscheiden, nämlich solche in Form sekundärer Spalten, bzw. Mandelausfüllung, und solcher, der wohl ebenfalls als Ausfüllungs- und Verkittungsmaterial gedient hat, aber nachher eine heftige Pressung (bzw. Fältelung) durchgemacht hat.

In der dunklen, schiefrigen Ausfüllungsmasse, die ja hauptsächlich aus chloritischem Material besteht, ist nach Prof. Bruhns auch Serpentin und kohlige Substanz vorhanden.