

Die Melaphyerausbrüche von Buffaure.

Von Dr. Walther Penck.

(Mit Karte, 3 Profilen und 5 Textfiguren.)

1. Einleitung.

Eigenartig schön ist das Bild, das sich uns auf einer Wanderung durch das Fassatal bei Vigo erschließt. Talauf trifft unser Auge die unvergleichlich kühnen Gestalten des Langkofel, dessen Zinnen auf rasenbewachsenem, sanfterem Sockel aufruhcn. Und linkerhand türmen sich gelbliche Dolomitmäände zu der formenreichen Gruppe des Gran Cront. Aber zur Rechten gewahren wir steile, doch weniger hohe Berge mit bewaldeten Hängen, mit mattenüberzogenen Kämmen: Buffaure.¹⁾ Wo der Fels hervortritt, ist er schwarz: wir erkennen in ihm eine jener berühmten Melaphyrbildungen Südtirols. Bei Campitello wendet sich das Fassatal gegen Osten, von Westen her münden kleinere Täler, Durontal, Udaital. Sie schneiden in dieselben dunklen Gesteinsmassen ein. Die Melaphyre scheinen also über das Fassatal hinwegzugreifen und mit den Gesteinen der Seisseralm im Zusammenhang zu stehen. Bei flüchtigerer Prüfung der Abstürze von Buffaure gewahren wir als Sockel helle Kalke, unter denen, stellenweise weithin sichtbar, rötliche, feingeschichtete Komplexe ruhen. Sofort wird in uns die Vorstellung geweckt: hier liegen Lavadecken auf den Sedimenten der unteren Trias.

Doch nicht voreilig dürfen wir beim Anblick des kontrastreichen Bildes Schlüsse genetischer Art ziehen.

Steilwandig brechen die Höhen von Buffaure gegen den Avisio ab. Rings ist das Gebirge von tiefen Tälern umgeben, denen es stets dieselbe abweisende Front zukehrt. Nur im Südosten streicht von den Kämmen der südlichen Marmolata, vom Cirellezug, eine verbindende Brücke hinüber nach den Melaphyrhöhen: der Contrinpaß.

Das Gebirge bekommt durch diese orographischen Verhältnisse einen abgeschlossenen Charakter. Hat man erst an irgend-

¹⁾ Buffaure = bue fabbro (Ochsen schmied.)

einer Stelle die fast 1000 m hohen Randabstürze erklimmen, so dehnt sich vor dem Beschauer ein weites Wiesenbergland, etwas ganz Fremdartiges inmitten der ragenden Dolomitenlandschaft rundum. In stattlichem Kranze reihen sich die überaus kühn geschnittenen Felszinnen von West nach Ost: Rosengarten, Langkofel, die breite Sella, Marmolata mit ihrem Gletscher, dem geübten Auge weithin die Schrägstellung der Schichten verratend, das bunte Auf und Ab der Spitzen des Cirellezuges. In den Senken zwischen den Massiven grüßen die Firnfelder der Zentralalpen, die massiger gebauten Dolomiten des Ostens und im Süden die düstere Kette der Lagorai. Das so reiche Bild erfährt durch die begrünten Rücken in nächster Umgebung einen erhöhten Reiz. Diese bilden gleichsam eine Einheit für sich. Daß sich dies nicht nur in orographischer, sondern auch tektonischer Hinsicht bewahrheitet, werden wir später sehen.

Keineswegs tritt der Fels gänzlich zurück. Besonders im Osten und Norden bildet er auch innerhalb des Mattenberglandes Steilstufen, wechselnd mit weniger geneigten Rasenpartien. Und wo, wie am Sass da Saliceng, die Lagerung wenig gestört ist, ist der Wechsel wohlgeschichteter, dunkler Wände mit terrassenartigen Verebnungen ein höchst regelmäßiger. Daraus resultieren bastionähnliche Berge, die durch eine Gipfelplattform abgeschnitten werden. Die „Verebnungen“ an den Gehängen darf man sich übrigens nicht sanft geneigt vorstellen, sondern sie haben noch immer Böschungen bis zu 20° und mehr. Steilheit ist überhaupt ein Moment, das die Wiesenhänge auszeichnet. Besonders dort, wo weithin sichtbare Störungen die Lagen schräg gestellt haben, sind die Neigungswinkel so groß, daß das Gehen ohne Steigeisen eben noch möglich ist. Gleichwohl machen die Höhen den Eindruck, als wären sie sanft geböschet. Die Schneide ist hier die herrschende Gipfelform. Langhin dehnen sich die scharfen Kämme, in einzelnen Spitzen kulminierend. Ihre Abhänge tragen die Matten, die den Fassanern reichen Gewinn an Heu bieten. Zur Zeit der Mahd bevölkern die Bauern die zu ganzen Dörfern gruppierten Heuhütten in den breiten Senken; tagsüber sieht man sie, Steigeisen bewehrt, an den Gehängen arbeiten.

Zu den geschwungenen Kämmen stehen in scharfem Gegensatz die jähen Zacken des Sasso nero—Sasso di Rocca

im Osten des Berglandes. Schroffer als die Randabstürze von Buffaure heben sie sich aus der Landschaft hervor und gemahnen durch ihre Steilheit an die Dolomitberge, etwa den nördlich vorgelagerten Collaz, mit dem sie durch die schwarze Färbung kontrastieren. Den Felsmassen dort fehlt die Schichtung, wenn auch nicht die brecciöse Beschaffenheit. Formen, wie der Torre Dantone, der die Forca neigre östlich flankiert, fehlen dem zentralen Buffaure durchaus; sie setzen einer Untersuchung, einer Besteigung nicht unerhebliche Schwierigkeiten entgegen!

Ahnliches wiederholt sich im Westen des Gebietes. Es erreichen aber die Spitzen Cigolone—Sass de Perdafec bei weitem nicht die Höhe der Berge im Osten (Sass de Perdafec 2144 m gegen Sass nero mit 2618 m) und der Formenschatz kommt deshalb nicht so scharf zum Ausdruck wie bei diesen. Dazu kommt, daß durch die tiefere Lage die Vegetation einen erheblichen Anteil an der Verschleierung morphologischer Verhältnisse nimmt. Fast bis zum Gipfel sind die Flanken mit Bäumen bestanden und dieser Umstand schafft einen oberflächlichen Ausgleich der Gegensätze.

Widerstandsfähigere Gesteine oder widerstandsfähigere Gesteinsstrukturen bringen solche Formverschiedenheiten mit sich. Zahlreiche Fragen drängen sich dem Beschauer auf. Ihrer Lösung soll der hier unternommene Versuch gelten, die Melaphyre nach strukturellen Prinzipien zu gliedern.

Drei größere Täler durchbrechen die Randabstürze von Buffaure und gliedern das innere Hochland. Drei Karrenwege leiten auch zu den reichen Wiesengründen empor. Nach dem Nicolotale, der südlichen Begrenzung des Gebirges, senken sich die Rasenhänge, von Felspartien unterbrochen, bis nahe an den Talboden. Kleine Steige sind hier angelegt, um von den Heuhüttengruppen (Masonade, Culaut und andere mehr) zur Höhe zu leiten. Entsprechend der großen Steilheit — beträgt die Durchschnittsneigung doch 40° bis 45° — sind sie nicht ausgebaut, sondern als Treppen in die Hänge geschlagen, gleich den Stufenreihen in steiler Eisrinne. Das mag als Hinweis für die technischen Schwierigkeiten dienen, die sich der Begehung bieten. Abseits vom Wege sind die Terrainverhältnisse sogleich bedeutend schwierigere, manche Stellen in den felsigen Randabstürzen bleiben ganz unzugänglich. Darin ist

der Grund für Ungenauigkeiten, Unsicherheiten der Kartierung zu suchen, denn der größte Teil der Aufnahmearbeit wird sich naturgemäß nicht auf gebahntem Wege vollziehen.

Der geübte Geher wird indes auch die Randabstürze mit einer Durchschnittsneigung von ca. 60° in ausgedehntem Maße gangbar finden, wenn auch die Täler sich zu Schluchten eingenen, die Gräben zu Runsen und Kaminen werden, der Fels nur an einigen Stellen durchklettert werden kann. Aber gerade die tiefen Furchen des Reliefs bieten die günstigsten Aufschlüsse über den inneren Bau. Die eben erwähnte, verhältnismäßig geringe Durchschnittsneigung der Steilhänge erklärt sich aus dem Auftreten von Terrassen und Gesimsen, die ihrerseits an leicht witterbare Tuffzweischaltungen geknüpft sind. Liegen diese im Bereich der Waldgrenze, so sehen wir dort überall Bäume sich ansiedeln.

Als topographische Grundlage stand mir die ganz vortreffliche Alpenvereinskarte 1:25.000 zur Verfügung (1905). Dem Zentralausschuß des Deutsch-Oesterreichischen Alpenvereines möchte ich an dieser Stelle für sein freundliches Entgegenkommen verbindlichst danken.

Da ich mich im Gebiete schwerer vulkanischer Gesteine bewegte, unterließ ich es, die magnetischen Azimute auf astronomische zurückzuführen.

Unter allen Forschern, die das Gebiet besucht haben, hat keiner eine so unübertroffene Schilderung des Gebirges gegeben wie v. Richthofen,²⁾ der wohl als erster Geologe Buffaure betreten hat. In kühnen Zügen entwirft er ein anschauliches, genetisches Bild: „Es hat sich im Vorigen in Hinsicht auf den allgemeinen Gebirgsbau ergeben, daß die ältere Trias einen großen Kessel bildet, an dessen ringförmigen Rändern der Mendoladolomit wallartig ansteigt. Das Innere des Kessels ist mit Tuffen und massigen Gesteinen des Augitporphyr ausgefüllt, und wir haben es bereits mehrfach als den Zentralherd der vulkanischen Tätigkeit bezeichnet. Nachher wurden den Rändern des Kessels jene hohen, riffartigen Kalk- und Dolomitgebirge aufgesetzt, welche ihn in weitem Umkreis umstaren. . . .“ (S. 245.)

²⁾ F. v. Richthofen, Geognostische Beschreibung der Umgebung von Predazzo, St. Cassian und der Seisser Alpe in Südtirol. Gotha 1860.

Wird auch die Deutung der Beobachtungen eine Aenderung erfahren, so bleibt doch die Erkenntnis bestehen, daß Buffaure ein Eruptivzentrum ersten Ranges ist.

In struktureller Beziehung haben die Gesteine von Buffaure schon eine recht eingehende Musterung erfahren. Die Formenreihe, welche kompakte Laven, Primärtuffe und verschwemmtes Material (Sekundärtuffe) umfaßt, ist hier aufgestellt worden; die Uebergänge zwischen diesen Gliedern sind erkannt, das Wasser (die Ausbrüche waren submarin) als Ursache für brecciöse Strukturen in den Betrachtungskreis gezogen worden. Freilich wird den Tuffen eine allzu große Verbreitung zugeschrieben. Dagegen wendet sich schon Klipstein,³⁾ der jedoch den Breccienlaven wieder zu großes Gewicht beilegt („Primitivgesteine“). v. Richt hof en war auch nicht der bedeutende Gehalt an Kalktrümmern gewisser Breccien entgangen. Ja, Klipstein — und diese Beobachtung ist späterhin übersehen worden — bezeichnet die Kalkschollen in den Gesteinen der Greppa (Sass da Saliceng) geradezu als „mitgerissen“. Manches von weniger glücklichen Interpretationen hat kritiklos eine Aufnahme in spätere Literatur gefunden. Hieher ist die Annahme zweier Augitporphyruptionen zu stellen, die durch innige gegenseitige Durchdringung einigen brecciös struierten Laven Anlaß zur Entstehung gegeben haben sollen. Die Vorstellung, daß zahllose Gänge im Tuffplateau aufdringen und teilweise die Bergkämme zusammensetzen, also wesentlich an der Ausarbeitung des Reliefs beteiligt seien, mag hierauf basieren.⁴⁾ Um so überraschender ist die tatsächliche Armut an Gängen, die Buffaure ganz im Gegensatz zur Marmolata auszeichnet. Zufällig ist dieses Verhältnis wohl nicht. Auch in Predazzo ist die Zahl triadischer Gänge gering. Erst in einiger Entfernung: im Agnellogebirge, im Latemar, häufen sie sich ganz außerordentlich. In nächster Nähe des Eruptivzentrums ist offenbar kein Anlaß zur Gangbildung gegeben. Ist der alte Weg zur Erdoberfläche durch erstarrte Massen verlegt, so werden nachdringende Magmen schon in

³⁾ A. v. Klipstein, Beiträge zur geologischen und topographischen Kenntnis der östlichen Alpen. Gießen 1875, Bd. II, S. 60.

⁴⁾ E. v. Mojsisovics (Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien. Wien 1879) bemerkt S. 364 gleichfalls — unter Berufung auf v. Richt hof en und C. Doelter — daß Gänge zahlreich seien.

einiger Tiefe divergierende Wege einschlagen und sich besonders in einer gewissen Entfernung der vulkanischen Oeffnung an der Erdoberfläche häufen.

Die wenigen Ausführungen über Buffaure, die wir bis jetzt kennen gelernt haben, sind Werken entnommen, die ein großes Gebiet umspannen. Daß da für das kleine Gebirge nicht allzuviel Aufmerksamkeit abfiel, ist fast selbstverständlich. Anders verhält es sich jedoch mit den Untersuchungen von M. Ogilvie-Gordon.⁵⁾ Die gänzlich geänderte Konzeption, die uns hier entgegentritt, so gedankenreich sie ist, dürfte vor allem wohl auf ungenügenden Beobachtungen im Felde beruhen.

Nur schwer konnte ich angesichts der weiten, wohlgeschichteten Tuffgebiete der Auffassung der Forscherin folgen, die in all diesen Bildungen intrusive Produkte erkennen will. Wenn wir an die Westabfälle von Buffaure steigen, um Ogilvies Lagergangbasis (S. 44) zu sehen — dieselbe Fläche, die v. Richthofen, v. Mojsisovics als Unterlage der Laven angesprochen haben — so werden wir erstaunen, senkrecht aufsetzende Kontaktflächen wahrzunehmen! Die Breccienlaven werden bei Ogilvie zur Reibungsbreccie, entstanden, als das noch nicht völlig starre Magma zwischen die in Wehen zuckenden Gebirgsschollen eingepreßt wurde. Das Alter der Laven rückt damit ins Tertiär. Dementsprechend wird auch die Tektonik eine äußerst komplizierte, denn der Melaphyr ist auf tertiären Brüchen aufgedrungen (S. 75) und er ist, wie ich durchaus bestätigen kann, seinerseits von Verwerfungen betroffen worden. Zu dieser verwickelten Tektonik gehören unter anderem die großen Ueberschiebungen. So ist schon die „Intrusion“ des Porphyrites auf solcher Fläche vor sich gegangen. (S. 87.) Im Norden des Gebirges soll es solcher Störungen eine ganze Menge geben. Ja, auch der eine große Kontakt des Sasso nero-Ausbruches wird sogar als trefflichstes Beispiel einer aufgeschlossenen Ueberschiebungsfläche abgebildet.⁶⁾ Freilich kann das Bild täuschen, wenn man es nur

⁵⁾ M. Ogilvie Gordon, The geological structure of Monzoni and Fassa. Transactions of the Edinburgh. Geol. Soc. 1902/03, Bd. VIII.

⁶⁾ M. Ogilvie-Gordon, The thrust masses in the western District of the Dolomites. Transactions of the Edinburgh. Geol. Soc. 1910, Bd. IX, S. 80.

von Westen her betrachtet. Auf der Ostseite des Gebirges setzt dieselbe Kontaktfläche an 500 m senkrecht zur Tiefe. Damit habe ich indes schon die Besprechung des letzten Werkes von Ogilvie-Gordon⁶⁾ begonnen. Es enthält die Ueberschiebungstheorie in noch viel weitgehendem Umfang. Diesen Ideen Ogilvies kann kein kritischer Forscher mehr zustimmen. Ich darf es mir versagen, näher auf das genannte Werk einzugehen, da Mrs. M. Ogilvie-Gordon die Freundlichkeit hatte, mir persönlich mitzuteilen, daß sich eine Revision ihres Beobachtungsmateriales als notwendig erwiesen habe.

2. Die Sedimente.

Sedimentäre Ablagerungen sind im ganzen Buffaure verhältnismäßig wenig am Gebirgsbau beteiligt. Von den Werfener Schichten bis zum Marmolatakalk finden wir die Trias in mehr oder weniger typischer Ausbildung vertreten. Das vollständigste Profil tritt uns an der Südostseite des Collaz, am linken Gehänge des Contrintales, entgegen. Die Aufschlüsse im Sumelatale sind indes geeigneter, die Entwicklung der unteren Trias zu studieren.

Werfener Schichten-Muschelkalk.

Am Ausgange des Nicolotales bei Pozza di Fassa mündet die tiefe Sumelaschlucht. Der Bach hat sein Bett durch seinen eigenen Schuttkegel und auch durch die Alluvionen des Nicolobaches geschnitten. Unter der Schuttbedeckung kommen rötlichgraue Werfener Schichten mit ziemlich geringer Störung der Lagerung zum Vorschein. Die tieferen Horizonte des Gesteinskomplexes sind nicht mehr aufgeschlossen. Die vollständige Serie vom Liegenden, den gipsreichen Bellerophon-schichten, bis zur anisischen Stufe treffen wir am Contrinpaß an. Dort, im obersten Nicolotal, treten stark gefältelte Bellerophon-schichten in den „Marmolade“ zutage, über ihnen die Glieder der skytischen Stufe.⁷⁾ Nur letztere fallen in den Bereich meiner Karte.

Verfolgen wir den Sumelabach aufwärts, so gelangen wir aus den dünn-schichtigen Gesteinen mit besonders zahlreichen

⁷⁾ G. v. Arthaber, *Lethaea geognostica* Trias. S. 224.

Myacites fassaensis und *Myophorien* in dickbankigere, graue Komplexe, über denen wieder rote Schichten hervortreten. Hier fand sich nebst *Myophoria costata* auch *Cyclozoon Philippi*.⁸⁾

Die plattigen, grauen Kalke des Hangenden dürften schon in die anisische Stufe zu stellen sein. Dieser Horizont ist scharf gesondert von den rötlichen, *Naticella costata* führenden, glimmerreichen Campilerschichten darunter. Am ganzen Westrande von Buffaure, wo Sedimente zutage treten, läßt sich das Niveau, von Salomon⁹⁾ „Alpiner Muschelkalk“ genannt, nachweisen. Ueberall bildet er das Liegende der hellen, dichten Dolomite darüber. Dieses Verhältnis ist um so bemerkenswerter, als an der mächtigen Dolomitwand westlich über Alba diese Zwischenschichten fehlen. Salomon⁹⁾ bildet das Profil ab. Es scheint, daß diese Ausnahme auf tektonische Momente zurückzuführen ist. M. Ogilvie-Gordon¹⁰⁾ sprach sich zuerst dahin aus. Die Scholle von Alba ist, wie ich noch zu zeigen haben werde, in der Tat ein Rest einer Uberschiebungsdecke.

Verfolgt man an der Westseite des Gebirges die Sedimentzone unter den Laven — auf die Beziehungen zu den Melaphyren darüber gehe ich später ein — gegen Norden, so taucht sie mählich ganz unter die Alluvionen des Avisio. Abgesehen von kleinen Störungen, wie im Sumelatale selbst, wo entlang einem Bruch mit ungefähr NW-Streichen die Schichten jäh zur Tiefe schießen, stellenweise sogar überschlagen sind, fallen die Glieder der unteren Trias im allgemeinen gegen Nordnordost. Ihre Verlängerung trifft die gleichen Horizonte am westlichen Gehänge des Avisiotales in Ciampedia und der Larsecgruppe. Dieser Umstand deutet darauf hin, daß Buffaure und Rosengarten durch keine tektonische Linie voneinander getrennt sind.¹¹⁾ Nehmen wir hiezu noch den Zusammenhang der Schich-

⁸⁾ A. Wurm, Untersuchungen über den geologischen Bau und die Trias von Aragonien. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1911, Bd. LXIII, S. 127.

⁹⁾ W. Salomon, Geologische und paläontologische Studien über die Marmolata. Palaeontographica 1895, Bd. XLII, S. 13. — Marmolata 1895, S. 14.

¹⁰⁾ M. Ogilvie-Gordon, Monzoni and Fassa, S. 88.

¹¹⁾ Siehe: E. v. Mojsisovics, Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien. Wien 1879, S. 367.

ten am Ausgang des Nicolotales mit der Vallaccia im Süden, so haben wir damit die einzigen Stellen kennen gelernt, an denen Buffaure von den umgebenden Gebirgen nicht auch in tektonischer Hinsicht getrennt ist.

In ausgezeichneter Weise ist im Sumelatal die Auflagerung des

Mendeldolomits

sichtbar. An sein Hervortreten ist die Enge der Schlucht, die bedeutendere Neigung des Bachbettes geknüpft. Das Gestein hat seine Schichtung vollkommen verloren und ist in petrographischer Hinsicht von bemerkenswerter Dichte. Der Charakter bleibt bis zu den hoch oben sichtbaren hellen Felsen derselbe. Von dem genannten Tale streicht das Gestein ansteigend gegen SO, wo unterhalb Cigolon, scharf absetzend, die Kalkwand ansteigt. Nach Norden verfolgen wir den Mendeldolomit aus dem Sumelatal, wo er zunächst verworfen und gegen Süden abgelenkt ist, talauf, und sehen ihn sich mit seiner Unterlage immer tiefer gegen den Avisio zu senken. In der Breite von Mazzin bis Fontanazzo sind nur noch einzelne Trümmer, Schollen von unterer Trias unter den Melaphyren zu beobachten. Dabei ist auffallend, daß das Hangende, die vulkanischen Gesteine, ganz verschiedene Niveaus der Sedimente abschneiden. So liegt der Melaphyr genau östlich Campestrin auf einer Schichtfläche des „Alpinen Muschelkalkes“, Mendeldolomit kommt gar nicht mehr zur Entwicklung. Diese Verhältnisse werden uns klar in dem Moment, in dem wir durch eine Runse aufwärts steigen und sehen, daß der brecciös struierte Melaphyr senkrecht aus der Tiefe aufsetzt; daß die untersuchte Scholle, die jenseits des Avisiotales ihre Fortsetzung findet, ein Denudationsrest der Wandung einer Eruptionsspalte ist. Der Kontakt streicht, mit großer Steilheit aufsetzend, ungefähr parallel dem Avisiotale. Doch soll der Beschreibung der Eruptionsspalte nicht vorgegriffen werden.

Mendeldolomit finden wir außer in den Profilen am Collaz, der Südseite des Sasso di Rocca und überhaupt in der Umgebung des Contrinpasses als höchste Krönung der dortigen Sedimente, in abnormer Lagerung noch im Norden des Gebirges. Hier sind es einzelne Schollen des sehr charakte-

ristischen Gesteins, ähnlich der von Alba. Besonders südlich Gries weckt das Vorkommen unser Interesse. Es liegt unmittelbar auf Melaphyr, hat eine prächtig aufgeschlossene Auflagerungsfläche, wie ich vorgreifend sagen kann: Ueberschiebungsfläche. Sehr merkwürdig sind innerhalb dieser Scholle Partien mit regelmäßig gebauten Löchern. Da diese eckig, scharfkantig umsäumt sind, eine bestimmte Größenordnung nicht übersteigen, fallen die Blöcke um so mehr ins Auge. Entweder sind die Höhlungen langgestreckt (5 mm) und flach, oder etwas kürzer (ca. 3 mm) oder sie führen schließlich als rechteckig umsäumte Röhren ins Innere (ca. 2:3 mm). Die Scharfkantigkeit der herausgewitterten Körper ist bemerkenswert. Eine Bestimmung ist nicht möglich; sind es Algen? Tentakulitenähnliche Gebilde?¹²⁾ Anorganisches? An anderer Stelle fanden sich solche Reste nicht; auch habe ich sie nirgends sonst in den Dolomiten beobachtet.

Als letztes Vorkommen von Mendoldolomit wären die in Melaphyrbreccien eingestreuten, zum Teil erheblich großen Blöcke zu nennen, die in bestimmtem Niveau am Massiv des Sass da Saliceng liegen. Neben Werfener Schichten, „Alpinem Muschelkalk“ und dem Dolomit kommen auch Trümmer von Buchensteiner Knollenkalken vor.

Buchensteiner Schichten.

Salomon¹³⁾ hat im angrenzenden Marmolatagebiet die Buchensteiner Knollenkalke als Zwischenschaltung zwischen Mendoldolomit und Marmolatakalk nachgewiesen. Es ist nicht wunderbar, daß dieser Horizont auch in Buffaure wiederkehrt. Zumal am Collaz, dem Gegenstück des Vernelzuges, auf der linken Seite des Contrintales, sind sie ausgezeichnet entwickelt. An den Gehängen des Berges, gegen die Ciamp de Mez genannte Einsenkung, treffen wir das vollkommenste Triasprofil: Werfener Schichten, Muschelkalk, Mendoldolomit, Buchensteiner Schichten, Marmolatakalk fallen ziemlich steil gegen Nordwest. Auf der Südseite wird die ganze Folge von Melaphyrbreccie abgeschnitten. An den Mendoldolomit ist ein

¹²⁾ Auch im Inneren großer Blöcke findet man nur Röhren. An einer der Wandungen eines solchen vierseitigen Querschnittes konnte ich eine horizontale Riefung erkennen.

¹³⁾ W. Salomon, Marmolata, 1895, S. 16.

steiler Aufschwung des Bergprofils geknüpft, die Buchensteiner Schichten treten in einer Art Verebnung zutage. Sie beginnen mit dünnschichtigen Plattenkalke, in deren unterem Teil Kieselknollen als Charakteristikum auftreten. Nach oben wird der wohl 20 m mächtige Komplex durch dicker geschichtete Knollenkalke abgeschlossen. Auch sie sind fossilarm oder -leer. Der Gehalt an Kieselsäure tritt zurück, die Knollen bestehen aus festem Kalk, die gleichsam umflossen werden von grünlichen Fasern eines dichten Bindemittels. In dieser Ausbildung stehen die Buchensteiner Schichten auch im Sumelaprofil an. Darauf muß ich etwas näher eingehen. Haben wir im Aufstieg entlang dem Bach die kleine Störungsline (S. 28) passiert, zu der die Werfener Schichten von Westen her einfallen und zu der sich der „Muschelkalk“ in überstürzter Falte von Osten her senkt, so treffen wir talauf den Mendeldolomit mit seiner Unterlage mit nur leichtem W-Fallen. Gangförmiges Aufsetzen von Melaphyrbreccie (Streichen N 60° W) am Westfuße der Dolomitwände weist uns schon auf die eigenartigen Verhältnisse hin, die sich uns nach kurzem Weitersteigen offenbaren. Die Sedimente sind durch Melaphyr abgeschnitten, dessen Kontakt sich steil gegen Westen unter die Trias senkt. Zu beiden Seiten der Schlucht steigt er senkrecht auf. Ihm folgen wir, um langgestreckte Bänke von Knollenkalke zu erreichen, die, auf dem Mendeldolomit liegend, gegen SW fallen. Auf der Bergseite, also gegen NO, sind die Schichten gegen den Melaphyrkontakt abgebogen. Ein Verfolgen der Schichten im Streichen überzeugt uns von ihrem rein lokalen Auftreten. Die Lagerung noch unübersichtlicher zu gestalten, finden sich zu beiden Seiten des engen Tales in gleicher Höhe verschiedene Komplexe: rechts Knollenkalke mit grünlichen Fasern, links rein weiße Plattenkalke, die in das oberste Niveau der anisichen Stufe gehören dürften. Der Dolomit steigt über diese Vorkommen, sie aber nicht überlagernd, beträchtlich gegen NW und SO an und behält seine Beschaffenheit — wie schon erwähnt — bei, so daß nichts hindert, ihn in seiner gesamten Mächtigkeit zum Mendeldolomit zu stellen. Es scheint, daß die Buchensteiner Schichten im Sumelatale dank der verwickelten Tektonik in der Nähe der Ausbruchstelle ihre heutige Position erhalten haben. Der Ge-

danke, daß die Schichten auskeilen und weiterhin in dolomitischer Fazies entwickelt seien, entbehrt der Begründung. Störungen t e k t o n i s c h e r Art möchte ich für das Vorkommen verantwortlich machen.

Am ganzen Abhang von Buffaure gegen das Avisiotal scheinen die Buchensteiner Schichten zu fehlen. Die Lagerungsverhältnisse, die ich S. 28 angedeutet habe, erklären dies hinlänglich; eine stratigraphische Lücke oder eine Ausbildung in dolomitischer Fazies anzunehmen, liegt gar kein Anhaltspunkt vor. Die Sedimentreste weichen im Avisiotal nirgends bis in das Niveau der Buchensteiner Schichten (soweit Buffaure in Betracht kommt). Die hellen Wände, die östlich über Pera über den Dolomitwänden als breiter Streifen zutage kommen, haben eine ganz andere Entstehungsgeschichte und sollen unter den vulkanischen Bildungen beschrieben werden.

Mojsisovics¹⁴⁾ erwähnt aus dem Nicolotal Buchensteiner Schichten; auf dieser Beobachtung beruht die Horizontierung der hangenden Kalkwände, auf denen die Alpe Buffaure liegt. Schon eine Betrachtung der Mächtigkeit (zirka 500 m) dieser hellen Massen, die das schöne Nicolotal nördlich überragen, muß dazu führen, die Kalke in das Niveau des Marmolatakalkes zu stellen. Ein kleiner Fetzen von Knollenkalken an den nördlichen Abhängen des Varozuges (linke Flanke des Contrintales) wird Anlaß zu interessanten tektonischen Darlegungen geben (S. 70).

Marmolatakalk.

Das höchste Sedimentgebilde der Trias, das am Aufbau von Buffaure beteiligt ist, ist der Marmolatakalk. Diese Kalkablagerung ist in ausgezeichneter Weise von Salomon¹⁵⁾ beschrieben worden. Ich kann mich hier auf die dort eingehend erörterten Verhältnisse beziehen, da auch in Buffaure die Sedimente, die über den Buchensteiner Schichten liegen, Kalke und keine Dolomite sind. Ganz besonderes Interesse verdient der Absturz des Gebirges gegen Süden. In breitem Streifen senkt sich hier der Marmolatakalk in das Nicolotal und bildet hier die wirkliche Unterlage der Melaphyre.

¹⁴⁾ E. v. Mojsisovics, Die Dolomitriffe, S. 366.

¹⁵⁾ W. Salomon, Marmolata, 1895, S. 21.

Die Auflagerungsfläche ist eine wohl ausgebildete Terrasse, auf der einzelne Almen, wie Buffaure alto und Anterfos liegen. Die Kalkwände sind grob geschichtet.

Das zweite Vorkommen ist die zackige Gipfelkrone des Collaz, jenes Felsmassivs, das den Eingang ins Contrintal beschirmt.

Es konnte nicht meine Aufgabe sein, diese Sedimente bezüglich ihrer Genese zu untersuchen. Das Hauptgewicht meiner Studien erstreckte sich auf die vulkanischen Bildungen, deren Gliederung versucht werden sollte. Es genügt daher an dieser Stelle, das Niveau des Marmolatakalkes festzustellen und die in Buffaure entsprechend horizontierten Schichten ihm zuzuordnen.

Der Marmolatakalk ist von Salomon¹⁶⁾ dem Schlern-dolomit altersgleich gesetzt worden. Konsequenterweise stellt er die hangenden Laven, das heißt die Laven, die als Fazies auf die Kalkbildungen übergreifen, in dieselbe Altersstufe. Es ist indes nicht ausgeschlossen, daß die unteren Partien des Marmolatakalkes noch einen Teil des Buchensteiner Niveaus umfassen, wenn man berücksichtigt, daß die Buchensteiner Schichten vielleicht wirklich teilweise in kalkiger, resp. dolomitischer Fazies ausgebildet sein können. E. v. Mojsisovics¹⁷⁾ nimmt zum Beispiel solche Verhältnisse für den W-Abfall von Buffaure an. Wie schon erwähnt (S. 31), scheint es, daß die hellen Wände dort über dem Mendeldolomit irrtümlich als Buchensteiner Dolomit gedeutet wurden. Sind die vulkanischen Produkte altersgleich mit den Kalken des Marmolataniveaus — im Laufe der Untersuchung wird sich zeigen, inwieweit dies zutrifft —, so würden demnach die unteren Glieder der Laven und Tuffe bis in das Buchensteiner Niveau hinabreichen!

Eine eigenartige Bildung bin ich geneigt, dem Marmolatakalk anzureihen, obgleich M. Ogilvie-Gordon¹⁸⁾ auf ihrer Karte die betreffenden Stellen mit der Farbe des Mendeldolomits anlegt. Ich meine die Kalke, die Mojsisovics¹⁹⁾ als Riffzungen betrachtete. Am Sass da Dam beginnt ein Zug

¹⁶⁾ Marmolata, 1895, S. 59.

¹⁷⁾ Dolomitriffe, S. 367.

¹⁸⁾ Monzoni and Fassa, 1902.

¹⁹⁾ Dolomitriffe, 1889, S. 365.

autochthoner Kalke mitten in Laven und Breccien und erstreckt sich gegen Osten bis zu dem Brunec genannten Aufschwung des Kammes. Die schmale, helle Schicht ist dem Berge nicht etwa aufgesetzt, sondern fällt mit den liegenden und hangenden Melaphyren steil gegen Nordost ein. Die Unterseite der Kalkplatte — das Gestein braust mit Salzsäure — schmiegt sich der unebenen, durch vorspringende Blöcke rauhen Oberfläche des Melaphyrs an. Die Oberseite der Platte dagegen ist von Melaphyrtrümmern durchsetzt. Kalkstücke gehen in die konkordant aufliegende, schwarze Breccie hinein, so daß man angesichts dieser Auflockerung durch vulkanisches Material an intrusive Vorgänge denken möchte. Während die Kalkschicht nach W zu auskeilt, schwillt sie auf der Spitze des Sass da Dam beträchtlich an und steht nahezu senkrecht. Das Gestein ist durch Eisenoxyd rötlich gefärbt und hat stellenweise infolge der oben geschilderten Beziehungen zum Melaphyr brecciöse Struktur. Nordöstlich unter dem Gipfel setzt sich das Gebilde fort. Die hangende Schichtfläche fällt mit dem Gehänge zusammen, so daß das Vorkommen hier außerordentlich breit aussieht. Mit einer Unterbrechung von ca. 250 bis 300 m erscheint die Schicht am Brunec wieder. Das Fallen ist geändert (Nordnordost), die Scholle nicht so stark gestört wie am Sass da Dam. Das Anschmiegen an die steilgeneigte Unterlage ist wieder ausgezeichnet zu beobachten, die Oberseite ist weniger zertrümmert. Durch vulkanische Kräfte emporgerissen kann der Horizont linsenförmig zwischengeschalteeter Kalke wohl nicht sein. Sie dürften tatsächlich das Ergebnis einer Sedimentation während einer vulkanischen Ruhepause darstellen. Mojsisovics²⁰⁾ hat diese Pause sogar mit derjenigen zu identifizieren versucht, in der die Marmolatariffzunge am Fedajapaß entstanden sei. Für die autochthone Sedimentation spricht vor allem das Anschmiegen an die Unterlage, die wenig schwankende Geringmächtigkeit von ca. 2 m und die weite Verbreitung der Kalke trotz der lokal beschränkten Ausdehnung der Gesteinslinsen. Wir finden nämlich auch am Bel Col und am Su l'Aut dieselbe Schicht wieder, an beiden Punkten steil gestellt, an beiden Punkten aber mit dem charakteristischen,

²⁰⁾ Dolomitriffe 1879, S. 365.

petrographischen Habitus und Lagerungsform. Auffallend ist der Mangel jedweder Fossilien! Die Altersstellung muß daher auf Grund weiter ausholender Betrachtungen festgelegt werden. Der Südfuß des Sass da Dam schneidet bei ca. 2000 m die Auflagerungsfläche der Melaphyre auf Marmolatakalk. In 500 m mächtiger Folge steigen die Laven und Breccien darüber an, um gleichsam gekrönt zu werden von den autochthonen Kalken. Fassen wir vorgreifend die Laven als sicher gleichaltrig mit dem Marmolatakalk auf, so muß die schmale Sedimentscholle hoch oben ein Äquivalent höherer Horizonte des Marmolatakalkes sein. Es ist schwer zu entscheiden, welches speziellere Alter wir den geringmächtigen Kalken geben wollen. Ich lasse die Frage offen und stelle nur fest, daß wir im Bereich der ladinischen „Tuffazies“ von Buffaure eine Zeit der Sedimentation nachweisen können.

Diagenetische Vorgänge müssen unsere Kalke in hohem Maße betroffen haben. Der Fossilmangel würde indes dadurch nicht völlig erklärt. Werden wir auch nicht gerade Korallen oder Diploporen erwarten, um hier eine Zeit transgredierender Riffbildung wiederzuerkennen, so müßte man doch hoffen dürfen, irgendeine Spur organischen Lebens anzutreffen. Man könnte daran denken, in den Kalken Derivate der benachbarten „Riffe“ zu erblicken, die sich in Mulden der Melaphyroberfläche angesammelt hätten. Dagegen spricht der Mangel breccioöser Struktur im Inneren der Kalklinsen und die recht große Entfernung von diesen Riffen (Bel Col, Su l'Aut!).

Eine völlig befriedigende Erklärung für die Entstehung unserer Kalklinsen finden wir in den Tatsachen, die durch die Challenger-Expedition bekannt geworden sind und die E. Sueß²¹⁾ zu einer so glücklichen Rifftheorie ausgebaut hat. Einem Regen gleich sinken an allen Stellen des Meeres winzige Kalkschälchen abgestorbener Organismen, zum Beispiel Foraminiferen, zu Boden. In großen Tiefen werden sie bis auf unlöslichen Rückstand gelöst, auf Aufragungen des Meeresbodens oder in seichtem Meere sammeln sie sich an und häufen mächtige Schichten auf, falls die Zeit für diesen Vorgang ausreicht. Das Meer, in dem die triadischen Laven und Tuffe

²¹⁾ E. Sueß, Antlitz der Erde, Bd. III, 2., S. 366.

erumpierten, war seicht. In Ruhepausen vulkanischer Tätigkeit mögen von den Rändern her die Organismen nach den Gebieten vulkanischer Ablagerungen eingewandert sein; es wird aber auch der Regen von Kalkschälchen ungestört den Melaphyrboden erreicht und zu einer Ansammlung an geeigneten Stellen geführt haben. Dieser Boden ist uneben; die entstehende Kalkschicht wird also nicht gleichmäßig über ihn transgredieren, sondern es müssen zunächst Auskleidungen entstehen, wie es uns ja der erste, ruhig fallende Schnee so deutlich vor Augen führt. Das nicht zusammenhängende, linsenförmige Auftreten der Kalke erklärt sich derart ganz ungezwungen. Nun kommen erneute Ausbrüche. Sie bringen starke Bewegung für den gesamten Ablagerungsbereich der Laven oder Breccien. Kein Wunder, daß die noch keineswegs verfestigte Kalkschicht oberflächlich aufgewühlt wurde, daß Melaphyrbrocken in sie einsanken, daß Kalkfetzen in die Breccien eingebacken wurden. So werden uns die Unregelmäßigkeiten an der Scholle des Sass da Dam nicht mehr fremdartig anmuten. An intrusive Phänomene, gegen die auch der Mangel kontaktmetamorpher Einwirkung spricht, können wir gar nicht mehr denken, wiewohl der erste Anblick der Hangend-schichtfläche gerade dazu verleitet.

3. Der Melaphyr.

In buntestem Wechsel treten uns in Buffaure die verschiedensten Ausbildungsarten des Melaphyrs entgegen. Eine ganze Reihe von Strukturformen ist schon früher erkannt worden, ohne eine weitere Verwertung gefunden zu haben. So sehen wir denn auf der letzten detaillierten Karte des Gebietes im Maßstab 1:25.000 noch immer ein einheitliches Rot die Fläche von Buffaure überdecken.²²⁾

Diese Einförmigkeit mag bestehen, sobald die Gesteine einer petrographischen Untersuchung unterzogen werden. Aber selbst dafür besitzen wir zu geringe Anhaltspunkte. Nur wenig Aufmerksamkeit ist unserem Gebiete von seiten der Petrographen geschenkt worden. Spärliche mikroskopische Untersuchungen einzelner Geologen liegen vor.

²²⁾ M. Ogilvie-Gordon. Monzoni and Fassa, 1902.

Unsere Kenntnis des Melaphyrs von Buffaure geht vor allem auf F. v. Richthofen²³⁾ und G. Tschermak²⁴⁾ zurück. Beide Forscher haben das Gestein als „Augitporphyr“ beschrieben, in dem als vorherrschende Gemengteile Labrador und Augit auftreten. Zahllose mineralogische Varianten ließen sich feststellen. Und zwar fanden diese Glieder eine Anordnung zu einer kontinuierlichen Reihe, die zu „Melaphyr“ überleitet. Nach Richthofen soll dieses Gestein vor allem aus Hornblende²⁵⁾ und Oligoklas bestehen und, wie auch Tschermak meint, das saure Endglied der Reihe sein. „Melaphyr“ sei das Gestein, das die Gänge des Marmolatagebietes im weiteren Sinne zusammensetzt; für Buffaure verliert es an Bedeutung: Hornblende ist weder früher noch später als wesentlicher Gemengteil erkannt worden, selbst in den genannten Gängen ist ihr Auftreten ein durchaus beschränktes. Der Begriff „Augitporphyr“ in der älteren Literatur, den G. Tschermak noch näher durch den Kieselsäuregehalt (48% SiO₂) charakterisiert hat, fällt wohl mit dem zusammen, was wir heute Melaphyr nennen. Hat ja schon Tschermak die Zugehörigkeit der Gesteine zur Basaltfamilie erkannt! Wir nennen Melaphyr die mesozoischen, basischen Gesteine, die wie der Basalt durch die Mineralkombination Augit-Plagioclas-Olivin ausgezeichnet sind. Bei einer nicht zu scharfen Betonung des Olivinegehaltes, der ja großen Schwankungen unterliegt, werden wir wohl berechtigt sein, die gesamten in Frage kommenden Gesteine dem Melaphyr zuzuordnen.

Die etwas schwankende Basizität, die auf verschiedenen Olivinegehalt, etwas verschiedene Zusammensetzung der Plagioclas und auf den stark wechselnden Verwitterungsgrad zurückzuführen ist, wird nicht hindern, die geologische Einheit aller in Betracht kommenden Gesteine — worauf besonders De Lapparent hinwies — durch die einheitliche Namengebung zum Ausdruck zu bringen.²⁶⁾ Ich

²³⁾ Richthofen, Predazzo, 1860.

²⁴⁾ G. Tschermak, Die Porphyrgesteine Oesterreichs. Wien 1869.

²⁵⁾ Nach Tschermak, Oligoclas + Augit.

²⁶⁾ C. Doelter (Ueber die mineralogische Zusammensetzung der Melaphyre und Augitporphyre Südtirols. Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien 1876, S. 289—308) verwirft die mineralogische Scheidung beider Gesteinstypen.

glaube aber, daß von petrographischen Gesichtspunkten aus eine Gliederung des mächtigen Südtiroler Lavenkomplexes wohl möglich sein dürfte; vor allen Dingen fehlt es noch an Analysen.

Melaphyre von Buffaure sind nur wenige beschrieben worden. Vom Sasso di Mezzodi wird von Doelter²⁷⁾ ein „Augitporphyr“ mit Olivinegehalt untersucht. M. Ogilvie-Gordon²⁸⁾ erwähnt serpentinierte „Porphyrite“ vom rechten Fassatalgehänge, an dem die petrographischen Verhältnisse analog sind denen des nördlichen Buffaure. Serpentin ersetzt nach M. Ogilvie-Gordon alle gefärbten Silikate: also Augit und Olivin. Der ist häufig schon gänzlich in Eisenoxyd verwandelt.

Gesteine des Sumelaausbruches.²⁹⁾

Wollen wir nun die verschiedenen Strukturformen des Melaphyrs kennen lernen, so müssen wir vor allen Dingen die Ausfüllung der Eruptionszentren scheiden von den Ablageungsgebieten.

Den tiefsten Einblick in das Melaphyrgebirge erschließt uns das Sumelatal. In enger Schlucht erreicht man dort (S. 30) den senkrecht aufsetzenden Kontakt zwischen Melaphyr und Mendeldolomit. Das schwarze Gestein hat porphyrische Struktur und behält sein dichtes Gefüge überall dort, wo es beiläufig unter der Isohypse von 1600 m zutage kommt. Am Kontakt, der in höchst unregelmäßiger Weise verläuft, durch Apophysen gelappt ist, sind überall Trümmer des Kalkes, respektive Dolomites in das Magma aufgenommen worden. In allen Größenordnungen finden wir diese Schollen bis herab zu mikroskopischen Einschlüssen. Es ist das Sediment zertrümmert, völlig in Stücke aufgelöst worden. Dies deutet auf die große Kraft des Ausbruches hin. Die kontaktmetamorphe Einwirkung ist dagegen verschwindend. Makroskopisch ist so gut wie gar nichts zu sehen, wenn man die Verfärbung in der Umgebung der Melaphyrtrümmer außer Be-

²⁷⁾ C. Doelter, Bemerkungen über die Tuffbildungen in Südtirol. Neues Jahrb. f. Min. 1873, S. 569.

²⁸⁾ Monzoni and Fassa etc. 1902, S. 54, 56.

²⁹⁾ Ich nenne diese Ausbruchsstelle nach dem großen Tal, das sie durchschneidet.

tracht läßt. Diese dürfte mit der Verwitterung der Eisensilikate zusammenhängen; Eisenoxyd und Hydroxyd sind in den porösen Kalk eingesickert. Im Dünnschliff erst gewahrt man das größere Korn des Dolomits, das schon wenige Millimeter vom Kontakt in die normale Größenordnung zurückgeht. Richthofen,³⁰⁾ Tschermak³¹⁾ ist diese minimale Kontaktmetamorphose aufgefallen und sie betonen diesen Umstand auch besonders für die Gänge der Marmolata („Melaphyr“ nach Richthofen.³⁰⁾ Dies Verhältnis ist übrigens keineswegs auf die Marmolatagegend beschränkt, sondern findet sich an allen jenen Stellen Südtirols, die durch Ausbrüche ausgezeichnet sind, zum Beispiel Latemar, Mt. Campo³²⁾ u. a. m.

Unmittelbar am Kontakt ist der Melaphyr brecciös, das heißt eine porphyrische Masse von zersetzten Plagioklasen in feinen Nadelchen (fluidal angeordnet), von Augit und viel Olivin umschließt Trümmer von derselben Zusammensetzung. Es sind also wohl schon erstarrte Gesteinspartien wieder mitgerissen, dabei gar nicht oder nur unvollständig resorbiert worden, wie aus den mehr oder weniger scharfen Umrissen der Einschlüsse hervorgeht. In geringer Entfernung vom Kontakt verliert der Melaphyr diese Beschaffenheit. Plagioklas, der Andesinfamilie angehörig, wird zum herrschenden Gemengteil. Aller Augit und Olivin, beide in Kristallen, sind in Calcit verwandelt. Es scheint danach, daß am Rande der Melaphyrmasse Pseudomorphosen von Calcit, im Inneren (S. 37) solche von Serpentin vorherrschen.

Das Eisen aus den ganz verschwundenen Eisensilikaten findet sich in der Oxyd- oder Hydroxydform überall als Flecken und Sprengel in der Grundmasse, die im übrigen durchaus aus denselben Mineralien bestand, wie die Einsprenglinge.

Dieser Melaphyrtypus mit intrusiven Phänomenen, randlich gegen das Sediment begleitet von einer Zone voll von Kalktrümmern, kommt weiter nördlich in breitester Masse zutage, die sich von Mazzin di Fassa bis in die Höhe der Felsen Doy de sora nach Süden erstreckt. Unmittelbar am Avisio an der Brücke ist die randliche Kalktrümmerzone aufgeschlossen.

³⁰⁾ Predazzo, 1860, S. 135, 1144.

³¹⁾ Porphyrgesteine, 1869.

³²⁾ W. P e n c k, Der geologische Bau des Gebirges von Predazzo. Neues Jahrb. f. Min. Beilageband XXXII, S. 297. Eine Ausnahme davon: S. 296.

Der nördliche Kontakt verläuft durch die Wälder von Do le Pale. An seiner Stelle aber streicht eine Verwerfung (III) aus dem Avisiotale auf die Höhe des Pre di S. Nicolo (ein Fall, daß ein junger Bruch einem alten Kontakt folgt!), der es zuzuschreiben ist, daß nicht nur die Melaphyrfolge, sondern auch die Sedimente noch einmal zum Vorschein kommen. Diese waren weiter südlich schon unter die Alluvionen des Avisio getaucht. Ein Analogon zum Melaphyr von Mazzin ist das Eruptivgestein des westlichen Val Buffaure.

Kehren wir in das Sumelatal zurück. Am oberen Rande der Zone, die durch in Melaphyr schwimmende Kalkschollen ohne Zahl gekennzeichnet ist, folgt eine ansehnliche Folge von Melaphyrbreccien, hellgefärbt durch Einschlüsse von Kalkbrocken. Eine Art Schichtung ist deutlich wahrnehmbar. Die Korngröße der Kalk-Melaphyrbreccie ist grob, übersteigt aber nicht eine bestimmte Größenordnung. Dadurch bekommt sie ein regelmäßiges Gefüge, das in strengem Gegensatz steht zu den ungefügten Trümmern von Kalk (respektive Dolomit) im Melaphyr darunter. Diese Breccie zieht als breites Band aus dem Sumelatale gegen Norden und bildet eine zweite Stufe heller Felswände über dem Abbruch des Mendeldolomits. Ueberall ist die horizontale, durchlaufende Schichtung wahrnehmbar. Die Auflagerung auf den Sedimenten ist nur scheinbar. Wo diese etwas mehr denudiert sind, so daß die tieferen Melaphyrbildungen bergwärts bloßgelegt werden (siehe S. 28), kommt das einheitliche, porphyrische Gestein zum Vorschein, das durch den tiefeinschneidenden Sumelabach so vorzüglich aufgeschlossen ist. Als Liegendes der Breccien müssen wir also diesen Melaphyr ansehen, nicht etwa die Sedimente. Die höchst charakteristische Höhenlage, nämlich das Zusammenfallen der Basis der Breccie mit dem obersten Horizont des Mendeldolomits darf uns nicht täuschen. Sie hängt mit der Entstehung der Breccie aufs innigste zusammen. Diese ist sicher vulkanischen Ursprungs, die Kalktrümmer und auch die vereinzelt Schollen in ihr sind aus der Tiefe emporgerissen worden. Nun deutet die Schichtung darauf, daß die ausgleichende, saigernde Tätigkeit des Wassers wirksam gewesen ist. Wir werden dadurch zu der Vermutung gedrängt — und später wird sie sich bestätigen — daß wir

am oberen Rande des Mendeldolomits auch den Rand der Eruptionsöffnung erreicht haben. Dieser Schluß gilt natürlich nur für den eben besprochenen Teil des Gebirges: den Westabfall von Buffaure zwischen Pera und Rualp (bei Monzon).

Durch die Verwerfung von Mazzin (III) rücken diese tiefsten Glieder der Sumelaeruption noch einmal in unseren Gesichtskreis. Die geschichtete Breccie (Kalk-Melaphyr) ist in ausgezeichneter Weise in der steilen Schlucht entwickelt, die von der Lokalität Pallua (östlich Campestrin) nach Do le Pale³³⁾ aufwärts leitet. Auch hier passieren wir an den unteren Teilen des Gehänges, wo die Sedimentkulissen entfernt sind, ungeschichtete Massen, bestehend aus brecciösem Melaphyr und Kalk in großen Schollen herab bis zu winzigen Partikelchen. In der Höhe des oberen Randes von Mendeldolomit aber, wo wir also bei normaler Lagerung etwa Buchensteiner Schichten antreffen sollten, legen sich an die Sedimente die geschichteten Kalk-Melaphyrbreccien (zirka 1700 m). Als Kerne treten in ihnen beträchtlich große Kalkschollen auf, die sich in verschiedenartigster Stellung befinden. Gefaltet, überstürzt, zertrümmert, zu einem Haufwerk einzelner Stücke zerrüttet, sind diese Kalke (Mendeldolomit und Plattenkalke aus dem höchsten anisischen Niveau) von gleichmäßig groben Brocken der hellen Breccie umgeben. Staunenerregend ist dies Zeugnis blinder Zertrümmerungskraft!

Noch einmal finden wir weiter nördlich kalkbrockenführende Breccien: im untersten Verlauf des Grepatales. Nur die ungeschichteten tieferen Teile des Horizontes, die intrusive Zertrümmerungszone, ist hier entwickelt. Im Karrenwege nach der Alpe Dui sind die Phänomene prachtvoll aufgeschlüsselt. Als Kerne der Kalk-Melaphyrbreccie erscheinen auch hier Sedimentschollen³⁴⁾ von größerer Ausdehnung. Das umgebende Gestein ist eine ungeschichtete Melaphyrbreccie.

³³⁾ Diese Do le Pale sind die steinigigen Weidegründe der trichterförmigen Weitung am Westabfall des Bel Col.

³⁴⁾ Bei diesen Schollen ist es auffällig, daß sich fast niemals Gesteine finden, die man mit Sicherheit den Buchensteiner Schichten zuweisen könnte. Erklärt kann dies werden einmal durch die doch unzulängliche Kenntnis der verschleppten Sedimentfetzen und durch die relative Gering-

Ganz übereinstimmend mit den Profilen, die wir bis jetzt kennen gelernt haben, finden wir die Kalk-Melaphyrbreccie, die charakteristischste Bildung des Sumelausbruches, auch südlich vom Sumelatal am Cigolon.

Die ganze Gesteinsserie steigt gegen den Ausgang des Nicolotales bedeutend an. Seine obere Grenze findet dort der Mendeldolomit bei ca. 2020 m! In vollständiger Folge liegen darunter südfallende Werfener Schichten. Das ist der Komplex der durchbrochenen Gesteine: die Begrenzung gegen SO finden sie durch einen steil aufsetzenden Kontakt gegen Melaphyr vom Typus, der S. 38 beschrieben wurde. Es folgt — scheinbar über dem Sediment — Kalk-Melaphyrbreccie, die den ganzen Kontakt von der Terrasse Pian de Largo line bis zum westlichen Buffauretal begleitet. Am Cigolon selbst erst nehmen wir wieder Schichtung wahr. Oestlich von ihm tritt der Kalkgehalt der Breccie zurück; es hat fast den Anschein, als wäre dieser Kalkgehalt an Partien geknüpft, die gangartig aufsetzen. Die Täuschung wird dadurch hervorgerufen, daß am Kamme Cigolon—Buffaure tatsächlich Melaphyrgänge aufsetzen, die unsere Breccie in einzelne Partien sondern.

Man erkennt die Uebereinstimmung aller drei Profile.

Im Sumelatal finden wir über der geschichteten Kalk-Melaphyrbreccie ungeschichtete Melaphyrbreccie. Große Brocken des dunklen Gesteins stecken in einer Grundmasse, die gleichfalls porphyrisch entwickelt ist und aus denselben Mineralien besteht. Angesichts dieser Bildung kann man die Erklärungsversuche verstehen, die Richthofen³⁵⁾ und Klipstein³⁶⁾ gaben: eine jüngere Eruption habe die älteren Massen gänzlich zertrümmert. Es ist aber nicht daran zu denken, zeitliche Unterschiede der Magmen ins Feld zu führen. Die Gleichmäßigkeit der Blockstruktur zeichnet fast alle jene Gesteinsmassen aus, die in südtiroler Eruptivkanälen stecken.

mächtigkeit der Knollenkalke. Ich fand eine einzige kleine Scholle von Kalkknollenkalk am Col de fontanive (Westabfall des Sass de Perdafec). Vorhanden waren also die Buchensteiner Schichten zur Zeit der Eruptionen, aber offenbar nur in untergeordneter Weise.

³⁵⁾ Predazzo, 1860, S. 137; es sind Richthofens Reibungskonglomerate.

³⁶⁾ Oestliche Alpen etc. II, 2, Gießen 1875, S. 64.

Das Gestein ist seinem Habitus nach vollkommen ident mit den Gangmassen von Pizmeda, westlich Monzoni, und des Mt. Campo im Latemar. Hieher gehört aber auch die ganze mächtige Füllung des

Sasso nero-Ausbruches.³⁷⁾

im Osten von Buffaure. Ungleich einförmiger sind die Gesteine dieser gewaltigen Ausbruchstelle, die in einem späteren Abschnitt beschrieben werden soll. Die Blockstruktur tritt auf deutlichste hervor, zumal an den schroffen Formen der Zackenreihe: Sass di Rocca—Sass nero, wo die Einschlüsse als runde Klötze herausgewittert sind. Die Felswände erhalten dadurch etwas Höckeriges.

Damit ist das Vorkommen noch nicht erschöpft. Schon S. 40 ist erwähnt worden, daß östlich Campestrin der Melaphyr brecciös entwickelt sei. Auch dort handelt es sich um eine ungeschichtete Eruptivbreccie vom Typus der eben besprochenen. Die Erfahrungen an den großen Ausbruchstellen weiter südlich (Mt. Campo, Pizmeda) ließen mich in diesen Bildungen sogleich Gesteine wiedererkennen, die Eruptivkanäle ausfüllen. Und in der Tat bestätigten die Untersuchungen des Kontaktes diese Auffassung. Schichtungslose, grobbrecciöse Struktur scheint charakteristisch zu sein für Gesteine, die in einem oben offenen Schlot oder nach oben offener Spalte erstarrt sind. Schwierig bleibt es, den Entstehungsbedingungen nachzugehen. Wir dürfen nicht außer acht lassen, daß die Ausbruchstellen lange Zeit hindurch der Förderung von Laven und so weiter dienten, daß Meerwasser kaum Zutritt zum Herde vulkanischer Tätigkeit hatte. Dem Wasser werden wir also direkt nicht allzuviel Wirksamkeit zuschreiben können. Wohl aber mag die Abkühlung durch das Wasser durch die Lava hindurch eine Rolle spielen. Es ist leicht denkbar, daß beim Vorgange der Eruption zähere, sogar schon feste Partien der oberen Schlotfüllung³⁸⁾ in noch völlig flüssiges Magma eingeknetet werden. Ein sehr vehe-

³⁷⁾ Benannt nach dem Berge südlich des Collaz.

³⁸⁾ Ich gebrauche hier der Kürze halber für die mannigfach gestalteten Eruptionskanäle das Wort „Schlot“. In Wirklichkeit handelt es sich eher um langgestreckte, spaltenartige Gebilde.

menten Durchkneten ist bei der großen Bewegung — auch Konvektionsströme können recht wirksam sein — höchst wahrscheinlich, so daß die Blockstruktur gleichmäßig die gesamte Gesteinsmasse durchzieht. Bei einer Förderung nach außen müßte zunächst das zähe Blockmagma austreten, dem bei weiterer Entleerung des Schlotens homogenes Magma folgt. Das Schicksal dieser Massen werden wir später zu verfolgen suchen.

Die Auffassung, daß die Eruptivbreccien ihre Struktur durch Kühlung von oben her empfangen haben, erhält eine gute Stütze durch die Tatsache, daß im Sumelatal unter der Eruptivbreccie homogene Melaphyre anstehen. Der Übergang ist ein allmählicher. Es muß aber bemerkt werden, daß die Verhältnisse im Sumelatal besonders günstige sind, weil der homogene Melaphyr aus irgendwelchen Gründen besonders hoch ansteigt. Am Sasso nero ist die Höhe des aufgeschlossenen Förderkanales nicht geringer und doch fehlen homogene Melaphyre vollständig.

Auf die Abkühlung von oben her ist also meiner Ansicht nach das Hauptgewicht zu legen. Auch die Schlotwandungen wirken abkühlend; ihr Einfluß dürfte aber verhältnismäßig gering sein. Mächtige Gänge der Marmolata, des Latemar zeigen keine Spur brecciöser Struktur. Dagegen kommen in den Werfener Schichten des Sumelatales Gänge vor, die mit gänzlich zertrümmertem Material erfüllt sind. Sie stehen in offenbarem Zusammenhange mit den Hauptmassen des Sumelaausbruches. „Die Abkühlung von oben“ läßt sich gut auf die triadische Meeresbedeckung³⁹⁾ zurückführen. Als zweiten Faktor möchte ich die heftige Bewegung des Magmas gerade an der Schlotöffnung — und in einiger Tiefe unter ihr — ansprechen, wie sie besonders bei Eintritt und Abschluß von Ruhepausen⁴⁰⁾ sich geltend macht.

³⁹⁾ Das Wasser wird ja durch Strömungen stets erneuert. Dazu kommt, daß es nicht wesentlich über 100° C erwärmt werden kann; es wird also immer ein Kühlkörper bleiben, während das durchbrochene Gestein bald erheblich erhitzt ist und als schlechter Wärmeleiter die Bedeutung als Kühlkörper verliert.

⁴⁰⁾ Bei Eintritt von Ruhepausen wird noch ein Nachdringen, aber kein Ueberfließen von Lava mehr stattfinden. Herrscht in einem Schlot dauernde Tätigkeit, wie in Predazzo, so vermischen wir die brecciöse Struktur (Porphyrit, vgl. W. Penck, l. c., S. 345) der Schlotfüllung.

Das sind Bedingungen, wie sie an vielen Punkten eines weiten Gebietes zusammentreffen können. Sasso nero, Pizmeda, Mt. Campo lagen unter der gleichen Meeresbedeckung wie Sumela; sie alle sind Ausbruchstellen der gleichen Art, sie alle sind auch erfüllt mit ähnlichen Produkten.

Für eine angenäherte Bestimmung der Eruptionsreihenfolge ist die Feststellung der Tatsache von Wichtigkeit, daß die Masse der Eruptivbreccie am Sasso nero ungleich größer ist als in der Gegend des Sumelatales. Dort spielen Gesteine mit reichlichem Kalkgehalt die Hauptrolle; ja diese haben auch nördlich vom Sumelatal, in der Gegend von Campestrin, ungeschmälerte Bedeutung, wiewohl dort die Eruptivbreccie im Gebiete des Sumelaausbruches ihre Hauptverbreitung erlangt. Es ist nicht zu erkennen, worauf dieser Gegensatz, der ja nicht in der Zusammensetzung des Magmas begründet ist, zurückzuführen ist. Wir dürfen aber erwarten, daß sich die Erscheinung auch im

Gebiete der Ablagerung.

zu erkennen gibt.

Vorerst aber ist noch der Gesteine zu gedenken, die den Sass de Perdafec zusammensetzen. Sie sind auf der Karte als Laven ausgeschieden worden, obgleich sie sich als völlig ungegliederte, ungebankte Komplexe zu 400 m Mächtigkeit türmen. Vom Cigolon zum Sass de Perdafec und weiter nach Norden bis zum Col de Siadoi bleibt das Gestein derselbe blasenarme oder -leere, feste, homogen aussehende Augitporphyrit. Nur selten gewahren wir neben der auf eine Art Plattung zurückgehenden Verwitterung zu eckigen, scharfkantigen Bruchstücken, etwas wie eine Kugelabsonderung. Auch die jähen, drohend schwarzen Felsen südlich Campitello bis nach Gries di Fassa, bestehen aus dem festen Gestein mit seiner dichten Grundmasse. Selten sind Hohlräume, in denen sich Zeolithe angesiedelt haben, häufig dagegen Spaltenausfüllungen, bestehend aus gelbem, grünem, rötlich durchscheinendem Eisenkiesel (besonders in der Umgebung der Alpe Su Cene).

Daß es sich um Laven handelt, um Decken, geht aus dem Vorkommen schmaler Tufflinsen als Zwischenschaltung hervor. Diese Tuffe, tief dunkelbraun, mit dünner Schichtung,

haben eine ausgezeichnet feine Textur. Das Material besteht aus Derivaten des Melaphyrs. Das Auftreten ist ein örtlich beschränktes, Fossile fehlen gänzlich. Auffällig ist noch der Zerfall nicht nur nach den Schichtflächen, sondern auch nach Flächen senkrecht oder doch steil geneigt dazu. Es entstehen dadurch Formen, wie sie etwa im thüringischen Paläozoikum durch Transversalschieferung zustande kommen. Der Vergleich mit den Griffelschiefen ist ein rein äußerlicher, denn hier bei den Tuffen handelt es sich um eine Frittung durch die hangenden Laven. Das Vorhandensein dieses feinsten Tuffschlammes deutet darauf hin, daß an dieser Stelle Sedimentation herrschte, während an anderem Orte Eruptionen im Meere stattfanden. Die feinsten Partikelchen, die bei submarinen Ergüssen am ehesten in der Schwebe bleiben, werden nur an den Punkten der Ruhe sich absetzen können. Begreiflicherweise finden wir ähnliche Bildungen, Tuffschlamm, in den verschiedensten Horizonten der Melaphyre eingelagert, denn zu wiederholten Malen betrafen die Ausbrüche eben nicht das gesamte Gebiet von Buffaure, sondern die entstandene Bewegung war auf kleineren Raum beschränkt. Besonders zahlreich sind solche Einlagerungen im Gebiete der geschichteten Breccien, das in kurzem geschildert werden soll. Ich erwähne im Norden die Tuffschlamm-linsen von Ciapiaa (ca. 2000 m), Col Pelos (ca. 2300 m), beide auf der Verbindungslinie: Campitello—Sass da Saliceng. Ebenso treten in Ciampaz, dem Tale zwischen Collaz und dem zentralen Buffaure, also im Westen des Gebirges, analoge Bildungen auf: an der Mendeldolomitscholle auf dem Kamme des Talschlusses, in den Breccien des O-Abhanges von Su l'Aut (ca. 2300 m) und andere mehr. Die Mächtigkeit der feinen Schichten ist meist gering, übersteigt nie den Betrag von 30 m, bleibt durchschnittlich sogar wesentlich hinter dieser Zahl zurück. Der Fundort für Tuffschlamm in den ungegliederten Melaphyren des Sass de Perdafec liegt in jener Schlucht, die von Campestrin nach Do le Pale führt (S. 40). Die Schichten stehen dort knapp über dem oberen Rande des Mendeldolomits an und bilden den Abschluß der Kalk-Melaphyrbreccie nach oben.

Verweilen wir noch einen Augenblick bei den ungliederten Melaphyren des Sass de Perdafec, um ihre Ausdehnung annähernd zu schätzen. Im Sumelatal tauchen die liegenden Gebilde, Breccien usf. steil nach dem Innern des Berges zu in die Tiefe. Dadurch steigert sich die wirkliche Mächtigkeit der hangenden Massen noch ganz erheblich. Sie legen sich als Decken über einen Teil der Sumelaausbruchsstelle und es hindert natürlich nichts, ihre ursprüngliche Verbreitung zu beiden Seiten des Eruptionskanales auszudehnen. Ein Verfolgen ist aber zunächst unmöglich, weil ein großer Bruch (II) den Gesteinen des Sumelaausbruches nach Osten, nach dem Inneren des Gebirges zu, eine Grenze setzt. Das Wiedererscheinen dieser Laven im oberen Fassatal bestätigt jedoch — im Gegensatz zu den Kalk-Melaphyrbreccien — daß sie für ganz Buffaure allgemeine Bedeutung haben.

Betrachten wir sie als die ersten Produkte, die aus der Sumelaspalte in großer Masse austraten, vereinigen wir damit das Bergeinwärtssinken der Unterlage dieser Melaphyre, so erhalten wir das Bild eines mächtigen Lavakuchens, der die tiefsten Depressionen der Mulde zwischen den Dolomitriffen erfüllt.

Wirklich bilden auch die ungliederten Melaphyre die Unterlage der mächtigen Folge von Breccien und Breccienlaven, die den zentralen Teil von Buffaure aufbauen. In ausgezeichneter Weise sehen wir diese Ueberlagerung an zwei Punkten: Predi S. Nicolo, nördlich vom Sass de Perdafec, und besonders im Fassatal zwischen Campitello und Gries. Ueber den in glatten Wänden abstürzenden Massen des homogenen, ungliederten Melaphyrs schneidet in etwa 1800 m Höhe eine deutliche Terrasse ein: die untersten geschichteten Breccien streichen hier aus.

Die Tuffe sind die einzige bekannte und berühmte Felsart von Buffaure. Richthofen⁴¹⁾ versuchte sie genetisch zu gliedern; immer wieder sind sie erwähnt worden. Besonderes Interesse ist ihnen von den Mineralogen geschenkt worden, denn vornehmlich die geschichteten Breccienmelaphyre enthalten als Zersetzungsprodukte Zeo-

⁴¹⁾ Predazzo etc., 1860, S. 139.

lithe. Der großen Menge von Heulandit, Desmin, Mesotyp und anderen mehr von Do le Pale stehen kleine Heulandit- und Analcimvorkommnisse⁴²⁾ in der Eruptivbreccie des Sasso nero gegenüber. Die Umgebung der Alpe Buffaure hat einen Ruf durch das Auftreten loser Augitkristalle mit gerundeter Endfläche erhalten. Sie sind aus der Melaphyrbreccie herausgewittert. Aus all diesen Anzeichen entnehmen wir schon, daß die Gesteinsstruktur eine lockere sein muß, weil Verwitterung und Zersetzung solch bedeutsame Rolle spielen.

Die Breccien (Tuffe) von der Alpe Buffaure gehen nach oben unmerklich in fester gefügte, auch brecciös struierte Lavabänke über. Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir für die Bildung solcher Gesteine dem Meereswasser erheblichen Anteil zuschreiben.⁴³⁾ Dringen feurigflüssige Gesteinsmassen aus dem Erdinnern und kommen mit Wasser in Berührung, so bilden sich ganz ungeheure Dampfmassen. Da dies plötzlich geschieht, ist die Einwirkung eine explosive zu nennen. Mandelsteine zeigen ein erstes Stadium: der Wasserdampf dringt in das Magma ein, bläht es auf, da er entweichen möchte, dies aber nicht mehr kann. Mandelsteine fehlen in Buffaure vollständig. Vermag das gewaltsam eingepreßte Gas wieder zu entweichen, so wird dies wegen der großen Gewalt der Reaktion zu einem Zersprätzen der heißen Gesteinsmassen führen. Ein ähnlicher Vorgang geht nebenher: rasche Abkühlung der Stromoberfläche durch das Wasser führt zu Ueberkrustung. Die Kruste ist nicht plastisch, sie zerreißt, Schollen schwimmen in dem heißen Brei, werden in ihn eingebacken. Das Wasser gewinnt so neuerlichen Zutritt zum Magma, neues Zersprätzen kann erfolgen, neue Schollenbildung geht vor sich. Solange Bewegung vorhanden ist, wird die Bildung der Blocklava andauern. Es ist leicht einzusehen, daß das Zersprätzen, das Zerreißen der Schollen, das Einkneten kompakter Trümmer an verschiedenen Eruptionsprodukten auch verschieden weit vor sich gehen kann. Wir müssen also gewärtigen, eine ganze Reihe von Strukturformen zu finden, die von mehr oder weniger kompakter Lava über Blocklava, Breccienlava zu Breccien

⁴²⁾ Zu ihnen gesellen sich als häufigste Sekundärminerale Quarz und Calcit.

⁴³⁾ Siehe auch Richthofen, Predazzo, 1860, S. 130.

und schließlich zu feinen Tuffen überleitet. Dies entspricht den tatsächlichen Verhältnissen in Buffaure. Alle Gesteinstypen, die ich nun zu erwähnen habe, sind verknüpft durch dieselbe Genese, sind unterschieden nur durch graduelle Momente.

Die Breccienlaven sind grob gebankte, dunkle Gesteinsmassen, ausgezeichnet durch zahllose, meist grobe Brocken von Melaphyr, die in einer Melaphyrgrundmasse schwimmen. Alle Uebergänge sind vorhanden zu den Breccien und Tuffen, die besonders dadurch von den Laven unterschieden sind, daß die Melaphyrgrundmasse, in der die Brocken gleichen Gesteines eingebettet sind, ebenfalls brecciösen Charakter besitzt. In ihr finden wir keine ungestört auskristallisierten Minerale mehr, sondern auch diese zertrümmert. Es ist klar, daß sich scharfe Grenzen nicht ziehen lassen. Die lockere Struktur der Breccien jedoch führt zu anderen Verwitterungsformen. Während an die gebankten Breccienlaven steile Böschungen, Felsabstürze geknüpft sind, streichen die wohlgeschichteten Breccien und Tuffe in Verebnungen aus. So erhält zum Beispiel der Südabhang des Sass da Dam, an dem beide Strukturformen in doppelter Wiederholung auftreten, ein, ich möchte sagen, terrassiertes Aussehen. Stehen die Breccien in Wänden an, zum Beispiel dort, wo sie, durch überlagernde Laven geschützt, übersteile Böschungen bilden (Ciamol im Grepatal), da sind die Skulpturen rundlich, ausgeglichen, der gut geschichtete Fels buckelig. Im ganzen ist der Formenschatz der Brecciengebiete ein viel sanfterer, der leichteren Zerstörbarkeit angepaßter. Darauf beruht der eigenartige Kontrast beim Aufstieg durch das Sumelatal. Jähe, schroffe Hänge, starkes Hervortreten von Felswänden flankieren die enge Schlucht. Mit einem Male weitet sich das Tal, die Almen fangen an, der Wald verschwindet, sanfte Hänge, leicht geschwungene Kämme erfreuen das Auge.

An ganz wenigen Punkten finden wir auch kompakte Laven, die sich dem Landschaftsbild gegenüber verhalten wie die Breccienlaven. Ich nenne wieder die Südseite des Sass da Dam und die Nordflanke des Col Pelos.

Größe und Zahl der Melaphyrbrocken in den Breccien sind sehr schwankend. Meist wohl überwiegen die Einschlüsse die Grundmasse an Menge. Mit Recht werden wir hier von

„Breccien“ sprechen. Kopfgroße, noch ungefügere Brocken sind die Einschlüsse; sie finden sich aber bis zu kleinen Stücken herab. Treten sie an Zahl zurück, werden sie klein, so bleibt schließlich nur noch die feine Grundmasse über und wir können das Gebilde „Tuff“ nennen. So ergeben sich die mannigfaltigsten Strukturen, die wir im Norden des Gebirges am besten studieren können.

Bemerkenswert ist der Umstand, daß ein großer Teil der Breccien vereinzelt Kalktrümmer führt. Sie geben uns wohl einen Fingerzeig für ihren Ursprung. Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir diese Breccien mit Kalkstücken dem Sumelaausbruch zuschreiben. In dem Zusammenhang nenne ich die Breccien der Alpe Dui, die mächtigen Schichten des Sass da Saliceng und vieler anderer Orte. Zweifellos gibt es auch Breccien, die gänzlich frei sind von Kalkstücken. Eine minutiöse Musterung wäre erforderlich, diese herauszufinden, denn ein Nichtauffinden beweist noch nicht ein Abhandensein. Darum unterließ ich es, eine Scheidung nach diesem Gesichtspunkt vorzunehmen.

Es kann nicht wundernehmen, daß bei der durchaus gleichen Ausbildung der hier besprochenen Melaphyre eine Horizontierung nicht möglich ist, wenn es nicht gelingt, einen bestimmten Komplex zu verfolgen. Im oberen Teile des Sumelatales ist dies noch durchführbar; die Breccien, die auf der autochthonen Kalkschicht von Brunec liegen, sind dieselben wie die grünverwitterten Massen, die auf demselben Kalke des Bel Col ruhen. In dem genannten Gebiete kommt uns noch der Wechsel mit festeren Lavabänken zu Hilfe. Im Norden des Gebirges jedoch versagen alle Mittel, bestimmte Niveaus innerhalb der Breccien wiederzuerkennen. Die Laven treten ganz zurück, die Breccien, zumeist kalkführend, beginnen ihre Alleinherrschaft mit ungeheurer Mächtigkeit. Es steht also der ganze Kamm des Sass da Saliceng bezüglich seines Baues in strengem Gegensatz zu der südlichen Gebirgsmasse: Bel Col—Su l'Aut—Sass da Dam. Dort herrschen Breccien, hier Breccienlaven.

Der einzige wohlumschriebene Horizont innerhalb der Breccien des Nordens ist leicht kenntlich durch seinen Reichtum an außerordentlich großen Kalkschollen. Diese sind schon seit langem bekannt, das heißt, sie wurden von Mojsis-

vics⁴⁴⁾ als autochthone Sedimente aufgefaßt. Erst neuerdings hat Koken⁴⁵⁾ solche schwimmende Schollen von der Gropa zu den tektonischen Erscheinungen im Gefolge triadischer Ausbrüche gestellt. Von tektonischen Einflüssen werden wir nicht sprechen dürfen. Diese Schollen, die sich in einer Höhe von ca. 2000 bis 2200 m in den Breccien finden, sind mit den Melaphyrmassen ausgeworfen, mit ihnen verschwemmt und abgelagert worden. Mustern wir einmal das Material etwas näher! Jener Graben, der von Gries di Fassa nach Do Piz hinanleitet und sich zum Trichter „Fontaines“ nördlich unter den Wänden des Col Pelos weitet, bietet vortreffliche Gelegenheit, diese Schollen zu studieren, denn an dieser Stelle sind sie ganz besonders gehäuft.

Zu unterst liegen sehr feinkörnige Tuffe, über denen gröbere, in bizarre Türme aufgelöste Breccien anstehen. An ihrer Basis liegen in wüstem Durcheinander gänzlich zertrümmerte Schollen. Die einen sind Plattenkalke, die meisten gehören dem Mendeldolomit an. Randlich sind die Schollen zerrieben zu einer Kalk-Melaphyrbreccie, die ihren Kalkreichtum in einiger Entfernung von den Schollen einbüßt. Gefaltet, gestaucht, zerbrochen, durch geschichtete, melaphyr-untermischte Breccien wieder vernarbt, liegen hier Kalke, rötliche Werfener Schichten und grünliche Buchensteiner Knollenkalke in buntem Wechsel nebeneinander. Letztere allerdings gehören zu den großen Seltenheiten.

Verfolgen wir den Horizont, so können wir ihn rund um das Massiv des Sass da Saliceng nachweisen. Kalk- (respektive Mendeldolomit-)schollen liegen zwischen 2100 und 2200 m am Ausgang des Ciampaztales; sie sind in die Breccien nördlich unter der Bastion des Sass da Saliceng ebenso eingebettet, wie westlich unter der Höhe „Vain“. Fällt die Schichtung der Scholle zufällig zusammen mit der der umgebenden Breccie, so mag es von weitem allerdings den Anschein haben, als sei hier das Sediment autochthon abgelagert worden. Wir werden indes auch hier (zum Beispiel die große Scholle westlich unter Vain) wahrnehmen, daß die Breccie ganz verschiedene Schichtglieder der Scholle kappt, daß weder Unter- noch Ober-

⁴⁴⁾ Dolomitriffe, 1879, S. 364.

⁴⁵⁾ E. Koken, Zur Geologie Südtirols. I. Zentralbl. f. Min. 1911, Bd. XVIII, S. 561.

seite der Scholle mit entsprechenden Schichtflächen zusammenfallen.

Die ganze Bildung gemahnt durch den Kalkreichtum sehr an die Verhältnisse im Sumela Ausbruchgebiet. Haben wir auch keinen Beweis für diese Herkunft, so ergibt sich doch mit einiger Wahrscheinlichkeit, daß die Kalkschollen führenden Breccien aus Sumela stammen.

Die weite Verschleppung ist nicht sehr schwer vorstellbar, wenn wir etwa annehmen, daß eine Neigung des Meeresbodens dazu verhalf, die durch Wasser aufgelockerten Breccien, in denen, wie in rieselndem Sande, die großen Schollen staken, zu transportieren. Ein Fortschweben durch das Wasser ist aus zwei Gründen von der Hand zu weisen: 1. sind die Schollen zu groß (manche haben wohl 50.000 m³ und mehr Inhalt). 2. Müßten so schwere Körper beim Niedersinken Störungen in den losen Brecciensichten verursachen. Dies ist nicht der Fall; vielmehr spricht die ausgezeichnete Reibungsbreccie, die die Schollen umhüllt, dafür, daß während des Rollens, Schiebens, Gleitens in der leicht beweglichen Breccienmasse entlang dem Meeresgrunde eine randliche Zerreißung stattfand.

Noch einer eigenartigen Bildung habe ich zu gedenken, die sich in der karartigen Weitung des Grepatales unterhalb Ciamol findet. Der Weg Ciamol—Dui führt durch die Laven hindurch, von denen ich spreche. An der Oberfläche zeigt der Melaphyr sonderbare Striemen, Buckel, Wülste, Strähne, die überraschende Ähnlichkeit mit Pahoehoe haben. Ueber sie legen sich konservierend Breccien und Breccienlaven in großer Mächtigkeit. Zunächst möchte man den Gedanken an Fladenlava von der Hand weisen, waren die Eruptionen doch submarin! Der Widerspruch verliert sich indes. Das Meer war ja seicht. Koken⁴⁶⁾ hat auf Grund faunistischer Tatsachen und, weil die Oberfläche der Diploporenkalke an der Mendel unter den Eruptivgebilden korrodiert sei, geschlossen, daß zur Cassianer Zeit Teile des Schlerndolomits sogar über den Meeresspiegel ragten. Vorübergehende

⁴⁶⁾ E. Koken, Zur Geologie Südtirols. I. Zentralbl. f. Min. 1911, Bd. XVIII, S. 565.

Hebungen und Senkungen können in seichtem Meere bedeutende Verschiebungen der Küstenlinien hervorbringen. Wir brauchen zur Erklärung des Pahoehoe-Vorkommens von Dui gar nicht zu solchen Schwankungen zu greifen. Im seichten Wasser kann anlässlich einer großen Eruption eine hinreichende Aufstauung von Magma stattfinden, daß noch heiße, flüssige Gesteinsmassen (etwa in breit aufreißenden Spalten der gebildeten Schollenkruste) mit der Luft in Berührung kommen und als Fladenlava erstarren.

Mit einigen Worten über die

Melaphyrgänge

beschließe ich die Betrachtung der vulkanischen Gesteine von Buffaure. Ich habe schon darauf hingewiesen, daß der in früherer Zeit vermutete Gangreichtum des Gebietes als nicht vorhanden sich herausgestellt hat (S. 24). Das zentrale Buffaure, das heißt das Gebiet der Breccienlaven und Breccien ist vollständig frei von Gängen. Erst im Marmolatakalk, am S-Abfall des Gebirges, treten sie vereinzelt auf. Zu erwähnen sind ferner die Gänge des Sumelatales. Auch sie sind keineswegs zahlreich und auf die untere Trias beschränkt. Innerhalb der Gesteine des Sumelaausbruches findet sich nichts, was als jüngerer, gangförmiger Nachschub zu deuten ist. Gleiches gilt vom Sasso nero. Darf man daraus schließen, daß solch jüngere Nachschübe ganz fehlen?

Wesentlich bedeutender sind die Gangmassen im Contrital. Richtiger würde man das Aufsetzen ein stockförmiges nennen, denn in großer Mächtigkeit taucht das schwarze, porphyrische Gestein aus der Tiefe (Nordosthang des Varos), umschließt große Schollen von Mendeldolomit und franst schließlich in apophysenreichem Kontakt die hangenden Werfener Schichten und Mendeldolomit von unten her aus. Vielleicht gehen die breiten Gänge von Varos, die südsüdöstlich streichen, aber auch zu kleinen Stöcken anschwellen, auf die Melaphyrmassen im Contrital zurück.

Ich bin geneigt, dem eben beschriebenen Melaphyr nicht nur die Rolle untergeordneter Gänge zuzuteilen, sondern ihn als einen fehlgeschlagenen Versuch einer etwas größeren Eruption zu deuten. Dafür spricht der nach unten bestehende

Zusammenhang des Gesteines, das zu einheitlichem Intrusivkörper anschwillt (Profil I und II). Nicht allzu zahlreich sind die Gänge, die von diesem Zentrum vulkanischer Tätigkeit ausschwärmen.

Damit ist alles, was sich in Buffaure an Gängen nachweisen läßt, erschöpft. Wie auffällig ist der Gegensatz gegen das angrenzende Marmolatagebiet, das in beispielloser Weise von Melaphyrgängen durchsetzt wird! Eine Erklärung für dies merkwürdige Verhältnis suchte ich S. 24 zu geben.

4. Lagerung.

a) Der Sumelaausbruch.

Schon zu wiederholten Malen habe ich Einzelheiten über den Sumelaausbruch erwähnt (S. 28, 31, 37). Jetzt soll alles an Beobachtungen zusammengetragen werden, um ein geschlossenes Bild von diesem großen, wohl 5 km langen, gänzlich unbekanntem Eruptivzentrum zu erlangen.

Wieder wollen wir im engen Sumelatal emporsteigen. In einer Höhe von 1500 bis 1520 m müssen wir kleine Stufen überklettern, die den Bach nötigen, in Wasserfällen zur Tiefe zu eilen. Sie bestehen aus Mendeldolomit. In etwa 1520 m Höhe erreicht der Melaphyr, der die Berge vor uns zusammensetzt, den Grund der tiefen Schlucht. Er steigt neben dem Dolomit hoch an; der Kontakt ist weithin abgeschlossen: zu beiden Seiten des Tales setzt er senkrecht auf und kulminiert dort, wo er die Flanken des Tales verläßt, in höchst markanten Gehängevorsprüngen, die dadurch zustande kommen, daß der Dolomit von den Melaphyrmassen der Berge abgeschnürt erscheint. Der Karrenweg in das Sumelatal führt über das Dolomittköpferl im Norden und quert am Col de Pisol gleich darauf die senkrechte Kontaktfläche. Den entsprechenden Punkt südlich des Tales finden wir im Pian de Largo line. Ehe wir die Grenzen weiter verfolgen, wollen wir noch einmal einen Blick ins Sumelatal selbst werfen. Gering ist die Kontaktmetamorphose (S. 37); sie ist aber doch vorhanden und äußert sich in dem gröberen Korne des Dolomits, das, wenige Millimeter vom Kontakt entfernt, normal-körniger Struktur weicht. Interessant ist, zu beobachten, wie das Grobkörnigwerden zustande kommt. Der Dolomit hat ein

sehr feines, porphyrtartiges Gefüge. Verschwommen nehmen wir Umrisse rundum ausgebildeter Dolomithkristalle in sehr feiner Grundmasse wahr. Diese Einsprenglinge nehmen am Kontakt an Zahl bedeutend zu; die Durchschnitte sind scharf, idiomorph begrenzt, die Kristalle werden auch größer und zeichnen sich durch Klarheit aus. Die Grundmasse wird fast auf ein Minimum beschränkt. Die Phänomene einer Umkristallisation innerhalb des Dolomits verraten sich so aufs deutlichste.

Die Zertrümmerung des Sedimentes ist eine sehr weitgehende. Große Apophysen bis zu mikroskopischen Aederchen von Melaphyr dringen in den Dolomit; ganze Schollen von ihm sind losgetrennt worden und schwimmen in allen Größenordnungen im Melaphyr. Das Gestein bekommt dadurch den bereits beschriebenen brecciösen Charakter (S. 37). Es ist auch schon der geschichteten Kalk-Melaphyrbreccie in höherem Niveau gedacht worden. Hier im Sumelatal können wir noch beobachten, daß diese letztere Breccie nicht unbeschränkte Ausdehnung besitzt: sie verschwindet talein vollständig unter den ungeschichteten Melaphyrbreccien darüber. Wir erhalten von ihrer Lagerung — dies Verschwinden gegen Osten geschieht senkrecht zum Streichen — das Bild einer lokalen Anhäufung, etwa einer Linse (siehe Profil I). Noch etwas lehrt uns der tiefe Einschnitt des Sumelatales. Der Melaphyr der tiefsten Regionen geht nach oben in solchen mit brecciösem Charakter über. Die Uebergangszone zu den hangenden Melaphyren des Sass de Perdafec — Grenzlinien sind auch hier nicht zu ziehen — steigt von West nach Ost zunächst an und scheint sich darauf steil zur Tiefe zu senken. Aus diesem Verhalten wurde S. 46 der Schluß abgeleitet, daß die hangenden Melaphyre, vermutlich die ältesten Lavadecken von Buffaure, wie ein Kuchen nach dem Inneren des Gebirges anschwellen. Im schematisch ergänzten Profil III ist dieser Kuchen schon nahe seinem Ostende geschnitten.

Durch die Verwerfung von Mazzin (III) ist glücklicherweise die nördliche Fortsetzung des Sumelaausbruches der Beobachtung zugänglich gemacht. Die Gesteinsfolge ist eine ganz idente wie weiter südlich; die ganze Serie hat eine Schrägstellung erfahren, so zwar, daß die südlichen Komplexe

gehoben erscheinen. Die Anordnung der Sedimentschollen am Abfall des Gebirges gegen das Fassatal zwischen Mazzin und Fontanazzo läßt dies erkennen. Abweichend von diesem N—NO-Fallen senken sich die Sedimentschollen durchwegs gegen das Innere des Gebirges, also gegen NO—SO. Ich glaube, daß man hierin ein vulkan-tektonisches Phänomen der Trias erblicken darf.

Wieder ist es eine Untersuchung des Kontaktes an diesen Schollen, die gegen die Auffassung von Mojsisovics⁴⁷⁾ spricht. Er glaubte, in den einzelnen Schollen die untertauchende Unterlage der Melaphyre zu erkennen. Konsequenterweise mußte er die oft mächtigen Melaphyrmassen dazwischen als „Gänge“ ansprechen und mußte feststellen, daß die Sedimente von zahlreichen untergeordneten Verwerfungen beunruhigt werden.

Oestlich Campestrin kommt am Ausgang einer steilen Schlucht die erste kleine Scholle zum Vorschein. Die Grenzfläche Werfener Schichten—Muschelkalk fällt in das Streichen der analogen Fläche in der großen Scholle von Mazzin, kaum 250 m weiter südlich. Beide Schollen, die sehr große und die sehr kleine, gehören zusammen. An dem kleinen Sedimentvorkommen treten über den Schuttkegeln eben noch Werfener Schichten auf; darüber folgt das Richthofen-Konglomerat und dann etwa 5 m wohlgeschichteten Muschelkalkes. Die Auflagerungsfläche des hangenden Melaphyrs fällt mit einer Schichtfläche zusammen, springt aber auf andere Schichtflächen über. Steigen wir durch die Schlucht aufwärts, so gewahren wir, daß das Sediment bergeinwärts ersetzt wird durch Melaphyrbreccie.

Weiter nördlich hievon liegt ein Fetzen von Mendolomit. Randlich ist er, wie die Nordseite der großen Scholle von Mazzin von unregelmäßig gelapptem Kontakt gegen Melaphyr begrenzt. Die nördlichste Scholle liegt am Ausgang des Grepatales und wird vom Karrenweg nach Dui südlich umgangen. Nur ihre Basis zeigt normale Verhältnisse, nämlich die Grenzfläche Werfener Schichten—Muschelkalk. Auch dieser Sedimentkomplex ist nördlich, südlich, östlich ganz in Melaphyr eingebettet.

⁴⁷⁾ Dolomitriffe, 1879, S. 366—367.

Im Norden des Grepatales kommt kein Sediment am Sockel des Gebirges mehr vor. Ueber den angegliederten Laven liegen geschichtete Breccien in mächtiger Folge. Südlich vom Taleinschnitt haben wir nicht nur die anstehenden Sedimentreste, sondern ungeschichtete Eruptivbreccien mit zahllosen darin schwimmenden Kalk (resp. Dolomit-)schollen und die bekannte Kalk-Melaphyrbreccie (S. 39). Durch das Tal, das heißt den Talausgang, muß eine Verwerfung (II) gehen, die den Komplex der „Sumelagesteine“ gegen Norden abschneidet.

Und ferner drängt ein Ueberblick über die oben geschilderten Verhältnisse zu dem Schlusse, daß die Sedimentschollen am Westabfall des Gebirges zwischen Mazzin und Fontanazzo di Fassa Denudationsreste jener Sedimentfolge sind, die der erumpierende Melaphyr durchbrochen hat. Sie sind mit anderen Worten die Reste der Wand, die die „Sumelaspalte“ westlich begrenzt. Bauen wir die Schichtfolge nur um wenig in die Höhe, so bekommen wir ein Bild, übereinstimmend mit dem am Westabfall des Sass de Perdafec (= Abfall von Buffaure gegen den Avisio zwischen Pozza und Mazzin). Wenn wir dort den oberen Rand der noch in geschlossenen Bänken zusammenhängenden unteren Trias begehen, so finden wir das senkrechte Aufsetzen der Melaphyrmassen sich darin dokumentieren, daß der Kontakt nahezu geradlinig über Täler und Käme hinwegsetzt. An allen Bergvorsprüngen steigt der Mendeldolomit hoch an, in allen Gräben ist der Melaphyr bis tief hinab aufgeschlossen. Betrachten wir das Kartenbild und sehen dort ein ziemlich lebhaftes Hin und Her der Kontaktlinie, so erklärt sich dies daraus, daß die Grenzfläche Sediment—Melaphyr nicht völlig senkrecht aufsteigt, sondern gegen Westen unter die Trias einschießt — wie es im Sumelatal selbst unmittelbar aufgeschlossen ist.

So vereinigen sich alle Beobachtungen im Fassatal von Pozza bis Fontanazzo zu einem einheitlichen Ergebnis: es ist auf der ganzen, über 5 km langen Strecke der Westrand einer ungeheuren Eruptionsspalte aufgeschlossen. Das Tal selbst ist im allgemeinen in

den Grenzbezirk von Trias und Melaphyr eingesenkt, den es erst unterhalb Mazzin zu verlassen beginnt.

Gehen wir nun nach dem Inneren des Gebirges, so suchen wir vergeblich nach tiefen Aufschlüssen, die uns eine Breitenbestimmung der Sumelaspalte gestatten. Entlang einer Linie hören die Gesteine, die uns bisher begleitet haben, auf, geschichtete Melaphyrmassen treten mit einem Male hervor. Eine Verwerfung bringt hier die Gesteine des Ausbruches neben solche des Ablagerungsgebietes; ein junger Bruch (II) also begrenzt heute die Sumelaspalte gegen Osten.

b) Sasso nero-Ausbruch.

Weit übersichtlicher liegen die Dinge im Osten von Buffaure. Der Gesteinscharakter ist einheitlich (S. 42), die Auf-



Fig. 1. Sasso nero und Torre Dantone von Varos.

schlüsse sind viel vorzüglicher, da sie über der Waldgrenze liegen, die Verhältnisse sind auf engen Raum beschränkt. Um so erstaunlicher ist es, daß seit Richthofen⁴⁸⁾ kein Forscher sein Augenmerk auf diese Ausbruchsstelle gelenkt hat.

⁴⁸⁾ Predazzo etc., 1860, S. 133—134, wird von zahllosen Gängen in Buffaure gesprochen. S. 245 werden mächtige Gangstöcke nahe der Contrin-alpe erwähnt.

Schon S. 52 habe ich das stockförmige Aufsetzen von Melaphyr in Werfener Schichten und Mendeldolomit eingehend beschrieben. Ich wende mich gleich jener Spalte zu, die mit ungeschichteter, grober Melaphyrbreccie erfüllt ist. Südlich vom Collaz, dem schroffen Kalkzacken am westlichen Rande des Contrintales, erheben sich die scharfen Spitzen des Sasso nero und Sasso di Rocca. Die Scharte, Forca neigre, scheidet beide Gebirge; über sie auch streicht der Kontakt, der das schwarze Gestein neben die lichten Kalke bringt. Nahezu 500 m hoch ist er vertikal aufgeschlossen und streicht fast genau gegen Osten in das Tälchen zwischen Varos und Sasso di Rocca. Werfener Schichten, Mendeldolomit, Buchensteiner Schichten und ein Teil des Marmolatakalkes werden durch den Melaphyr abgeschnitten. Von Kontaktmetamorphose ist makroskopisch nichts zu bemerken; doch ergibt die im einzelnen unregelmäßig verlaufende Kontaktfläche unzweideutig, daß der Kontakt ein primärer ist. Auf der Westseite der Forca neigre nämlich greift die Melaphyrbreccie auch auf den Marmolatakalk über. Es dürfte sich um eine breite, bloßgelegte Apophyse handeln, unter der als Liegendes an dieser Stelle Marmolatakalk ansteht.⁴⁹⁾ Solche Unregelmäßigkeiten können tektonische Vorgänge nicht mit sich bringen!

In der karartigen Weitung von Ciampaz bedeckt Schutt die Grenzfläche. Diese ist erst am Südrande des Massivs wieder weithin sichtbar aufgeschlossen. Die Sedimente des oberen Nicolotales (Werfener Schichten und Mendeldolomit) fallen gegen NW, gegen das Gebirge zu ein und werden in gerader Linie vom Melaphyr abgeschnitten. Wie im Fassatale bei Campestrin, sehen wir auch hier, daß der Melaphyr (das heißt die Breccie) den Mendeldolomit und den Muschelkalk stellenweise nach oben begrenzen, indem ein Uebergreifen auf eine Schichtfläche stattfindet (zum Beispiel an Punkt 2512 südlich Sass Bianc). Diese lokale Modifikation des Kontaktes läßt uns erkennen, daß es sich auch nur um lokale Zufälligkeiten handeln kann.

In Uebereinstimmung mit den Kontaktverhältnissen, die auf große Gewalt der Eruption schließen lassen (Auflösung in Trümmer, Apophysen!), liegen in der Melaphyrbreccie auch

⁴⁹⁾ Siehe S. 25.

gänzlich losgetrennte Schollen von Muschelkalk und Mendeldolomit. Durch ihre lichte Farbe leuchten sie weithin als Fremdkörper aus dem schwarzen Gestein heraus (besonders am Sasso di Rocca). Doch fehlen sie auch nicht an der Ostseite des Gebirges und reichen bis in die Weidegründe von Ciamp de Mez hinab. Hier hat die normale Auflagerung von Muschelkalk auf Werfener Schichten aufgehört; hier hat die Denudation so tief ins Innere des Gebirges geschnitten, daß wir in unvergleichlich klarem Profil das Aufhören der Sedimente nach dem Berginneren, das senkrechte Aufsetzen des Kontaktes auch hier studieren können.

Wie wir später sehen werden, ist die Südseite des Sasso nero-Massivs von jungen Brüchen vielfach gestört worden. Diese haben selbstverständlich die Melaphyre mitbetroffen; der Ast des Eruptivgesteins, der vom Sass Bianc gegen Südwest streicht und sich tief ins Nicolotal senkt, dürfte aber seiner Entstehung nach älter sein, das heißt, ich halte ihn für eine Apophyse oder, falls er zu oberflächlichen Ergüssen führte, für eine Seitenspalte, die von der Hauptausbruchsstelle sich abgabelte. Dafür spricht vor allem, daß die Sedimente, die in seiner Wurzelregion bei 2300 bis 2500 m durchbrochen wurden, gleiches Streichen besitzen und bei einer Ergänzung über den Hiatus am Sass Bianc hinweg eine kontinuierliche, nicht verworfene Bank bilden würden. Es ist eine Erscheinung, die sich am Sasso nero wieder vollauf bewahrt: die triadischen Störungen sind nicht mit Verschiebungen in der Vertikalen verknüpft. An den zahllosen Gängen des Latemar, der Marmolata, am Stock des Mt. Campo, am Pizmedagang suchen wir vergeblich nach sicher triadischen Verwerfungen. Ergänzen wir am Sasso nero die Sedimente vom Contrinpaß zum Collaz, so erhalten wir eine zusammenhängende Antiklinale, die unterbrochen ist durch das Auftreten der Melaphyrbreccie. Ergänzen wir im Speziellen den Bogen vom steil NW-fallenden Mendeldolomit des Collaz zum gleichen Horizont am Sass Bianc, also über die Eruptionsspalte hinweg, so vermissen wir jede Vertikalverschiebung. Die Eruption des Sasso nero drängte die Sedimente auseinander, ohne sie zu verschieben.

Seine Westgrenze findet der Sasso nero - Ausbruch durch eine große Verwerfung (I). Oestlich unter Roseal liegt im Gebirgskamm eine jener mitgerissenen Schollen, deren Saum vielfach von Apophysen zerzackt ist. Mendeldolomit und helle Plattenkalke, noch eingebettet in ungeschichtete Melaphyrbreccie, treten in Kontakt mit einer Lage braunen Tuffschlammes, mit gebankten Breccienlaven und Breccien des zentralen Buffaure. Besonders im steilen Gehänge südlich vom Gebirgskamm ist der Bruch deutlich zu verfolgen: von Osten her treten Sasso nero - Breccien, tiefer unten die durchbrochene untere Trias an die Verwerfung heran, von Westen senken sich gegen diese die in regelmäßigem Wechsel übereinander getürmten Breccienlaven und Tuffe.

Aus der gesamten Anordnung entnehmen wir den vorzüglich symmetrischen Bau von Buffaure. Ost- und Westflügel sind mit ihren Ausbruchstellen in ein Niveau mit dem zentralen Teile des Gebirges geraten, der das Ablagerungsgebiet der Laven und Tuffe darstellt.

c) Das Gebiet der Ablagerungen.

Eine Diskussion der Lagerungsverhältnisse im Gebiete, in dem die Melaphyre als Deckenergüsse und Tuffe angehäuft wurden, muß notwendig eine Antwort auf die Frage nach dem Alter, der Reihenfolge der Eruptionen bringen.

Alle bisherigen Untersuchungen haben in dieser Hinsicht überraschende Ergebnisse gezeitigt, die in keiner Weise dazu angetan waren, der Altersfrage näher zu treten. Glücklicherweise finden wir am Südrande des Gebirges, an der Malga Buffaure, auch über diese Frage Aufschluß. Dort liegen geschichtete Breccien auf Marmolatakalk. An die Auflagerungsfläche ist eine Terrasse geknüpft, von der die Kalkwände einerseits in imposantem Absturz ins Nicolo-tal leiten, die sanften Tuff- und Lavenhänge anderseits zu den Schneiden des Sass da Dam - Zuges ansteigen. Reiche Almen überziehen die ausgezeichnete Gehängestufe. Im östlichen Val Buffaure erlangen wir den unmittelbaren Beweis für die Auflagerung; dort ist das Profil senkrecht zum Streichen aufgeschlossen.

Weiterhin senkt sich die Auflagerungsfläche gegen Osten und verschwindet gänzlich im oberen Nicolotal, dort schließlich durch eine untergeordnete Verwerfung abgeschnitten.

Aus diesem Umstande werden wir noch nicht schließen dürfen, daß der Melaphyr jünger ist als Marmolatakalk. Es bleibt noch zu erwägen, ob er nicht Fazies des Marmolatakalkes sei. Aus dem Verschwinden der Auflagerungsfläche gegen Osten müssen wir auf ein Fallen des Sedimentes nach dieser Richtung schließen. Kleine Abweichungen sind bei der Zerstückung der Sedimente durch die tertiäre Gebirgsbildung leicht erklärlich; sie ändern nicht die großen Züge, die wir verfolgen. Mit der Unterlage senken sich nun auch die hangenden Tuffe gegen Ost, respektive Nordost.

Die Auflagerungsfläche zeigt dagegen ganz abweichendes Verhalten. Bei der Buffaure-Alm senkt sich diese mit 35° gegen NW—NNW, dreht sich — immer steil bleibend — über N gegen NNO weiter gegen das obere Nicolotal zu. Wie haben wir diesen Widerspruch zu verstehen? Offenbar so, daß eine ursprünglich vorhandene Riffböschung im Tertiär schräg gestellt wurde. Ganz übereinstimmend mit dieser Auffassung finden wir hier den Marmolatakalk gut und nicht sehr dick geschichtet (freilich mit dem verschiedenartigsten Fallen: oben an der Buffaurealm NO, unten am Fuß der Felsen SSO, talauf erst das durchgreifende NO—O-Fallen!). Wir dürfen nämlich mit Salomon⁵⁰⁾ annehmen, daß am Rande eines Riffes, oder besser einer Kalkanhäufung organischen Ursprunges, die Schichten auskeilen, indem sie dünner und dünner werden, die Schichtflächen sich einander immer mehr nähern. Die Schichtung des Kalkes von Buffaure spricht neben dem Vorhandensein der ursprünglichen Böschung⁵¹⁾ dafür, daß wir wirklich vor einem „Riffende“ stehen, auf dem die Melaphyrmassen aufruhcn. Mojsisovics⁵²⁾ sprach an dieser Stelle von einem „Riffende“; freilich betrachtete er als solches auch den Collaz. Richthofen⁵³⁾ dagegen

⁵⁰⁾ W. Salomon, Marmolata etc., 1895, S. 34.

⁵¹⁾ Die große Steilheit (35°) ist eine sekundäre Erscheinung, da die Schichten ja schon gegen NO fallen.

⁵²⁾ Dolomitriffe, 1879, S. 364.

⁵³⁾ Predazzo etc., 1860, S. 246.

kannte wohl die Auflagerungsfläche, stellte aber den Kalk zum Mendeldolomit.

Sind die Melaphyre also wirklich eine Fazies des Marmolatakalkes, so muß dieser nach dem Innern des Gebirges gänzlich verschwinden, muß durch Melaphyr in seiner Gesamtmächtigkeit⁵⁴⁾ ersetzt werden. Dafür ergeben sich in der Tat gewichtige Anhaltspunkte.

Ich habe schon S. 39 auf die eigentümliche Tatsache hingewiesen, daß am oberen Rande des durchbrochenen Mendeldolomits die Kalk-Melaphyrbreccie des Sumelaausbruches auf einmal geschichtet ist. Das kann nur unter Mitwirkung des Wassers geschehen sein. Drang es in die Eruptivspalte ein? Das ist kaum denkbar, da dort eine Förderung von Melaphyr, ein Losreißen der Kalkbrocken stattfand, und keine Ruhe herrschte. Wir müssen also am oberen Rande des Mendeldolomits auch den oberen Rand der Ausbruchspalte erreicht haben. Letztere setzte also nicht in noch höhere Horizonte der Trias fort, da diese Horizonte nicht vorhanden waren.⁵⁵⁾

Weit wichtiger noch ist die Tatsache, daß im Norden des Gebirges zwischen Campitello und Gries die Unterlage der Breccien aus ungegliederten Laven besteht (S. 46). Dieselben Breccien, die an der Buffaurealpe auf Marmolatakalk ruhen, liegen dort im Norden auf Melaphyr. Dieser Melaphyr ist ident mit dem des Sass de Perdafec, der ja an einer Stelle ebenfalls eine Kappe von Breccienlaven trägt (Pre di S. Nicolo, S. 46). Ich halte diese mächtigen Laven für die ältesten Deckenergüsse, eben weil sie die Träger der ungeheuer mächtigen Breccien sind. Dies bestätigt sich hier, weil wir sehen, daß sie in einem Niveau liegen, in dem weiter südlich das Marmolatakalkriffende unter die Breccien taucht.

Es ergibt sich daraus, daß die Melaphyre, der Sockel der Breccien im Norden, altersgleich

⁵⁴⁾ Im Sumelatal dürfen wir wegen der großen Neigung der Schichten nicht mehr erwarten, Marmolatakalk zu finden. Der müßte schon über 100 m unter dem Talboden liegen.

⁵⁵⁾ Die Buchensteiner Schichten müssen trotz ihres heutigen Fehlens wenigstens partienweise dagewesen sein, wie aus zwei kleinen mitgerissenen Schollen hervorgeht. (Anm. 34 u. S. 50.)

ist mit dem Marmolatakalk, dem Sockel der Breccien im Süden. Daraus folgt, daß dieser Melaphyr Fazies ist zu einem Teil des Marmolatakalkes, u. zw. wohl zu den tiefsten Horizonten desselben, und daß die Breccien, sein Hangendes, Fazies eines höheren Niveaus des Marmolatakalkes darstellen. So bekommen wir als untere Grenze für das Alter von Buffaure die Zeit zwischen Buchensteiner Schichten und Schlerndolomit, respektive Marmolatakalk. Faßt man zu den Buchensteiner Schichten alle jene Glieder zusammen, die dem Niveau des *Protrachyceras Reitzi* entsprechen, so könnte (siehe S. 32) der untere Teil des Marmolatakalkes noch oberes Buchensteiner Alter mitumfassen. Die Eruptionen von Buffaure wären dann ihrem Alter nach noch etwas zurückzuverlegen, nämlich in die obere Buchensteiner Zeit. Diese Frage ist von untergeordneter Bedeutung; sie mag deshalb offen bleiben. Fest steht das eine: die Melaphyre, als Ganzes betrachtet, sind Fazies des Marmolatakalkes und umfassen seit der Buchensteiner Zeit wohl alle Horizonte der Iadinischen Stufe. Die Mächtigkeit der Laven und Tuffe ist eine ganz ungeheure und es hindert nichts, die Eruptionen auch in der Cassianer Zeit noch fort dauern zu lassen. Leider ist die autochthone Kalkablagerung fossilieer (S. 34), und damit verschwindet jede Hoffnung, den Eruptionen auch eine Grenze nach oben zu geben.

Setzen wir voraus, daß die Melaphyre des Sass de Perdafec der Sumelaspalte entstammen, was sehr wahrscheinlich ist, so können wir auch noch ableiten, daß der Sasso nero-Ausbruch jünger ist, als der von Sumela. Denn die Eruptivbreccien im Osten durchschneiden auch den Marmolatakalk (S. 58), während im Westen Massen gefördert wurden, die Fazies derselben tieferen Niveaus des Marmolatakalkes sind.

Halten wir daran fest, daß die Melaphyrdecken des Sass de Perdafec altersgleich sind mit den untersten Horizonten des Marmolatakalkes (= die Horizonte im Nicolotal), so finden wir eine fazielle Gliederung auch innerhalb der Laven und Breccien. Im Norden herrschen die geschichteten Breccien (S. 49), während nach Süden zu die Breccienlaven Bedeutung erlangen. Beider Unterlage (im Norden Melaphyr, im Süden Kalk) ist nicht nur altersgleich, sondern auch nahezu im selben

Niveau gelegen (im Norden 1800 m, im Süden 2100 m). Nun ist der nördliche Teil von Buffaure zweifellos zentraler gelegen in bezug auf die Dolomitberge, also in bezug auf die „Riffe“. Die Tiefe der Mulde zwischen den Riffen müssen wir dort im oberen Fassatal suchen, nicht etwa im Zentrum von Buffaure. Demnach haben in der Mitte der ursprünglichen Mulde Tuffe, Breccien ihre Hauptverbreitung, nicht so die Laven, die sich mehr in die Nähe der Ausbruchstellen halten. Diese gravitieren ja gegen Süden! Wir werden nicht fehlgehen, die saigernde Tätigkeit des Wassers für die Entstehung beider Ablagerungsgebiete verantwortlich zu machen. Tuffe und Breccien sind leicht beweglich. Laven werden sich nicht so sehr weit vom Ausbruchsherd entfernen können, zumal nicht bei submarinen Ausbrüchen. Gewiß waren ferner Böschungen vorhanden, die in die tiefsten Depressionen zwischen den Riffen führten (siehe S. 51). In sie wurde vor allem leicht transportables Material verschleppt und wohl geschichtet zur Ablagerung gebracht. Es hat also gar nichts Befremdendes, in Buffaure⁵⁶⁾ im allgemeinen eine Scheidung der Gebiete der Lavadecken und der Tuffe-Breccien durchgeführt zu sehen. In der Mitte des Beckens, das heißt in der Gegend größter Meerestiefe, in größerer Entfernung von den vulkanischen Herden, entfernt von den heteropischen Grenzen gegen die Riffe finden wir die Breccien; angeschmiegt an die Eruptivzentren, exzentrisch wie diese zu dem intrasedimentären Becken gelegen, häufen sich Laven, resp. Breccienlaven.

Ueber die relative Altersfolge der Eruptionen lassen sich keine weiteren Angaben machen. Bunt ist der Wechsel von Laven, Breccien, Tuffen, sie aber stellen wenig charakteristische und nicht durchgehende Horizonte dar (S. 49). Wir müssen uns damit begnügen, dem Sumelaausbruch gegenüber dem Sasso nero das höhere Alter zuzuschreiben.

Alle Beobachtungen, alle Spekulationen versuchte ich in Figur 2 zusammenzufassen. Der Schnitt stellt Buffaure dar, wie es nach dem Ende vulkanischer Tätigkeit ausgesehen haben mag. Der Altersunterschied der Ausbrüche (Sasso nero

⁵⁶⁾ Das heißt im Ablagerungsgebiet von Buffaure.

rechts, Sumela links) ist durch verschiedenes Verhalten der „Riffzungen“ angedeutet. Ueber den Kuchen der Laven des Sass de Perdafec türmen sich in steter Abwechslung Breccien und Laven. Es ist bei der Darstellung allerdings etwas willkürlich vorausgesetzt, daß die Breccien (meist mit Kalkbrocken) vorwiegend aus der Sumelaspalte gefördert wurden, die Breccienlaven der Hauptsache nach dem Sasso nero entquollen.

Betrachtet man in raschem Ueberblick die weitere Umgebung von Buffaure, so lenkt zuerst der Bergzug zwischen Rosengarten und Langkofelmassiv unsere Aufmerksamkeit auf

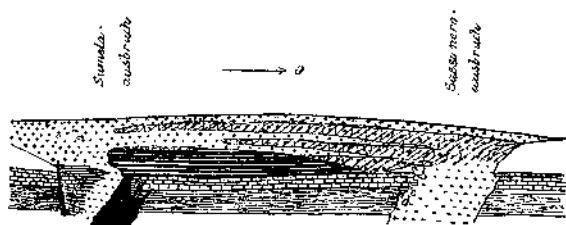


Fig. 2. Buffaure vor der tertiären Gebirgsbildung. ca. 1:100.000.

sich. Im Udaital, das bei Mazzin von NW her mündet, gewahren wir dieselbe Lagerung wie wir sie an der Buffaurealm beobachtet haben. Weithin sichtbar senkt sich vom Rosengarten (Fallwand) eine Riffböschung unter die Melaphyre,⁵⁷⁾ die dann auf der Schneid gewaltige Mächtigkeit erlangen.

Wählen wir als günstigsten Standpunkt für einen Ueberblick etwa die Abhänge des Sass de Perdafec oder den Bel Col, so sehen wir, daß die Bank des Mendoldolomits unter den Laven durchstreicht, daß der Schlerndolomit darüber aber gegen NO auskeilt und ganz ersetzt wird durch Melaphyr.⁵⁸⁾

Eine Verwerfung scheidet dieses Gebiet von Buffaure, die sich auf den ersten Blick schon kundtut: rechts vom Avisio untere Trias und Laven, links nur Laven. Durch den Bruch im Fassatal sind die beiden Gebiete in tektonisch verschiedene Komplexe geteilt. Die äußerst komplizierten Verhältnisse, die

⁵⁷⁾ Der Duronpaß ist an die Auflagerungsfläche geknüpft.

⁵⁸⁾ Die auffallenden Verhältnisse sind schon von Mojsisowics (Dolomitriffe 1879, S. 366) erkannt worden.

nach Ogilvie⁵⁹⁾ rechts vom Avisio herrschen sollen, finden keine oder nur eine recht dürftige Fortsetzung nach Buffaure, dessen einfache Tektonik in hohem Maße abhängig ist von den triadischen Störungen.

Es zeigen auch die Laven von der Schneid⁶⁰⁾ eine überraschende Uebereinstimmung mit gewissen Breccienlaven und Breccien des Sass da Dam-Zuges und der Charakter läßt sich bis zu den Roßzähnen verfolgen. Es ist also höchst wahrscheinlich, daß nach diesen Altersbeziehungen, dem strukturellen Verhalten die Laven der Schneid eine Fortsetzung des Ablagerungsgebietes von Buffaure darstellen. Da ich das Gebiet zwischen Rosengarten und Plattkofel nur zu Vergleichszwecken besucht habe, liegen mir keine Beobachtungen vor, die darauf deuten, daß alle Laven der Schneid aus den Herden von Buffaure stammen, oder ob dort selbständige Eruptionen die Melaphyrmassen vergrößerten.

Auch die ausgedehnten Melaphyrkomplexe am Pordoi-joch—Fedajapaß gehören tektonisch nicht mehr zu Buffaure. Es scheint jedoch auch dort ein Uebergreifen des Ablagerungsgebietes über eine Senke zwischen „Riffen“ vorzuliegen. Beide Punkte, die Schneid, der Fedajapaß, gehören somit schon zur Umwallung jenes intrasedimentären Beckens, von dem ich oben sprach. Es umgrenzt sich dieses also durch die Riffenden an der Buffaurealm, Fallwand, Plattkofel und die Dolomitmassen von Langkofel—Sella und Marmolata, deren Beziehungen zum Melaphyr nicht so übersichtlich gestaltet sind, wie etwa an der Fallwand.

Die tiefste Depression des derart umschriebenen Beckens scheint gegen Norden zu gerückt (S. 64). Sie liegt exzentrisch, denn die riffernen Breccien sind näher dem Sellajoch als der Buffaurealm. Exzentrisch zum selben Becken liegen, nach Süden verschoben, die beiden Ausbruchstellen.

Diese ordnen sich mit dem Gange von Pizmeda, dem Stock des Mt. Campo⁶¹⁾ und dem Schlot von Predazzo zu einer ausgesprochenen Zone, die nach Südwest streicht. Eine regelmäßigere Anordnung innerhalb dieser Zone ist nicht

⁵⁹⁾ Monzoni and Fassa, 1902 bis 1903, S. 30.

⁶⁰⁾ Richthofen, Predazzo, 1860, S. 187.

⁶¹⁾ Auch die Massen des Col del Lares dürften in die Reihe der Ausbruchzentra gehören.

wahrzunehmen. Wohl aber lassen die kleinen Gangmassen in der Umgebung der Fassaner Eruptivzentra einige Gesetzmäßigkeit erkennen. Zunächst ist ihre Verteilung höchst auffällig: im südlichen Marmolatazug, im Latemar, der Umgebung von Predazzo sind sie häufig; in den Gebieten dazwischen, die keineswegs weiter von Ausbruchstellen entfernt sind, treten sie nur vereinzelt auf. Ebenso treten sie in unmittelbarster Nachbarschaft der Eruptivzentra zurück (S. 24, 52). Dafür ist ihre Zahl in gewissen Gebieten ohnegleichen. Marmolata und Latemar sind vor allem durch sie ausgezeichnet. Dort setzen sie durch den Schlerndolomit, respektive Marmolatakalk ihrer ganzen Mächtigkeit nach und beweisen ihr jüngeres⁶²⁾ Alter gegenüber Sumela und wohl auch Sasso nero. Vielmehr stimmen sie überein mit den oben genannten südlicheren Eruptivzentren von Fassa, die ausnahmslos ebenfalls zum mindesten oberladinisches Alter besitzen, denn Latemarkalk und Schlerndolomit werden durchbrochen und von ausgetretenen Laven überlagert.⁶³⁾

Es wandert also die vulkanische Tätigkeit der Trias im Fassatal und zwar beginnt sie in der Sumelaspalte, setzt gleich darauf am Sasso nero ein und dauert in etwas späterer Zeit⁶⁴⁾ an drei Punkten wohl gleichzeitig fort: Pizmeda, Mt. Campo, Predazzo. Diesem Höhepunkt vulkanischer Erscheinungen ist auch jenes ausgedehnte Störungssystem zuzuschreiben, das, von Magma erfüllt, heute als Gangsystem das Gebirge durchzieht. Dafür spricht die oben erwähnte Altersgleichheit und ein deutliches Konvergieren der Gänge nach den südlichen Herden. Ihr Streichen ist folgendes: Marmolata SW, Pt. del Uomo—Cirelle WSW, Le Selle fast W; diese bogenförmige Schwenkung, die sich auf der Karte aufs

⁶²⁾ Die Füllung eines Ganges im Sumelatale mit Kalkmelaphyrbreccie deutet auf seine Gleichzeitigkeit mit dem benachbarten Sumelaausbruch (S. 43). [Auftreten bei 1420 m in Werfener Schichten-Muschelkalk.]

⁶³⁾ W. Penck, Der geologische Bau des Gebirges von Predazzo. Neues Jahrb. f. Min. 1911, Beilageband XXXII, S. 301. Die Laven des Mt. Agnello, Mt. Feudale wird man schwerlich als „Fazies“ der liegenden Latemarkalke ansprechen können.

⁶⁴⁾ Richthofen (Predazzo, 1860, S. 321) kam auf Grund ganz anderer Ueberlegungen zu demselben Altersverhältnis.

schärfste ausprägt, weist auf Pizmeda. Weiter: Viezzena NW, Forcella O, Latemar S—SSW—SSO. Es ist kein Konvergieren nach einem Punkt, es ist ein Hinweisen auf ein ganzes Gebiet; und dieses Gebiet war der Sitz der jüngsten und größten triadischen Eruptionen des Fassatales.

5. Tektonik von Buffaure.

Buffaure ist nicht erhalten geblieben, wie es die Rekonstruktion auf S. 65 angedeutet. Große Störungen haben die tiefsten Melaphyrgebilde neben die höchsten Lavadecken und Tuffschichten gebracht (S. 57, 60), mächtige Brüche haben das gesamte Gebirge von seiner Umgebung losgetrennt (S. 28, 65). Nun gilt es, diese neuen Züge im einzelnen zu verfolgen. Sie geben dem Gebirge ein neues Gepräge: es überdeckt die tertiäre Gebirgsbildung ein Gebiet der triadischen Störungen, diese alten Linien verwischend oder zu neuer Schärfe hervorhebend.

Zuerst soll Buffaure auch tektonisch umgrenzt werden. Zu diesem Ende beginnen wir im Süden und unterziehen die Verhältnisse im Nicolotal einer Betrachtung. Auch dort wollen wir etwa in der Mitte des Tales anfangen, wo die Auflagerungsfläche der Melaphyrbreccie auf Marmolatakalk durch eine kleine, etwa N—S streichende Verwerfung östlich abgeschnitten ist.

Während der Marmolatakalk in drohenden Wänden von der Talsohle gegen Norden ansteigt, wölbt sich der Col del Lares als schwarzer bewaldeter Buckel zu 2126 m auf. Melaphyr in brecciöser Entwicklung mit zahlreichen Kalkeinschlüssen setzt den Berg zusammen. Er hat nicht etwa den Marmolatakalk durchbrochen: wo sich an ihn Sedimente anschmiegen, gehören sie der unteren Trias an.⁶⁵⁾ Der Col del Lares liegt also stratigraphisch gesprochen in viel tieferem Niveau, als der Marmolatakalk. Dieser mit den Melaphyren und der klassisch aufgeschlossenen Auflagerungsfläche erscheint tief versunken gegenüber den Gesteinen an der linken Seite des Nicolotales (VI). Ganz anders gestalten sich

⁶⁵⁾ Diese liegen in derselben Höhe wie der Marmolatakalk der Buffaurealm (ca. 2100 m) und fallen gegen N—NW ein.

die Verhältnisse abwärts von der Einmündung des Monzoni-ales. Eine Ergänzung der Sedimente über die Lücke des tiefen Nicolotales hinweg läßt die untere Trias der Vallaccia im Süden, die des Rosengarten (Ciampedie, Gran Cront) im Westen als die Fortsetzung der gleichen Horizonte an den Abhängen von Buffaure erscheinen. Es ist schon darauf hingewiesen worden (S. 28), daß diese Seite des Gebirges die einzige ist, an der die Lostrennung von Buffaure nur orographischer, nicht auch tektonischer Natur ist.

Schon durch diese randlichen Verhältnisse im Nicolotale: einmal Zusammenhang mit der unteren Trias der Umgebung, dann Lostrennung von derselben unteren Trias, lassen erkennen, daß eine große Störung Buffaure selbst durchziehen muß.

Von Mazzin im Fassatal an streichen rund um das Gebirge Brüche. S. 65 ist schon der Strecke bis Campitello gedacht worden; ein Zusammenhang mit den viel höher liegenden Schichten im Duron- und Udaital, die nach Ogilvie⁶⁶⁾ in höchst komplizierter Weise übereinander geschoben sein sollen, ist nicht mehr festzustellen.

Von Campitello bis Alba ist die Abtrennung der Laven (südlich) von den Sedimenten (nördlich) sehr augenfällig und auch seit Richthofen⁶⁷⁾ immer wieder betont⁶⁶⁾ 68) worden. Von dieser Verwerfung, die weithin bis über den Fedajapaß streicht, fallen die Melaphyrbreccien in südlicher Richtung, woraus sich die relativ hohe Lage ihres Liegenden, des Melaphyrs vom Sass de Perdafectypus, erklärt (S. 64).

Wesentlich weniger übersichtlich ist die tektonische Umgrenzung von Buffaure gegen Osten: es handelt sich um die Linie Alba—Contrin. Oestlich von ihr sind von Salomon⁶⁹⁾ Ueberschiebungen nach Süden in ausgezeichneter Weise beschrieben worden. Er glaubte (l. c., S. 70), daß beide Gehänge des Contrintales in Zusammenhang stehen. Und Ogilvie⁷⁰⁾ meinte, Ueberschiebungen nach Süden wirklich nach-

⁶⁶⁾ M. Ogilvie-Gordon, Monzoni and Fassa, 1902 bis 1903, S. 30, 80.

⁶⁷⁾ Predazzo, 1860, Profil, S. 239.

⁶⁸⁾ Mojsisovics, Dolomitriffe 1879, S. 363.

⁶⁹⁾ Marmolata, 1895, S. 61 bis 78.

⁷⁰⁾ Monzoni and Fassa, 1902 bis 1903, S. 94.

weisen zu können. Nach genauer Prüfung der Lagerung vom Collaz zum Contrinpaß ergab sich jedoch, daß diese Ueberschiebungen vollständig fehlen. Bleiben die tektonischen Verhältnisse auch noch äußerst verwickelt, so war durch diese Erkenntnis doch festgestellt, daß durch das Contrintal ein Bruch streicht, der zwei voneinander verschiedene tektonische Gebiete scheidet (V).

Der Block des Collaz, der aus den Schichten vom Werfener Niveau bis zum Marmolatakalk besteht, fällt steil gegen NW. Steigt man also talauf, so tauchen immer ältere Horizonte unter das Contrintal. Nahe seiner Stufenmündung ist es Mendeldolomit, darauf Werfener Schichten. Wo nun im Tal Melaphyrgänge in großer Mächtigkeit aufsetzen, ändert sich das Verhalten. Die Werfener Schichten sind verbogen; in etwa 2100 m Höhe kommt als Hangendes Mendeldolomit zum Vorschein, der verschiedenartigstes Fallen zeigt, also von zahlreichen untergeordneten Brüchen betroffen worden ist. Im allgemeinen aber stellt die Scholle, die zum Varos gehört, eine Art Gewölbe dar, das nach Südost sich sanft ab-dacht, nach Nordwest steil einfällt.⁷¹⁾

Die Verwerfung, die unsere Antiklinale vom Collaz im Norden trennt, ist dieselbe, die Salomon⁷²⁾ von hier bis über den Cornatezug nach Nordosten verfolgt hat (VII).

Wie sich dieser Bruch weiter in den Melaphyr des Sasso nero fortsetzt, konnte ich nicht feststellen.

Bemerkenswerterweise kommen an dem Graben, der den Ausfluß des Ciamp de Mez bildet (westlich Varos) als Liegendes des Mendeldolomits Buchensteiner Knollenkalke hervor. Der Aufschluß liegt in ihrem Streichen und läßt weder ein Verfolgen, noch ein Messen des Fallens zu. Ziehen wir aber in Betracht, daß der Mendeldolomit steil gegen NW fällt, daß sein in Wirklichkeit Hangendes unter ihn zu liegen kommt, so gewinnt die Interpretation, die ich in Profil II gegeben habe, an Wahrscheinlichkeit. Die Ueberfaltung gegen Nordwest, die ich an dieser Stelle annehme, ist eine Erscheinung, die sich in kleinem Maßstab an mehreren Punkten wiederholt. Steil-

⁷¹⁾ Mojsisovics (Dolomitriffe 1879, S. 365) gibt von dieser Contrinpassantiklinale sanftes Nordfallen an.

⁷²⁾ Marmolata, 1895, S. 72.

stehende oder nach Nord, resp. Nordwest überkippte Fal-
tungen in den Werfener Schichten können wir beobachten:
im Toai dei Cavai,⁷³⁾ einer kleinen Schlucht westlich über
der Brücke, auf der der Alpenvereinsweg nach dem Contrinhaus
den Bach übersetzt (1782 m); ferner in den großen Aufschlüssen
am Pian de Contrin und südlich vom Sass Bianc gegen den
Col Fersuoc und Contrinpaß zu. Das sind Stützen für meine
Auffassung von Störung VII, denn diese Vorkommnisse deuten
alle auf den tangentialen Druck von Südosten her.

Fassen wir noch einmal den Bau des Varos im Gegen-
satz zum Collaz in kurze Worte: vom Col Ombert spannt
sich über den Contrinpaß eine Antiklinale zum
Varos, die nach Nordwesten steil gestellt und
überfaltet ist.

Diese so verschiedenen Richtlinien machen einen Zu-
sammenhang von Buffaure mit der Marmolata unmöglich.
Bruch V streicht durch das Contrintal.

Die Contrinpaßantiklinale ist durch weitere Verwerfungen
gestört worden. Es scheint, daß namentlich eine solche Linie
größere Bedeutung besitzt (IV). Wenn man vom Contrintal am
Südsaum des Melaphyrstockes aufsteigt, so sieht man die
Werfener Schichten jäh gegen diesen einschließen. Unterhalb
der Mendeldolomitklippen von Varos stehen die Werfener
Schichten senkrecht, während sie nördlich von IV nicht
allzu steil nach NW einfallen. Derselbe Gegensatz im Fallen
wiederholt sich auf dem Kamme von Varos im Mendeldolomit:
nördlich vom höchsten Punkt ist der Dolomit mit mäßigem
NW-Fallen von Melaphyrgängen durchschwärmt, die Spitze
selbst baut sich aus senkrecht stehenden Klippen auf. Noch
weiter gegen WSW gelangen wir ins Nicolotal und gewahren
am Sass Bianc eine staffelförmige Wiederholung
des Kontaktes gegen Melaphyr. Dieser greift hier auf eine
Schichtfläche der anisischen Kalke über (S. 58), und zwar
tut er dies bei 2512 m und 2460 m. Die Sprunghöhe dieser
Verwerfung läßt sich in den liegenden Werfener Schichten
messen; sie ist gering (etwa 50 m).

⁷³⁾ Hier legt sich eine steil geneigte Falte von Werfener Schichten auf
Mendeldolomit.

Innerhalb der Werfener Schichten, die im oberen Nicolotal den Sockel des Ausbruchsgebietes Sasso nero—Sass di Rocca bilden, wird das Verfolgen von Bruch IV etwas erschwert. Er tut sich durch das verschiedene Fallen des Sedimentes kund. Nördlich von ihm fällt die von Melaphyr durchbrochene, untere Trias gegen Nordwest, stimmt also vorzüglich mit der Masse des Collaz überein. Es bildet der ganze Komplex zwischen Ciampaztal, dem eben beschriebenen Bruch im Süden und dem Tälchen Ciamp de Mez eine einzige, nach Nordwest geneigte Scholle. Diese enthält den Ausbruch des Sasso nero.

Vom Bruch IV fallen die Werfener Schichten gegen Süden (SW—SO) ab und stehen im Zusammenhang mit dem Schichtsystem auf der anderen Seite des Nicolotales, dem Cirellegebirge.

Wo nun vom Kamme des nördlichen Gebirges ein Tälchen gegen Süden herabstreicht (etwas östlich der Häusergruppe von Culaut), ändern sich wieder die Verhältnisse. Hier streicht ja die mächtige Verwerfung (I) herab (S. 60), die das Ausbruchsgebiet gegen Westen begrenzt. Sie übersetzt das Nicolotal und wird sich wohl bis zum Monzoni verfolgen lassen.

Westlich von dem Tälchen, in dem Bruch I das Nicolotal erreicht, liegen O-fallende Laven und Breccien, an deren Fuß sich schmale Streifen von Werfener Schichten und Mendolodomit schmiegen. Verschiebungen an kleinen (N—S streichenden) Querbrüchen kommen vor. Wie Kulissen lehnt sich das Sediment an den Melaphyr. Und dies dürfte auch die beste Erklärung für ihr Erscheinen sein: wir sind schon im Bereich der Verwerfung (VI), die Col del Lares von Buffaure scheidet. Verwerfungen sind als Bündel von Brüchen zu verstehen. Ein solcher abgegabelter Ast hat die in Rede stehenden Schollen von ihrer Fortsetzung an der Südseite des Nicolotales abgetrennt. Mit anderen Worten: die untere Trias westlich vom Bruch I gehört tektonisch zum Col del Lares, nicht zu Buffaure. In einem Gebiet, in dem sich, wie hier, mehrere große Verwerfungen kreuzen, kann solche Lagerung leicht entstehen. Die Durchkreuzungsstelle wird zu einer Schütterzone, das heißt zu einem Gebiet größter Zerrüttung, wie wir dies am Ausgang des Ciampaztales in ungleich großartigem Maßstab sehen werden.

Hier im Nicolotal ist mehr der Südflügel von der Zerrüttung ergriffen worden und diese weist uns zum Monzoni, der durch das Auftreten höchstwahrscheinlich tertiärer Tiefengesteine besonders gekennzeichnet ist.

Bruch I streicht durch das Ciampaztal gegen Norden und erreicht an der Einmündung des Contrintales das Fassatal. In der weiten Mulde von Ciampaz tritt der Marmolatakalk des Ostflügels in Kontakt mit den geschichteten Melaphyrbreccien des zentralen Buffaure, die also gegenüber der Collazscholle als tief eingesunken zu betrachten sind. Die besonderen Verhältnisse am Ausgang des Ciampaztales, die O g i l v i e ⁷⁴⁾ veranlaßten, hier ein Intrusionszentrum ersten Ranges für den Melaphyr zu erblicken, müssen wegen der Schichtung der Melaphyrbreccien und wegen einer Reihe von tektonischen Momenten eine Umdeutung erfahren. Dort im obersten Fassatal haben wir einen Punkt von besonderer Wichtigkeit erreicht: die Durchkreuzung dreier großer Verwerfungen: Bruch I, V, Verwerfung: ⁷⁵⁾ Fassatal—Fedajapaß. Auf diese Verhältnisse komme ich später noch einmal zurück.

Gehen wir nun an jene Stelle, an der nahe dem Ausgang des Nicolotales Marmolatakalk neben Melaphyr geraten ist (S. 69). Viel unsicherer als I läßt sich die Verwerfung II verfolgen, die den Sumelaausbruch östlich begrenzt (S. 57).

Im westlichen Val Buffaure ist die Auflagerungsfläche von Breccien auf Marmolatakalk mit einem Mal abgeschnitten (etwa 2000 m Höhe). Melaphyr reicht bis ins Nicolotal hinab und zwar gehört er zum Typus der Sumelaausbruchgesteine (S. 39). Weiter nördlich treten an II von Osten geschichtete Melaphyrbreccien, von Westen das Gestein des Sass de Perdafec. Am Pre di S. Nicolo ist die Ueberlagerung dieses Melaphyrs durch Breccienlaven erreicht (S. 46). Der Punkt ist 2244 m hoch, also 400 m höher als die analoge Ueberlagerung bei Campitello. Der letztgenannte Beobachtungspunkt gehört zum zentralen Buffaure, das gegenüber dem Sumelaausbruch tief versenkt erscheint.

⁷⁴⁾ Monzoni and Fassa, 1902 bis 1903, S. 74, 92.

⁷⁵⁾ Setzt sich nach Salomon (Marmolata, 1895, S. 69) über den Fedajapaß fort.

Noch schärfer prägt sich dieses Verhalten am Ausgang des Grepatales aus, wo rechter Hand geschichtete Laven und Breccien unmittelbar neben Eruptivbreccien des Melaphyrs geraten sind (S. 56). Dieser Bruch setzt über das Fassatal hinweg und läßt sich nach Ogilvie (l. c. S. 82) bis über das Durontal verfolgen.

Gleiches gilt vom mehrfach erwähnten Bruch von Mazzin (III), der von Nordwest in das Gebirge hereinstreicht⁷⁶⁾ und den Sumelaausbruch in zwei Schollen zerlegt. Die nördliche hat annähernd das Fallen der südlichen, ist an ihrem Süden gehoben, so daß die ganze Gesteinsserie noch einmal in den Gesichtskreis des Beobachters tritt (S. 40, 54).

Bruch II, die längste Störungslinie von Buffaure, stellt für das Gebirge zweifellos eine Leitlinie dar. Ihr Verlauf stimmt überein mit der Längserstreckung der Sumelaspalte. Es ist wohl wahrscheinlich, daß hier ein großartiges Beispiel vorliegt, wie tertiäre Gebirgsbildung triadischen Störungslinien folgt. Auch für die Scholle des Collaz ist ein derartiger Konnex wahrscheinlich, wenn auch nicht so offensichtlich. Warum umkreisen gleichsam die großen Verwerfungen (I, IV, V, VII) die mit Melaphyrbreccie erfüllte Spalte? Gleich einem starren Körper ist der Collaz-Sasso nero in Zusammenhang geblieben und als dreieckige Scholle vom übrigen Gebirge losgetrennt worden.

Zweifellos ist, wie ich S. 66 hervorhob, der einfache tektonische Bau von Buffaure nach einem älteren Plane angelegt: tertiäre Störungen sind in großen Zügen durch triadische vorgezeichnet.

Wir haben nun gesehen, daß das zentrale Buffaure, das Gebiet der Melaphyrablagerung, gegenüber den Gebirgen im Süden (S. 68) und im Norden (S. 69) versenkt erscheint. Das Ablagerungsgebiet der Laven und Tuffe liegt aber auch tief gegenüber den beiden Ausbruchstellen im Osten (S. 73) und Westen (S. 73). So erhalten wir das Bild, daß der zentrale Teil von Buffaure als Graben zur Tiefe gesunken ist, während der östliche Flügel (Collaz-Sasso nero) in seiner Höhenlage eine Schrägstel-

⁷⁶⁾ Ogilvie (Fassa and Monzoni, 1902 bis 1903, siehe Karte).

lung gegen NW, der westliche Flügel — ebenfalls hoch liegend — eine solche gegen NO⁷⁷⁾ erfahren hat. Der symmetrische Bau des Gebirges tritt deutlich hervor. Und weiter bestätigt sich, daß Buffaure nicht nur orographisch, sondern auch tektonisch als Einheit zu betrachten ist.

Das S. 65 entworfene Bild stellt sich nun dar, wie es Fig. 3 zu veranschaulichen sucht.

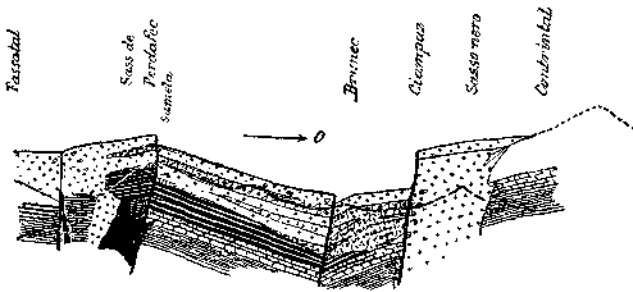


Fig. 3. Buffaure nach der tertiären Gebirgsbildung. ca. 1:100.000.

Es erübrigt noch, die Tektonik des zentralen Buffaure kennen zu lernen. Da ist wieder der Gegensatz auffällig zwischen der Fazies der Breccien im Norden und den Laven im Süden. Das südliche Gebirge des Sass da Dam zeigt große Störungen, nicht so der Zug des Sass da Saliceng. Die geschichteten Breccien liegen dort fast söhlig, sind gegen das Fassatal zu aufgebogen, eine Erscheinung, die wohl als Schleppung an den großen Fassaner Brüchen zu deuten ist.

Die Faziesgrenze gegen die Laven verläuft beiläufig im Grepatal und streicht mit diesem SSO—NNW. Dasselbe Tal ist in eine unregelmäßig entwickelte Synklinale eingesenkt, die das Gebiet geringer Störung im Norden von dem großer Störung im Süden scheidet.

Die Sedimentlinsen, die am Sass da Dam, Bel Col und so fort den Melaphyrbreccien zwischengeschaltet sind, kom-

⁷⁷⁾ Diese Neigung ist nicht einheitlich. Die Gegend des Sumelatales fällt z. B. gegen SW.

men uns in ausgezeichneter Weise zu Hilfe, weil ihr tektonisches Verhalten leichter zu verfolgen ist als das ihres Liegenden und Hangenden.

Greife ich die ganz großen Züge heraus, so muß festgestellt werden, daß der südliche Teil des zentralen Buffaure im allgemeinen ein östliches Fallen besitzt (S. 61). Vom Bruch II gegen Osten zum Bel Col ist das fallen, O bis SO. Am Sass da Dam beginnt eine Schwenkung gegen Nordost, die der Marmolatakalk als Liegendes des Melaphyrs mitmacht. Der Talschluß des Sumelatales dagegen besteht aus Laven und Breccien, die NW fallen (Su l'Aut, Brunec) und sich erst östlich davon gegen Bruch I senken.

Ueberraschend ist das außerordentlich steile Fallen der autochthonen Kalkablagerungen am Bel Col, Su l'Aut, Brunec, Sass da Dam. Wo solche Kalklinsen vorhanden sind, da senken⁷⁸⁾ sie sich zentripetal gegen einen Punkt im obersten Sumelatal (Abb. 4). Das Gebirge, das durch obige Spitzen umschrieben ist, bildet also eine Mulde, fast möchte ich sagen einen Trichter, da die Kalklinsen so steil einfallen. Auch erweckt „Mulde“ die Vorstellung von in Zusammenhang stehenden Ablagerungen. Das ist ganz und gar nicht der Fall. Es müssen zahlreiche kleine Brüche das Gebiet derart durchziehen, daß die Ablagerungen sich rings zunächst sanft zentripetal neigen, dann plötzlich jäh einschließen. Feststellen lassen sich diese vielleicht radialen oder regellos verlaufenden Störungen nur in recht dürftiger Weise. Es lehren uns also die autochthonen Kalklinsen, daß die Gegend größter Versenkung, größten Zusammenbruchs nahe dem Südrand des Grabens, des Mittelstückes von Buffaure, gelegen ist.

Eine besondere Erörterung erheischen die Verhältnisse am Nordabhang des Gebirges zwischen Gries di Fassa und Ciampaz. Es sind fremdartige tektonische Elemente, die sich hier bemerkbar machen. Eine eingehendere Darstellung wird sogleich beleuchten, was ich in diesem Zusammenhang „fremdartig“ nenne.

Beginnen wir die Untersuchung an der von früher her bekannten Scholle von Sries (S. 29). Sie besteht aus Mendel-

⁷⁸⁾ Das Fallen ist vielleicht durch nachträgliche Ausgleichsbewegungen, durch Nachsacken so außergewöhnlich steil geworden (bis ca. 60°).

dolomit und liegt auf Melaphyr vom Sass de Perdafec-
typus. In dem Wasserriß der nach Do Piz aufwärts leitet, ist
die Ueberlagerung aufgeschlossen. Es kann keinem
Zweifel unterliegen, daß der in sich zerbrochene, überstürzte
Dolomit auf den Melaphyr geschoben worden ist,
denn der Melaphyr der Unterlage gehört, wie an anderer Stelle
gezeigt worden ist, in das Niveau über dem Mendel-
dolomit. Die Scholle ist ein Fremdkörper, sie gehört zu den
Gebirgen weiter im Norden (Sellajoch).

Ueber der Scholle, diese aber nicht überlagernd,
kommen geschichtete Melaphyrbreccien zum Vorschein, die
nach oben bei zirka 1660 m durch Werfener Schichten ersetzt
sind. Auch diese Lagerung ist abnorm: Werfener Schichten-
Mendeldolomit auf Breccien des Sass da Saliceng! Randlich
ist diese Sedimentpartie, wie alle später zu erwähnen-
den, von einer Reibungsbreccie umhüllt, die auf erhebliche
tektonische Bewegungen schließen läßt. Ueber ihr (bei zirka
1740 m) folgen abermals Melaphyrbreccien, welche die
Scholle wieder nicht überlagern. Entlang dem ganzen
oberen Sedimentrand, der sich gegen Osten über 500 m er-
streckt, ist dies Verhältnis zu beobachten. Hier überall ist die
randliche Reibungsbreccie mit Kalkbrocken entwickelt. Man
könnte denken, es handle sich um mitgerissene Schollen wie
hoch oben am Sass da Saliceng (S. 49). Dem aber wider-
spricht die Größe der Schollen und der Umstand, daß sie
der geschichteten Melaphyrbreccie wie Kulissen angela-
gert, nicht in sie eingebettet sind.

Ueber der letztgenannten Scholle zieht eine breite Terrasse
unter den Steilhängen des Sass da Saliceng entlang, in denen
der Kalktrümmer führende Breccienhorizont weithin aufge-
schlossen ist.

Es scheint, daß diese Verebnung an eine Verwer-
fung geknüpft ist, denn ihre Fortsetzung gegen Osten weist
uns an den unteren Rand der sehr großen Scholle von
Alba. Ein Profil durch diese (Fig. 5) zeigt uns Werfener
Schichten neben Melaphyrbreccien; darüber Mendeldolomit,
dann söhlig liegende Werfener Schichten,
solche mit NNO-Fallen, höher oben mit SSO-Fal-
len, darüber wieder Mendeldolomit. Ein Querprofil
ist nicht aufgeschlossen, aber es läßt sich am Ostrande der

oberen Mendeldolomitpartie feststellen, daß dieser sich nicht in das Berginnere hineinerstreckt, sondern jäh abgeschnitten erscheint. Scharf zu trennen von den randlich in eine Reibungs-breccie groben Gefüges eingelagerten Dolomitfetzen sind jene Trümmer desselben Sediments, die in Melaphyrbreccie eingebettet sind und auf eruptivem Wege zur Zeit der Trias an Ort und Stelle gelangt sind. Die Scheidung ist deshalb schwierig, weil unsere tektonische Scholle bis zu dem Kalk-

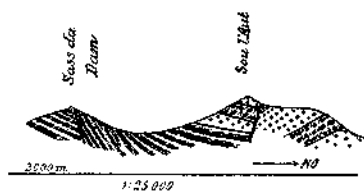


Fig. 4.

trümmerhorizont des Sass da Saliceng hinanreicht (etwa 2200 m).

Die Lagerung innerhalb der Scholle von Alba macht es unmöglich, den Wechsel der Sedimente durch eine liegende Falte allein zu erklären. Es liegt ausgezeichnete Schuppenstruktur vor, wobei die obere Sedimentpartie in der in Fig. 5 angedeuteten Weise nach Süden überfaltet ist

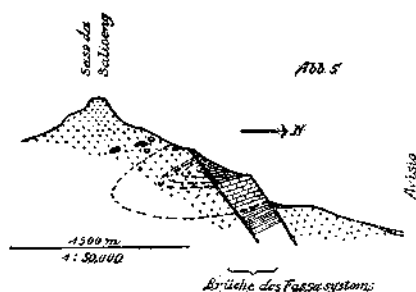


Fig. 5.

und als Ganzes auf die untere Folge von Werfener Schichten geschoben ist; zwischen ihnen und dem aufgeschobenen Mendeldolomit kann also der Muschelkalk gar nicht vorhanden sein (vgl. S. 27).

An drei Punkten, in drei verschiedenen Niveaus lassen sich Stücke von Ueberschiebungsflächen nachweisen. Dazu

kommt noch die durch Verwerfungen verschobene Fortsetzung der Ueberschiebung von Alba in der südöstlich angeschweiften Scholle. Bringen wir diese Verhältnisse in einem Profil zur Darstellung (Profil II), so sehen wir, daß eine ursprünglich einheitliche Ueberschiebungsfläche durch meist gegen Nord einfallende⁷⁹⁾ Brüche zerstückt worden ist und staffelförmig zur Tiefe des Fassatales absinkt.

Es ist im höchsten Maße wahrscheinlich, daß diese Ueberschiebung nach Süden, die nach ihrer Rekonstruktion beinahe 2 km lang ist, eine Fortsetzung der Ueberschiebung am Sella-joch ist. Die Sedimente der einzelnen Schollen können nur von der rechten Talseite des Avisio (von Norden) stammen; ihre gleichen autochthonen Horizonte wären an dieser Stelle von Buffaure tief unter den Laven zu suchen.⁸⁰⁾

Die Sella-joch-Rodella-Ueberschiebung⁸¹⁾ greift über das Fassatal nach Süden und ist in den Gehängen von Buffaure durch W—O streichende Brüche disloziert worden. Letztere dürfen wir mit Ogilvie⁸²⁾ wohl als Zweige der Fassaner Verwerfung auffassen, die von Gries—Canazei gegen den Fedajapaß streicht, hier von Salomon⁸³⁾ des näheren untersucht.

Das Vorhandensein der Ueberschiebung nach Süden darf wohl ein für Buffaure fremdartiges tektonisches Moment genannt werden.

Die O—W streichenden Brüche gewinnen am Ausgang des Ciampaztales hervorragende Bedeutung. Hier, etwas ober-

⁷⁹⁾ Daß diese zahlreichen Ostwest streichenden Brüche gegen Nord geneigt sind, geht aus dem gelappten Verlauf des oberen Sedimentrandes hervor, indem die Denudation Mendelolomitungen als Kämme zwischen Gräben herausarbeitete, in denen geschichtete Melaphyrbreccien zutage treten.

⁸⁰⁾ Nehmen wir an, daß die Auflagerung von Breccien auf Melaphyr ungefähr der Talsohle bei Canazei entspricht, so muß die untere Trias etwa 260 m unter der Talsohle liegen, wobei der Mächtigkeitsbestimmung der ungegliederten Laven die Verhältnisse am Pre di S. Nicolo zugrunde gelegt wurden.

⁸¹⁾ Richthofen (Predazzo, 1860, S. 239) kannte diese Störung schon. M. Ogilvie-Gordon, Monzoni and Fassa, 1902 bis 1903, S. 48 *usf.*

⁸²⁾ S. 75, l. c.

⁸³⁾ Salomon, Marmolata. 1895, S. 69.

halb von Alba durchkreuzen sich: Ciampazbruch (I), der über Penia seine Fortsetzung gegen NO. findet,⁸⁴⁾ der Contrinbruch (V), die Verwerfungen des Fedajapasses und die tiefgreifenden Dislokationen im Fassatal selbst. An diesem tektonischen Mittelpunkt dürfen wir besonders weitgehende Störungen erwarten.

War die kartographische Darstellung der Gehänge zwischen Gries und Alba schon insofern mangelhaft, als nur die wichtigeren Störungen und von diesen nur die sicher nachweisbaren eingetragen wurden, so ist es am Ausgange des Ciampaztales gänzlich ausgeschlossen, ein naturtreues Kartenbild zu entwerfen.

Eine Beschreibung der verwirrenden Einzelheiten ist nicht durchführbar. Ich begnüge mich, einige der größeren Sedimentschollen zu erwähnen, dieselben, die auf der Karte eingezeichnet sind.

Der Weg nach den Alpen von Ciampaz enthüllt uns ein Bild von seltener Komplikation und dies um so mehr, je näher wir von Alba dem Ausgang des Ciampaztales kommen. Ehe der Karrenweg in das Tal einbiegt, betreten wir Werfener Schichten, die steil (fast senkrecht) gegen NW fallen. Nahe dem Ciampazbach ist das Fallen südlich, Melaphyrbreccien schmiegen sich an sie.

In der Ciampazschlucht aufwärtssteigend, überqueren wir bei etwa 1800 m Mendeldolomit, dann Melaphyrbreccien mit verschiedenartigem Fallen, bei 1920 m wieder Mendeldolomit. Ueber dieser Bank wird das Gefälle gering, die Alpen von Ciampaz sind erreicht. Werfener Schichten (Fallen NO) Mendeldolomit (Fallen SW) wechseln ab; sie treten in Kontakt mit Marmolatakalk.

In den wirt durcheinander liegenden Melaphyrbreccien zwischen den Sedimenten stoßen wir alle paar Schritte auf Einschlüsse von Werfener Schichten und Mendeldolomit. Es läßt sich auch bei genauester Begehung des Gebietes keine Gesetzmäßigkeit der Anordnung herausfinden. Ogilvie⁸⁵⁾ sprach das Gebilde — ohne Rücksicht auf die petrographischen Beziehungen zu den Breccien des Sass da Saliceng — als große Intrusion an, die ihre Fortsetzung rechts vom Avisio finden soll. Das ist nicht zugänglich, schon weil wir

⁸⁴⁾ Ogilvie, Monzoni and Fassa, 1902 bis 1903, S. 71.

⁸⁵⁾ Monzoni and Fassa, 1902 bis 1903, S. 71 und a. a. O.

uns, stratigraphisch gesprochen, in hohem Niveau des Melaphyrrablagerungsgebietes befinden. Alle Schollen, groß und klein, sind in grobe Reibungsbreccien verschiedenster Textur gehüllt; die Schichtung der Melaphyrbreccien ist dort zerstört, in geringer Entfernung von den größeren Schollen wieder deutlich wahrnehmbar. Ihr Fallen ist zum mindesten ebenso verworren, wie das der Sedimente.

Ich möchte meinen, daß sich diese weitgehende Zerrüttung durch das Zusammentreffen sehr bedeutender Störungslinien erklärt. Es entsteht durch das Zusammenwirken sehr verschiedener Bewegungen — die Höhen- und Neigungsverhältnisse der Gebirgsschollen zwischen den großen Brüchen geben uns ein Bild von ihnen — eine Schütterzone, in der die beteiligten Gesteine gleich Verwerfungsbreccien untereinander geworfen worden sind. Ich halte das Gesteinsgefüge am Ausgang des Ciampaztales für eine Verwerfungsbreccie von riesiger Textur,⁸⁶⁾ die durch Interferenz verschiedener Bewegungen an der Durchkreuzungsstelle großer Dislokationen entstanden ist.

Nunmehr können wir darangehen,

6. die Geschichte von Buffaure

in kurzem Ueberblick unter Berücksichtigung aller Beobachtungen und Spekulationen zusammen zu fassen. Wir beginnen mit den ersten Eruptionen, die in einem Becken vor sich gingen, das rings von Kalkanhäufungen organischen Ursprungs, von Riffen umsäumt war. Organisches Leben der Riffe wurde erstickt, Laven und Tuffe transgredierte über die Riffe und griffen über Senken zwischen ihnen aus dem Gebiet des oberen Fassatales nach anderen Regionen über (Schneid, Fedajapaß).

Schon die erste Eruption trägt ein eigenes Gepräge: nahe dem Südrand der Mulde reißt eine Spalte⁸⁷⁾ auf, der in ununterbrochener Sukzession Laven entquollen, die sich nach

⁸⁶⁾ Einzelne der größten Schollen haben einen Gehalt von 4 bis 5 Millionen m³ und mehr.

⁸⁷⁾ Ueber die Ursachen dieses Aufreißens oder für das Zustandekommen der Eruption läßt sich bis jetzt nichts angeben. Es scheint aber, nach den Kontaktverhältnissen zu urteilen, daß auch das Magma selbst aktiv war und die Spalten selbst auseinandertrieb.

den tiefsten Depressionen des Meeresbodens wälzten und dort wie ein Kuchen als ungliederte, gleichmäßig dichte Augitporphyrite erstarrten (wegen des reichlichen Olivinegehaltes besser „Melaphyre“). Wolken feiner Magmateilchen, durch Zersprätzen losgerissen, trübten das Meer und kommen an Stellen der Ruhe als Tuffschlamm zur Ablagerung — ein Vorgang, der sich später immer wiederholte.

Nun öffnet sich⁸⁸⁾ am Südostrand des Beckens, wo die Riffe inzwischen zur Höhe gewachsen waren, eine neue Spalte (Sasso nero). Sie setzt durch das Riff (Collaz) selbst hindurch und ihre Produkte treten in Wechselbeziehung zu denen des westlicher gelegenen Herdes. Um sie beide häufen sich vornehmlich die Laven, die unter der Einwirkung des Meerwassers brecciöse Struktur annehmen. Die völlig losgerissenen, erstarrten Magmasprätzen rollen als Breccien in die tieferen Depressionen nahe dem Nordrand des intrasedimentären Beckens. In sie eingebettet, randlich zerrieben, bewegen sich auch Sedimentschollen in der gleichen Richtung, die hauptsächlich in der Sumelaspalte losgerissen worden sind. Das Becken wird mehr und mehr ausgefüllt, Wülste zäher, schollenbedeckter Lava wölben sich schon über den Meeresspiegel, erstarren als Fladenlava, versinken wieder unter die Flut und werden von neuen Decken überkleidet (Dui).

Eine Pause tritt ein. Zu Milliarden bevölkern kleine Organismen das klare Becken; ihre Schälchen sinken zu Boden und bauen eine Kalkschicht auf. Die Einwanderung hört auf, denn von Neuem brechen Laven aus den trümmererfüllten Spalten, wühlen die weiche, schlammige Ablagerung auf und begraben sie tief unter sich. Es erlischt die vulkanische Tätigkeit.

Weiter im Süden hat sie begonnen, hat gewaltigen Umfang angenommen.

Die Spannungen der meeresbedeckten Erdkruste lassen in den hochgetürmten Riffen Klüfte aufreißen, die durch gewaltig injiziertes Magma erweitert werden und dies vielleicht noch zu einer Zeit, als im Fassaner Becken die letzten Laven und Breccien gefördert wurden.

Die Sedimente geologischer Perioden häufen sich auf die triadischen Vulkane.

⁸⁸⁾ Siehe Anm. 87.

Nun erwachen im Tertiär wieder die schlummernden Kräfte der Erdkruste.

Tangentialer Druck macht sich zuerst geltend: von Norden her werden Sedimente der unteren Trias auf Melaphyr und übereinander geschoben. In der benachbarten Marmolata entstehen die liegenden Falten und Ueberschiebungen gegen Süden. Dann erst beginnt die Bewegung in der Vertikalen. Brüche dislozieren die Ueberschiebungen, gewaltig hebt sich das Gebirge aus der Tiefe. Der mittlere Teil von Buffaure bleibt dabei zurück, die beiden Flügel im Osten und Westen, welche die Ausbruchspalten enthalten, wachsen über das gleichsam versunkene Mittelland empor. Neue Bruchlinien, entweder triadischen folgend oder die festen Melaphyrkerne umkreisend,⁸⁹⁾ stellen das in Schollen zerteilte Gebirge nach verschiedenen Richtungen schräg. Buffaure wird fast rundum von den angränzenden Gebieten losgeschält.

Als letzter gestaltender Faktor beginnen Atmosphärlinien ihr Spiel. Sie entblößen uns das ganze Gefüge bis zu großen Tiefen und schaffen das heutige Relief, das uns die Mittel an die Hand gibt, längst vergangene Ereignisse zu verfolgen.

7. S c h l u ß.

Die eingangs geschilderten formellen Gegensätze im Landschaftsbild von Buffaure finden durch den geologischen Bau ihre völlige Klärung.

Die Umgrenzung des Gebirges durch tiefe Talzüge wird uns verständlich, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß sich das rinnende Wasser den Gesteinsstrukturen anzupassen sucht. Am schärfsten prägt sich dies im Fassatal zwischen Fontanazzo und Pozza aus. Der Avisio fließt der Grenzzone zwischen den Sedimenten und den schwer angreifbaren Gesteinen der Sumelaspalte entlang. Die Nebentälchen im Melaphyr zeichnen sich denn auch durch große Steilheit, schluchtartigen Charakter aus: sie haben durchaus jugendliches Gepräge. Wo diese Schluchten gegen Osten in das Gebiet der Laven und Breccien zurückgreifen, finden wir Weitungen, also verhältnismäßig

⁸⁹⁾ Vgl. dazu die Brüche um den Mt. Mulat. (W. P e n c k, Predazzo etc., 1911, S. 370.)

starke Ausräumung. Bemerkenswerterweise finden sich auch alle Kare entweder im Sediment oder im Gebiet der lockeren Laven und Breccien! Bis nach Gries di Passa behält der Avisio seinen sehr charakteristischen Lauf entlang der Verwerfung, die harte Melaphyre (links) neben weiche Sedimente (rechts) gebracht hat. Es ist auch sehr wahrscheinlich, daß die Linie Gries—Contrin vor allem durch die hier verlaufenden Verwerfungen vorgezeichnet war, obwohl hier nicht mehr so ungleich widerstandsfähige Gesteine⁹⁰⁾ nebeneinander liegen.

Die Ausgestaltung des Fassatales ist auf Rechnung glazialer Einwirkung zu setzen. Es ist ein Trogtal, in das die Nebentäler stufenförmig münden. Diese Stufe ist im Contrintal über 200 m hoch. Dadurch, daß sich der Marmolatakalk als Barre über das Tal zieht, die früher den Bach zu kleinem See staute, ist sie besonders scharf ausgeprägt. Sowie wir in das Gebiet der Werfener Schichten kommen, weitet sich das Contrintal und stellte früher ein ausgezeichnetes Sammelbecken für Gletscher dar. Die sanften Formen gehen auch in das obere Nicolotal über, das seine Weitung fluviatiler und glazialer Ausräumung dankt.

Zwischen Col del Lares und Buffaure wird das Nicolotal eng und besitzt steiles Gefälle. Dies erklärt sich aus der Einmündung des Monzonitales etwas unterhalb: eine kleine Konvergenzstufe ist hier entstanden (Monzonibach 1537 m, Beginn der Talweitung oberhalb 1707 m).

Auch die Tiefenlinie des Nicolotales ist vor allem durch tektonische Momente vorgezeichnet (Bruch IV und VI).

Der abgeschlossene Charakter von Buffaure ist nicht allein bedingt durch das steile Niedersetzen widerstandsfähiger Gesteinswände. Die stufenförmigen Mündungen seiner Täler, die nur mit Schwierigkeiten zu überwinden sind, tragen wesentlich zur Unzugänglichkeit bei.

Während im Inneren des Gebirges breite Täler, weitläufige Geländeformen herrschen, durchbrechen die Bäche die Ränder in engen steilen Schluchten. Die Stufe des Sumela-

⁹⁰⁾ Es ist aber wohl denkbar, daß solche Gegensätze früher in höherem, nunmehr abgetragenem Niveau vorhanden waren. Diese Talstrecken könnte man dann epigenetisch nennen. Leider fehlt es an Anhaltspunkten, entsprechende Rekonstruktionen vorzunehmen.

tales ist weit ins Gebirgsinnere gerückt, weil, gleich einer Barre, die festen Gesteine des Sumelaausbruches den Austritt ins Fassatal verwehren; sie liegt bei etwa 1820 m. Bei 1770 m ist die Höhe der Stufe des Grepatales, bei 1980 m die von Ciampaz erreicht. Die Tiefenlage der Grepastufe erklärt sich daraus, daß das Tal viel verzweigt ist und der Gletscher eine Speisung nicht nur aus dem Kare von Su l'Aut, sondern auch vom Bel Col erhielt. In ausgezeichneter Konvergenzstufe vereinigten sich die Gletscher bei Ciamol (rund 2000 m) und räumten gemeinsam die Weitung oberhalb Dui (etwa 1900 m) aus.

Das Nährgebiet des Ciampazgletschers ist in der weit nach Süden gerückten Weitung unter der Zackenreihe des Sasso nero—Sass di Rocca zu suchen.

Glaziale Ablagerungen spielen keine Rolle in der Physiognomie von Buffaure. Im Inneren des Gebirges, im Gebiet leicht zerstörbarer Gesteine, dem Nährgebiet der drei zentrifugal verlaufenden Täler, ist dies nicht zu erwarten. Anders verhält es sich in jenen kleinen Kerben, die dem Außenrand von Buffaure sein lebhaftes Relief verleihen. Es sind kleine Kare, nach außen häufig durch Glazialablagerungen abgeschlossen. Das ausgezeichnete Kar (Karboden etwa 1800 m) des westlichen Val Buffaure ist wie die Weitung von Do le Pale, südlich Campestrin, als Tiefenlinie vorgezeichnet durch die hier austreichenden Verwerfungen (II und III). Als letztes Glied in der Reihe glazialer Hohlformen habe ich Ciamp de Mez, östlich unter dem Sasso nero zu erwähnen. Es mündet mit einer Stufe ins Contrintal (Stufenrand 1960 m, Contrintal 1770 m), Buffaure war selbständiges Zentrum der Vergletscherung; darum auch fehlen erratische Blöcke. Gletscherschliffe habe ich in den leicht verwitternden Gesteinen nur an einer Stelle gefunden: an der Stufenmündung des Grepatales in etwa 1610 m Höhe gegen WSW weisend.

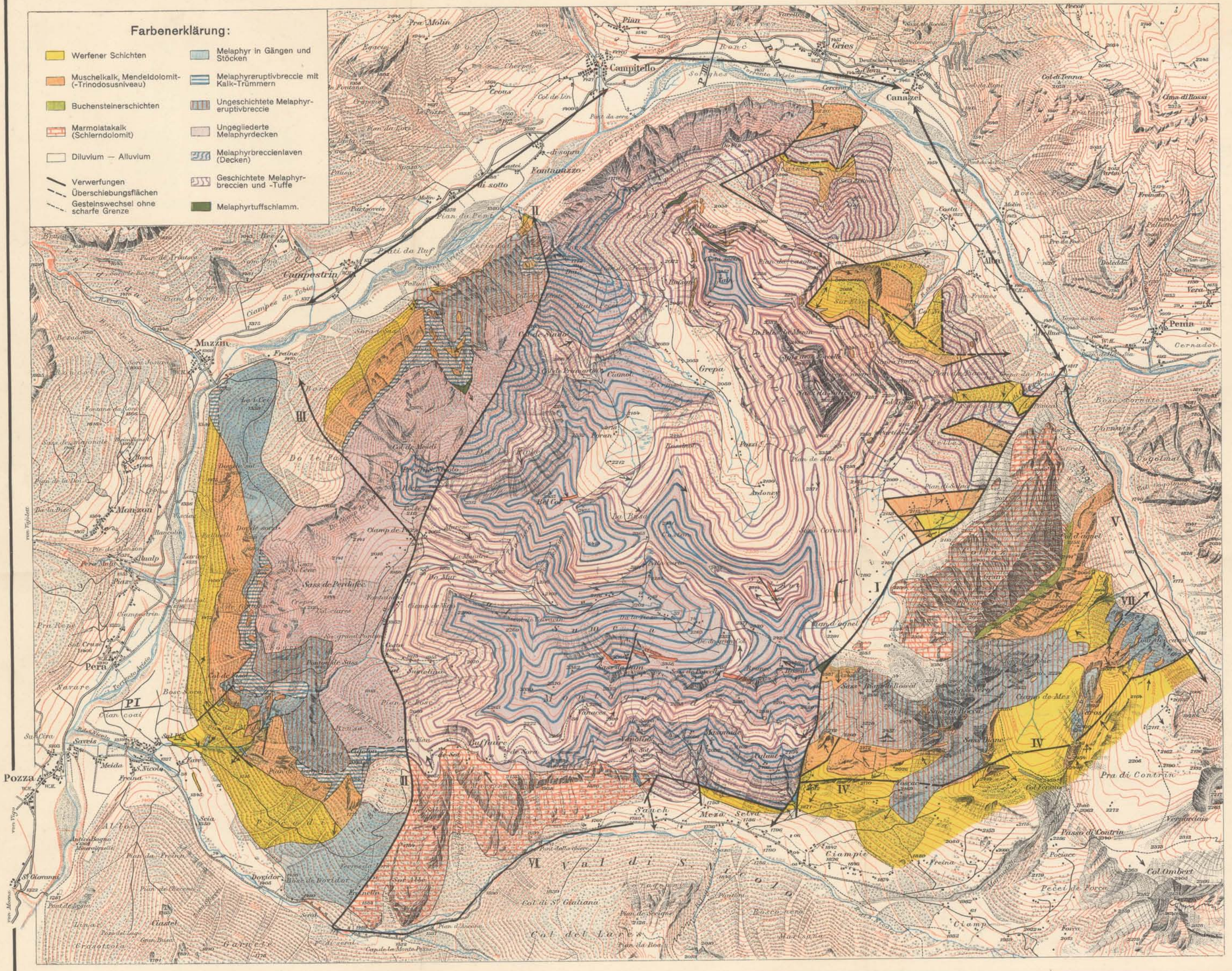
Werfen wir noch einen Blick auf die Gipfformen, so fällt uns als regelmäßigstes Gebilde die Bastion des Sass da Saliceng auf. Hier liegen die zu rundlichen Formen verwitternden Melaphyrbreccien horizontal. Wo sie geneigt sind, dürfen wir ähnlich regelmäßige Gestalten nicht erwarten. Das gesamte Gebiet des zentralen Buffaure, das mit dem stark dislozierten Verbreitungsbezirk der Breccienlaven zusammenfällt, ist durch scharfe Kämme, lang gezogene

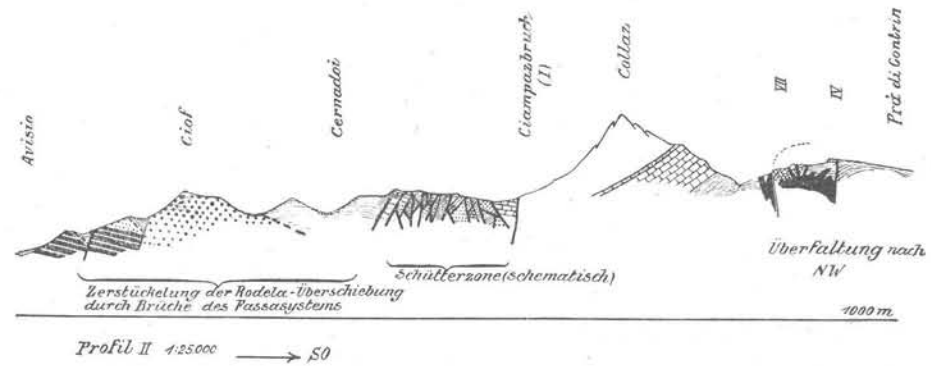
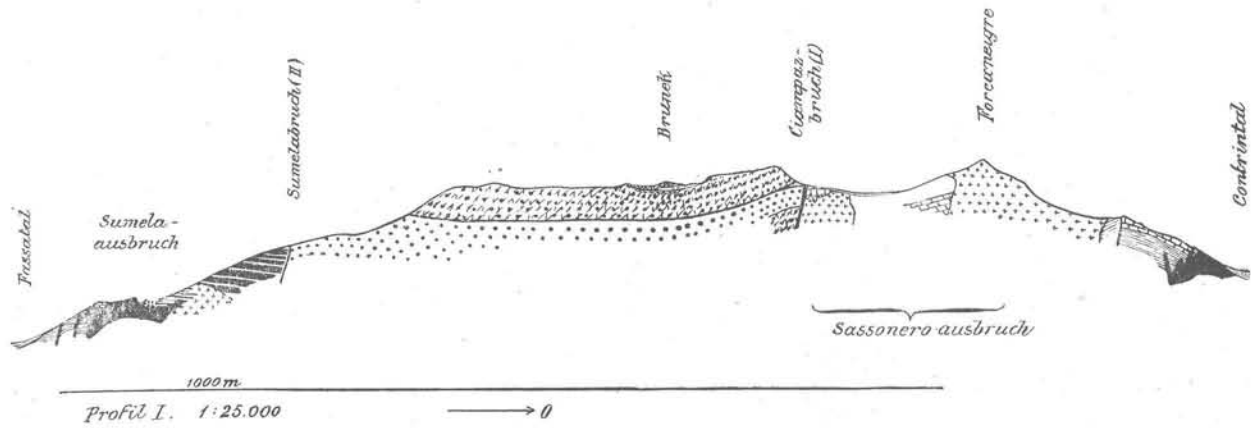
Schneiden charakterisiert. Leichte Zerstörbarkeit der Gesteine und ihre Schrägstellung führten zu den anmutigen, weiten Geländeformen. Wie sehr die Dolomitherge (Collaz) und besonders die aus widerstandsfähigen Eruptivbreccien aufgebauten Spitzen des Sasso nero-Zuges, die jähren Abstürze am Sass de Perdafec mit dem Wiesenland des zentralen Buffaure kontrastieren, habe ich schon hervorgehoben (S. 22).

Diese landschaftlichen Momente waren der Ausgangspunkt für meine Untersuchungen. In ihrem Verlaufe hat sich ein reiches Bild einer wechselvollen Geschichte enthüllt, während der die verschiedensten und zeitlich weit auseinander liegende Faktoren ihre Tätigkeit entfalteten und ein einheitliches Ganzes schufen, das uns heute als Buffauregebirge entgegentritt.

Farbenerklärung:

- Werfener Schichten
- Muschelkalk, Mendoldolomit-
(-Trinodosusniveau)
- Buchensteinschichten
- Marmoiatakalk
(Schliendolomit)
- Diluvium — Alluvium
- Verwerfungen
- Überschiebungsflächen
- Gesteinswechsel ohne
scharfe Grenze
- Melaphyr in Gängen und
Stöcken
- Melaphyreruptivbreccie mit
Kalk-Trümmern
- Ungeschichtete Melaphyr-
eruptivbreccie
- Ungegliederte
Melaphyrdecken
- Melaphyrbreccienlaven
(Decken)
- Geschichtete Melaphyr-
breccien und -Tuffe
- Melaphyrtuffschlamm.





- 1 Werfener Sch.
 - 2 Muschelkalk, Mendelotomil, Buchensteiner Sch.
 - 3 Ladinische Stufe
 - 4 Autochtone Kalklinsen (ladinisch)
 - 5 Melaphyr im Eruptivskanal übergehend in
 - 6 ungliederte Lavadecken
 - 7 Eruptivbreccie m. Kalkbrocken
 - 8 Ungeschichtete Eruptivbreccie
 - 9 Geschichtete Melaphyr-breccien und -tuffe
 - 10 Gebankte Breccienlaven
 - 11 Tuffschlamm
 - 12 Diluvium Alluvium
- Verwerfungen --- Überschiebungen

