

Ueber die geologischen Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia.

Von A. Bittner.

Mit drei Tafeln (Nr. IV—VI).

Das mir vom Chefgeologen der II. Section, Herrn Oberbergrath E. v. Mojsisovics für den Sommer 1880 zur Aufnahme zugewiesene Terrain umfasst die von mesozoischen Bildungen eingenommenen Antheile der Blätter Zone 22, col. III. (Storo) und Zone 23, col. III. (Lago di Garda — westlich vom See) der neuen Specialkarte. Als Abgrenzung gegen das im Westen anstossende Arbeitsgebiet der I. Section (Oberbergrath Stache) wurde im Allgemeinen die Linie Val Trompia-Caffaro und das Chiesethal von der Einmündung des Caffaro aufwärts, sowie die in dessen Fortsetzung gelegene Tiefenlinie bis Tione angenommen, westlich von welcher Grenze nur mehr die triassischen Schichten zu beiden Seiten des Val Daone, sowie die Züge des Mte. Gajola und Mte. Sole zwischen Roncone und Tione in den Bereich der Begehung zu ziehen waren. Gegen das im Norden und Nordosten anstossende Aufnahmsgebiet des Herrn M. Vacek ergab sich als sehr natürliche Grenzlinie die Einfurchung, welche von Tione aus über den Duronesattel und durch das Thal von Ballino gegen Riva verläuft.

Das Aufnahmsgebiet umfasste demnach ausser der Gebirgsmasse des Mte. Cornovecchio vorzüglich die Gruppe des Mte. Gaverdina und die von jener durch das Ledrothal geschiedene des Mte. Lanino und der Cima della Guardia, an welche sich als Fortsetzung die westlichen Randgebirge des Gardasees, sowie die Umrahmungen des Val Sabbia anschliessen. Das Hauptgewicht bei den Untersuchungen wurde selbstverständlich auf die österreichischen Gebietsantheile gelegt, während die italienischen Districte schon der zugemessenen Zeit wegen etwas flüchtiger behandelt werden mussten; das gilt insbesondere für die gegen die Ebene hinaus den Rand des Gebirges bildenden nachtriassischen Ablagerungen in der Umgebung von Salò und gegen Brescia hin, bezüglich welcher Bildungen allerdings bisher die meisten älteren Beobachtungen vorliegen.

Als Hauptantheil des aufgenommenen Terrains, sowohl was Mannigfaltigkeit der Entwicklung, als was tektonische Gliederung anbelangt, muss wohl der auf Tiroler Gebiet entfallende Abschnitt be-

zeichnet werden. Dieses Gebiet hat sich bekanntlich in neuester Zeit einer ungewöhnlichen Aufmerksamkeit von Seite der Fachmänner zu erfreuen gehabt. Seit Benecke (Geogn.-palaeontol. Beiträge, 1. Bd., pag. 34) im Jahre 1868 den Ausspruch that, dass die südlich von der Linie Riva-Storo gelegene Gebirgspartie eine der interessantesten für das südliche Tirol werden dürfte, sind zu wiederholten Malen Forscher in diese Gegenden gepilgert und haben da ihre Beobachtungen gesammelt und reiche Ausbeute heimgebracht. Die stratigraphischen Elemente dieser Region zum ersten Male klar geschieden und in ihrer Aufeinanderfolge festgestellt zu haben, bleibt das unbestreitbare Verdienst von T. Nelson Dale, dessen Arbeit: „A study of the Rhaetic strata of the Val di Ledro in the Southern Tyrol, 1876,“ geradezu als ein Muster von vorurtheilsfreier, gründlicher und gewissenhafter Darstellung gelten kann. Eine weit umfassendere Aufgabe hatte sich Professor Dr. Richard Lepsius in seinem 1878 erschienenen Werke: „Das westliche Südtirol“ gestellt. Auf den Inhalt desselben, soweit er das von mir begangene Gebiet berührt, näher einzugehen, wird sich in der Folge vielfach Gelegenheit bieten.

Meinem geehrten Chef, Herrn Oberbergrath v. Mojsisovics, welcher mir das aufgenommene Terrain zur Begehung zuwies, bin ich nicht nur dafür, sondern auch für die Mittheilung einer grossen Anzahl von Bestimmungen der aufgesammelten Trias-Cephalopoden zu allergrösstem Danke verpflichtet. Dankbar muss ich auch der kräftigen Mitwirkung und Unterstützung seitens zweier Herren gedenken, die sich mir während der Aufnahmen für einige Zeit angeschlossen hatten; es sind dies Dr. Victor Uhlig in Wien und Herr Toyokitsi Harada aus Tokio, derzeit in Heidelberg.

Einleitung.

Bevor zur Darstellung der Verbreitung der einzelnen Formationen übergegangen werden kann, muss vor Allem bemerkt werden, dass das Gebiet durch eine altbekannte, ausserordentlich scharf hervortretende Tiefenlinie von tektonischer Bedeutung, welcher man gewöhnlich den Namen der Judicarienlinie zu geben pflegt, in zwei sehr verschiedene Antheile getrennt wird. Diese Judicarienlinie erreicht, aus dem Val Rendena herabkommend, etwa bei Verdesina oberhalb Tione die Grenze meines Aufnahmesterrains, trennt von da an in derselben südsüdwestlichen Richtung fortsetzend, die Höhenzüge des Mte. Sole und Mte. Gajola von dem westwärts davon ansteigenden Glimmerschiefer- und Phyllitgneissterrain der Cingledinmasse, resp. von den triadischen und vortriadischen Bildungen des Mte. Cornovecchio und verläuft von Roncone an über Lardaro, Creto und Condino zum Idrosee, wo sie in den Hauptdolomitmassen des oberen Val Sabbia ihr Ende findet. Ihre Richtung ist, wie schon erwähnt, die in den mesozoischen Gebieten der Etschbucht herrschende nordnordöstliche. Da, wo diese Streichungsrichtung in die östliche der lombardischen Aussenzone umbiegt, bei Storo also, stellt sich eine zweite, genau ebenso scharfe Bruchlinie ein, jene von Lodrone-Bagolino-Collio, welche tektonisch ein vollkommenes Ana-

logon und gewissermassen die Fortsetzung der Judicarienlinie bildet. Die Distanz, in welcher sich diese beiden Linien von den im Nordwesten und Norden derselben auftauchenden Tonalitmassen des Adamellogebirges halten, ist eine nahezu gleichbleibende; zwischen ihnen und jenen krystallinischen Massengesteinen verläuft eine Gebirgszone, in welcher auf einer Unterlage von krystallinischen Schiefern mächtige Ablagerungen aus permischer und triadischer Zeit in flacher Lagerung sich erhalten haben, während im Südosten und Süden jener Linien die mesozoischen Gebilde (nur im Norden und Südwesten des Aufnahmgebietes noch von jungpalaeozoischen Schichten begleitet) in äusserst gestörter Lagerung anstossen. Die zwischen der Judicarien-Valtrompia-linie und dem Tonalite liegenden mesozoischen (durchwegs triadischen) Gebilde konnten von mir nur insoferne berücksichtigt werden, als sie in geschlossenen Complexen und nicht allzuweit gegen das Hochgebirge gelegen auftreten, während zahlreichere kleine Partien derselben, mitten in dem von Herrn Oberbergrath Stache studirtem älteren Terrain inselartig erhalten, unberücksichtigt bleiben mussten, um einer gar zu grossen Zeitversplitterung auszuweichen. Die Hauptmasse der von mir begangenen mesozoischen Gebilde westlich der Judicarienlinie umfasst also den mächtigen zusammenhängenden Complex der Cornovecchio-masse (Mte. Stabolfes bei Lepsius) zwischen Val Breguzzo und Val Daone, während die südlich von letztgenanntem Thalabschnitte gelegenen Partien des oberen Val Aperta nur auf einer flüchtigen Excursion besucht wurden. Gerade diese triadischen Massen zu beiden Seiten des Val Daone aber sind aus mehrfachen Gründen von besonderem Interesse; einmal gehören ihnen die neuestens zu einer gewissen Berühmtheit gelangten Contactzonen an der Grenze des Tonalits an (deren genaues Studium durchzuführen sich Herr Oberbergrath Stache vorbehielt) und zweitens liegen in diesem Terrain die wichtigen Petrefactenfundorte von Pieve di Buono, von welchen insbesondere der Name Prezzo bereits vielfach genannt wurde.

Bei den folgenden Mittheilungen wird sich also sehr naturgemäss die Anordnung festhalten lassen, dass von den ältesten zu den jüngeren Ablagerungen vorschreitend jedesmal von den innersten Regionen, also der Masse des Cornovecchio ausgegangen wird, um daran anschliessend die zunächst nach aussen von den grossen Bruchlinien gelegenen Bildungen zur Darstellung zu bringen und so allmählig zur Besprechung der jüngeren, mehr nach dem Aussenrande des Gebirges hin liegenden Ablagerungen zu gelangen.

Triassische Ablagerungen.

Werfener Schiefer.

Uebergehend den die mächtige Grundlage der mesozoischen Ablagerungen bildenden Grödenen Sandstein und diejenigen Schichten, welche man allenfalls als Vertretung der Bellerophonkalke deuten könnte (vergl. Gümbel, Geognostische Mittheilungen aus den Alpen V. und VI.; auch Lepsius, pag. 40), beginnen wir unmittelbar mit

den Werfener Schiefern, über welche mir allerdings ebenfalls nur spärliche eigene Beobachtungen zu Gebote stehen.

Lepsius hat, wie es scheint, gerade dieses tiefste triadische Schichtglied mit besonderer Vorliebe studirt und er theilt die Werfener Schichten (Röth) in 3 Abtheilungen (l. c. pag. 40):

- a) Untere Röthplatten, in den oberen Bänken mit *Avicula (Posidon.) Clarai* in zahlreichen Exemplaren.
- b) Gastropoden-Oolithe, voll von *Holopella gracilior*; es ist das eine Wechsellagerung von mehreren rothen, harten Oolithschichten mit echten Werfener Schieferplatten.
- c) Obere Röthplatten mit *Tirolites Cassianus*, *Naticella costata* und *Myophoria costata*; im oberen Theile dieser Schichten zeichnet sich eine Myophorienbank aus.

Ueber die bisher aus dem westlichen Südtirol und aus den angrenzenden lombardischen Gegenden bekannt gewordene Fauna des Werfener Schiefers wolle man Lepsius, l. c. pag. 111, und Curioni Geologia pag. 117, 118, 149 etc. vergleichen!

Im Allgemeinen sind die Werfener Schiefer von Judicarien nicht allzu petrefactenreich, doch finden sich hie und da Localitäten mit reicherer Fossilführung, von denen vor Allem Castello oberhalb Cimego und einzelne der von Lepsius besuchten Punkte nahe der Tonalitgrenze in den oberen Thalverzweigungen des Torrento Caffaro hervorzuheben wären. Reicher an Petrefacten scheint der Werfener Schiefer des Val Trompia zu sein.

Im Gebiete zwischen Val Breguzzo und Val Daone, sowie südlich von der letzteren Thalspalte nehmen die Werfener Schiefer eine beträchtliche Oberflächenverbreitung ein und bilden da, wo überlagernde Massen erhalten sind, gewöhnlich in halber Höhe der Abhänge eine weitfortlaufende Terrasse, welche sich zwischen die senkrechten Auswaschungsabstürze des (im Val Daone speciell ausserordentlich mächtigen) Grödener Sandsteins und die Felswände des unteren Muschelkalkes einschleibt. Eines der zugänglichsten Profile ist hier wohl jenes, welches der zwischen Praso und Daone vom Dos dei Morti herabstürzende Bach erschlossen hat, doch ist die Lagerung gerade hier eine ziemlich ungünstige, besonders die richtige Beurtheilung der Mächtigkeit sehr erschwerende, da die Schichten mit ziemlich bedeutender Neigung gegen Südosten einfallen, daher man oft ausserordentlich lange in demselben Niveau ansteigt. Lepsius hat (vergl. l. c. pag. 48) dieses Profil genauer studirt; seinen Angaben sei folgende Schichtfolge entnommen:

1. Bozener Quarzporphyr.
2. Buntsandstein (Grödener Sandstein). 300 M.
3. Schwarzgraue Kalke, leberbraun verwitternd, mit gelben, sandigen Schichten und dolomitischen Bänken wechselnd. 23 M. (Bellerophonkalk?)
4. Untere Röthplatten in typischer Ausbildung; dünne, sandige Kalkschiefer mit viel weissem Glimmer; auf den Schichtflächen Wülste und undeutliche Bivalven (Pectines, Myophorien), Gastropoden etc. 40 Meter.

5. Gastropoden-Oolithe. 10 M. Harte, graue Kalkbänke, auf den Verwitterungsflächen die kleinen Chemnitzien, Pleurotomarien, Naticen u. s. w. Dazwischen Schiefer mit undeutlichen Bivalven.

6. Obere Röthplatten. 85 M. Mehr kalkige, als sandige, dünn-schichtige Bänke, voll weissen Glimmers, Kalke und dolomitische Kalke eingelagert.

7. Zellendolomit. 80 M.

Es ist wohl hauptsächlich dieses Profil die Grundlage, wenn Lepsius, pag. 47, die Mächtigkeit der Werfener Schiefer im Stabolfes-¹⁾ massive auf 120—150 M. schätzt. Noch sei erwähnt, dass Lepsius, pag. 354, *Naticella costata* von Praso citirt.

Nördlich von diesem Aufschlusse senkt sich (in, dem Verfläichen des Werfener Schiefers entsprechender Weise) der darüber lastende Muschelkalk steil gegen das Thal herab, je tiefer an den Abhängen, desto steiler einschliessend; er bildet die schuttüberdeckten Gehänge westlich oberhalb Agrone. Bei der Häusergruppe Sevrer oberhalb Agrone ist der Werfener Schiefer noch erschlossen und dieser Aufschluss steht vielleicht an der Oberfläche in unmittelbarem Zusammenhange mit jenem des erwähnten Grabens oberhalb Praso und Daone. Weiterhin gegen Norden dürfte vielleicht der kurze, aber tiefeingerissene Reveglerbach bis in den Werfener Schiefer hinabreichen. Ausgedehnter sind die Aufschlüsse dieses Niveaus im Val Roncone, doch verdeckt massig angehäufter Gehängeschutt in den oberen Partien dieses Thals nahezu jeden Aufschluss am Fusse der Muschelkalkwände und erst gegen den Thalausgang erscheint über einer kleinen Partie von Grödener Sandsteinen, deren oberste Bank weiss gefärbt ist, thalabwärts fallendes Werfener Schiefergestein und am Thalausgange stehen darüber Rauchwacken an.

Noch einmal begegnet man unter dem Muschelkalke den Rauchwacken und Werfener Schiefen in den oberen Theilen des vom Mte. Penna gegen Osten herabkommenden Grabens, in der Nähe einer hochgelegenen Alphütte. Thalabwärts schneidet dieses Vorkommen aber schon unmittelbar bei dieser Malga — sowie auch ostwärts oberhalb derselben — ab an sehr altausgehendem, zum Theil gneissartig ausgebildetem Glimmerschiefer des Val Breguzzo.

Kehren wir von hier nach Praso zurück, um die Fortsetzung des Werfener Schiefervorkommens gegen Süden zu verfolgen. Gegen Osten von Daone erstreckt sich noch eine Strecke weit der grellgefärbte Grödener Sandstein. Von Praso herab zieht eine schroffe Wand gegen Formino, westlich unterhalb welcher der oben erwähnte, vom Dos dei Morti herabkommende Bach zum Chiese hinabfällt. Unter dieser Wand, dem Verlaufe des Baches entsprechend, zieht zweifelsohne der Werfener Schiefer durch, wenn auch hier durch Schutt, der sich vor dem Muschelkalkwalle anhäufen musste, und durch verstürztes Terrain verdeckt. Erst unten am Chiese selbst steht der Werfener Schiefer beiderseits in schroffen Klippen an, in der Nähe der Brücke, welche hier die bei-

¹⁾ Der Bergname Stabolfes (wohl eine Verunstaltung des Wortes „Stablo fresco“ — so heisst die oberste Alphütte des Val Roncone —) fehlt auf der neuen Spezialkarte und ist durch Cornovecchio ersetzt.

den Ufer verbindet und über welche der Weg von Formino und Bersone nach Prezzo führt. Von da an gegen Westen erstreckt sich der Werfener Schiefer bis nahe zu dem Bache, der südlich gegenüber von Daone aus Westsüdwest herabkommt und, besonders in seinem Unterlaufe, nahezu die Grenze zwischen Grödener Sandsteinen und Werfener Schiefer bildend, bald in diesen, bald in jenen der beiden Schicht-complexe sich eingewühlt hat. An diesem Bache gegen Südwesten die Höhen ersteigend, bleibt man durchaus in einem von Alpenwiesen eingenommenen Terrain, in welchem aber der vollständigen Ueberdeckung mit Gletscherschutt wegen kaum hie und da eine Spur anstehenden Gesteins zu finden ist. Westlich davon steigen die flachen Gehänge des Grödener Sandsteins an, östlich erhebt sich, fast durchgehends deutlich stufenförmig hervortretend, der untere Muschelkalk, die Höhen des Mte. Melino (Vorberges von Prezzo) bildend. Von den mit Gletscherblöcken übersäeten Wiesen westlich des Mte. Melino gegen Castello und Cimego hinab hat Lepsius das Fortstreichen des Werfener Schiefers verfolgt. Von Castello speciell citirt derselbe pag. 42, 48, 217 und 350 folgende Petrefacten: *Naticella costata* Mstr., *Turbo rectecostatus* Hauer, *Myophoria* spec., *Pleuromya fassaensis* Wissm., *Posidonomya Clarai* Emmr., *Avicula venetiana* Hauer. Eine Verwerfung längs einer Linie, die oberhalb Strada von der Judicarienspalte abzweigen, die Vorberge von Praso und Prezzo von dem dahinter aufsteigenden Hochgebirge trennen und längs deren der Muschelkalk am Grödener Sandstein abgerutscht sein soll, anzunehmen, wie dies Lepsius pag. 205 und 217 etc. thut, scheint mir überflüssig zu sein, da ja der Werfener Schiefer längs dieser ganzen Strecke zwischen Grödener Sandstein und Muschelkalk nachzuweisen ist. Wenn Lepsius auf seiner Karte das Vorhandensein dieser Störung durch das Ausbleiben von Werfener Schichten im Chiese-Einschnitte zwischen Formino und Prezzo andeuten wollte, so geräth er in Widerspruch mit der Thatsache, dass sie hier doch regelmässig zwischen Grödener Sandstein und Muschelkalk aufgeschlossen sind, und zwar, wie er selbst pag. 218 angibt, in sehr bedeutender Mächtigkeit.

Westwärts vom Mte. Melino liegt Werfener Schiefer auf den Höhen um Malga Narone (vergl. Lepsius pag. 226) und stellt so eine Verbindung her gegen jenen Zug von Werfener Schiefer, der die Basis des Mte. Laveneg, des Mte. Rema (Mte. Cleoba bei Lepsius) und Mte. Doja bildet und welcher weiterhin nach Südwesten die Triaszone an der Grenze des Tonalits unterlagert. Die Aufschlüsse in diesem Niveau sind zunächst des Val Daone auch an dieser Seite ungenügend, insbesondere wegen der schon wiederholt hervorgehobenen Decke von Gletscherschutt; so sah ich in dem tiefeingerissenen Canal della Nova, welcher sicher bis auf die Werfener Schiefer hinabreicht, nur in der Umgebung von Malga Nova di sotto einige lose Stücke von unzweifelhaft in der Nähe anstehenden Werfener Gesteinen. Das Gleiche gilt für den östlichen Fuss des vielfach eine unregelmässige und verstürzte Lagerung zeigenden Mte. Rema. Erst am Passo Bruffione begegnet man wieder besseren Aufschlüssen in diesem Niveau. Der Werfener Schiefer fällt hier in Nordwest unter die schwarzen Muschelkalke des Mte. Doja. Schon in sehr tiefen Lagen der hier aufgeschlossenen Werfener Schiefergesteine trifft man Platten, die ganz überdeckt sind

mit *Naticella costata* Mstr., daneben Myaciten und Gervillien; höher folgen die leicht kenntlichen Gastropodenoolithe, darüber rothes, sandiges Gestein mit Myaciten, wechsellagernd mit den für diese Gegenden gewöhnlichen, mergelig-schieferigen, plattigen, gelbgefärbten Gesteinen, sodann dicht am Fusse des Mte. Doja die nach oben abschliessende Rauchwacke. Lepsius nimmt auch hier wieder (pag. 231) zwischen Muschelkalk und Grödener Sandstein eine Verwerfung und eine Einklemmung der Werfener Schiefer in diese Verwerfung an, wesshalb, bleibt unklar. Ja, pag. 223 spricht er sogar von einer starken Verwerfung zwischen dem Zellendolomite (der Rauchwacke an der Grenze zwischen Werfener Schiefer und dem Muschelkalke) und dem Muschelkalke des Mte. Doja. Es dürfte sehr schwer sein, einzusehen, warum denn gerade hier zwischen den beiden unmittelbar übereinanderfolgenden Schichtgliedern eine Verwerfung liegen solle.

Wie an der Nordseite des Val Aperta, so liegt auch südlich von diesem, correspondirend mit den Höhen um Malga Narone, Werfener Schiefer auf der Cima Serola und an einigen anderen isolirten Punkten. Der Werfener Schiefer des Passo Bruffione dagegen setzt in einem ununterbrochenen Zuge nach Südwesten fort, über Mte. Madréne in das Val di Freg und weiterhin gegen den Pass Croce Domini und ist in dieser Erstreckung besonders durch das Auftreten einer myophorienreichen Bank in seinen obersten Partien ausgezeichnet, welche von Lepsius (l. c. pag. 231 ff.) an zahlreichen Fundpunkten ausgebeutet wurde. Da ich diese oberen Verzweigungen des Val Caffaro nicht selbst besucht habe, so sei hier auf die Angaben von Lepsius und auf Gumbel's Mittheilungen (Ein geognostischer Streifzug durch die Bergamasker Alpen, pag. 174) hingewiesen. Gumbel erwähnt pag. 235 ff. dieser Abhandlung des Vorkommens von *Myophoria costata*, *Naticella costata* und *Tirolites Cassianus* in sehr tiefen Lagen des Werfener Schiefers im Val di Gleno. Die oben mitgetheilten Beobachtungen am Passo Bruffione scheinen eine ähnliche tiefe Lage dieser sonst für die obersten Abtheilungen des Werfener Schiefers als charakteristisch geltenden Versteinerungen anzudeuten¹⁾. Sollten sich ähnliche Funde wiederholen, so dürfte zunächst daraus hervorgehen, dass auch für Judicarien die von Lepsius versuchte Dreitheilung dieser Ablagerungen nicht durchgreifend sei, ferner würde aber auch die ganze alpine Röthfrage in einem den Ansichten von v. Mojsisovics, Gumbel und Lepsius günstigen Sinne der Entscheidung nahegerückt werden. Bekanntlich hat ja E. v. Mojsisovics wiederholt, neuestens noch Dolomitriffe pag. 43, die Ansicht vertreten, dass die Seisser und Campiler Schichten Richthofen's nur als gleichaltrige Facies der Werfener Schiefer anzusehen seien.

Werfener Schiefer südöstlich von der Judicarien-Valtrompia-Linie.

Gaverdina-Gruppe. Als tektonisch zur Gebirgsgruppe des Mte. Gaverdina gehörend, muss der Bergzug des Mte. Gajola und Mte.

¹⁾ Man vergleiche auch die Angaben von Lipold: „Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Idria“, Jahrb. d. k. k. geol. Reichs-Anst. 1871, pag. 437, Tab. X, Profil III.

Sole, der zwischen Roncone und Tione dahinzieht, betrachtet werden. Wie schon bemerkt, schneidet die Judicarienlinie etwa in der Richtung Roncone-Verdesina durch und trennt von dem westlich ansteigenden Hochgebirge einen wenig hohen, einförmigen Bergrücken ab, dessen isolirte Lage gegenüber der Hauptmasse der Gaverdina nur durch den Umstand, dass zwischen beide der untere Lauf des Arno-Bachs sich eingengt hat, bedingt wird. Der Durchbruch des Arno-Bachs aus dem Val di Breguzzo oberhalb Breguzzo und Bondo scheidet wieder den Längszug in die beiden Theile des Mte. Gajola und Mte. Sole. An keinem anderen Punkte des Gaverdinagebirges treten unter dem Muschelkalke liegende Schichten zu Tage. Ihr Auftreten an dieser Stelle fällt mit dem Umstande zusammen, dass die zwischen Pieve di Buono und dem Mte. Sole im Osten des Judicarienbruches das liegendste Glied der Gaverdina bildenden Muschelkalke, welche völlig parallel der grossen Bruchlinie streichen, im Mte. Sole ihr Streichen etwas ändern, so dass es aus einem nordnordöstlichen in ein mehr nordöstliches übergeht, wodurch zwischen dem Muschelkalke und der Judicarienlinie Raum wird für das Auftreten der nächsttieferen Bildungen. Und zwar erscheinen solche hier südlich vom Ausgange des Val Rendena bis zum Bozener Quarzporphyr hinab.

Der bei Verdesina herabkommende Rio Finale bildet in seinem untersten nach Nordosten gerichteten Verlaufe oberhalb des genannten Ortes genau die scharfe Grenze zwischen dem Glimmerschiefer des Cingledin und einer an seinem rechten Ufer auftauchenden Masse von Quarzporphyr, welcher sich in ziemlicher Mächtigkeit bis an die Höhen des Mte. Pozzi erstreckt und gegen Südsüdwesten zwischen den östlich liegenden jüngeren Bildungen und der Judicarien-Bruchlinie keilförmig auszuspitzen scheint. Westlich oberhalb Tione, halbwegs zu den Ciocawiesen, ist der Quarzporphyr noch in einem vom Mte. Sole herabkommenden Bacheinrisse anstehend zu finden, und zwar in unmittelbarer Nachbarschaft von Grödener Sandstein, welcher östlich davon, völlig senkrecht stehend, in einer Mächtigkeit von nur wenigen Schritten Breite anstösst und seinerseits von Werfener Schiefer begleitet wird, die ebenso wenig mächtig und ebenfalls senkrecht aufgerichtet, daneben aufgeschlossen erscheinen; Gastropodenoolithe fehlen auch hier nicht. An der Strasse im unteren Rendenathale, zwischen Verdesina und Tione findet man am rechten Ufer weder den Porphyr, noch den Grödener Sandstein aufgeschlossen; nur ein kleiner Aufschluss von sehr grobem Verrucano-artigem Conglomerate ist hier zu verzeichnen, dagegen findet man den Werfener Schiefer auch hier anstehend, und zwar nahe dem linken Ufer des von den Ciocawiesen herabkommenden Baches; auch hier steht er völlig senkrecht. Dagegen ist der Porphyr jenseits des Val Rendena gegenüber Verdesina mächtig entwickelt zu treffen und hier scheinen sich westwärts von ihm, also vermuthlich in seinem Liegenden (oder innerhalb der Porphyrmassen selbst) noch tiefere Schichtglieder einzustellen, zum mindesten findet man gegenüber Villa di Rendena am Fusse der Abhänge schwarze Thonschiefer und Quarzite, die eine ganz ausserordentliche Aehnlichkeit mit den in Bosnien nachgewiesenen Carbonesteinen besitzen und nur um einen geringen Grad krystallinischer aussehen. In den Quarziten findet

man Pflanzenspuren und unbestimmte Abdrücke, die man vielleicht als verdrückte Bivalven deuten könnte. Diese Schichten dürften jedenfalls eines der liegendsten Glieder der in der Gaverdina - Tosa-Masse aufgeschlossenen Ablagerungen repräsentiren. Da ihr Vorkommen indessen ausserhalb des mir zugewiesenen Aufnahmesterrains liegt, so habe ich keine Zeit an ihre Verfolgung und genauere Untersuchung verwenden können. Die Lepsius'sche Karte hat auf der linken Thal-seite des unteren Val Rendena nur Quarzporphyr bis an den Fluss.

Am Abhange zwischen den beiden Gipfeln des Sole-Zuges, dem Mte. Pizzo und dem Mte. Sole selbst, erscheint hie und da unter dem, selbst die Kammhöhe völlig überdeckenden Tonalitschutte der Grödener Sandstein wieder und setzt gegen Südsüdwesten noch eine Strecke weit fort, scheint aber bereits nahe südwestlich vom Pozzigipfel am Thonglimmerschiefer der westlichen Scholle abzustossen. Auch längs dieser Erstreckung wird er im Osten von Werfener Schiefern begleitet, welche es noch an zwei Stellen aufzufinden gelang, nämlich zunächst Tione in den Wiesen nördlich unmittelbar unter dem Gipfel des Mte. Sole bei dem obersten Häuschen als rothes, sandiges, plattiges Gestein mit Myaciten und Myalinen; ferner südsüdwestlich vom Gipfel des Mte. Pozzi. Weiterhin gegen Roncone dürften diese tiefsten triassischen Niveaus, selbst wenn sie noch vorhanden sind, schwerlich mehr unter den mächtigen glacialen Schuttmassen nachweisbar sein. Von da an gegen Pieve di Buono wird das liegendste aufgeschlossene Glied der Gaverdina allenthalben von Unterem Muschelkalke gebildet, südlich von Creto verschwindet auch jener.

Werfener Schiefer im Zuge des Dosso-Alto. Südlich der Bruchlinie Lodrone-Valtrompia erhebt sich der Zug des Dosso-Alto, welcher tektonisch, insbesondere in seinem Verhalten gegenüber den gegen die krystallinischen Massen des Adamello hin sich anschliessenden Terrains als das vollkommenste Analogon des Mte. Sole bei Tione da-steht. Wie sich von Süden gegen Norden nach und nach tiefere Glieder unter oder vielmehr neben den Muschelkalkmassen der Gaverdina-gruppe herausheben, so auch stellen sich am Dosso-Alto vom Osten gegen Westen immer tiefere und tiefere Glieder der Trias ein. Im äussersten Osten der Valtrompialinie, bei Lodrone, stösst Hauptdolomit der südlichen Scholle mit Quarzporphyr und Verrucano der nördlichen Scholle zusammen. Gegen Bagolino hin stellen sich nördlich vom Hauptdolomit nach und nach die älteren triassischen Horizonte ein und bereits östlich von Bagolino erscheint auch Werfener Schiefer, den ich zwar nicht selbst anstehend beobachtet habe, dem aber wohl ohne Zweifel der von v. Hauer (Schichtgebirge der Lombardei, pag. 18, nach Curioni citirte *Myacites fassaensis* und die von Curioni selbst (Geologia, pag. 152) angeführte *Naticella costata* entstammen werden. Westlich gegenüber Bagolino steht eine kleine Partie von senkrecht aufgerichteten, groben, Verrucano-artigen Grödener Sandsteinen an, zwischen welchen und den analog gestellten oder etwas überkippten Muschelkalkschichten des Dosso-Alto noch genügend Raum bleibt für das Vorhandensein des Werfener Schiefers. Am Manivasattel ist der Werfener Schiefer — und zwar wie es scheint, nur dessen höhere Partien — aufgeschlossen und stösst hier ohne zwischenliegenden Gröde-

ner Sandstein u. a. tiefere Schichten unmittelbar am Glimmerschiefer ab. Die Aufschlüsse sind hier an der Höhe indessen schlecht und auch aus Lepsius' Angaben (pag. 49) erhellt nicht, ob er alle die Petrefacten, die er bei Gelegenheit der Erwähnung des Manivapasses aus der Myophorienbank aufzählt, auch gerade an dieser Stelle gesammelt habe. Ueber Navarino und San Colombano zieht der Werfener Schiefer in die Tiefe des Val Trompia hinab und hebt sich schon halbwegs zwischen San Colombano und Collio wieder auf die südlichen Gehänge, allenthalben sehr steile, meist senkrechte oder schwach überkippte Schichtstellungen zeigend. Val Trompia ist als Fundort für Werfener Schiefer-Petrefacten längst bekannt. Schon v. Hauer nennt l. c. p. 18 den kleinen Seitengraben, der unterhalb Collio vom Mte. Ario herabkommt, als Fundort für *Myacites fassaensis*, *Avicula Venetiana* und Myophorien; desgleichen macht Curioni (Geologia, pag. 117, 118, 149) zahlreiche Punkte, an denen Werfener Schiefer-Fossilien im Val Trompia gefunden wurden, namhaft; neuerlich hat Lepsius bei Collio *Tirolites Cassianus*, *Myophoria costata*, *Naticella costata*, *Turbo rectecostatus* u. a. m. gesammelt. v. Mojsisovics endlich erwähnt (Jahrbuch 1880, p. 703) der Localitäten: Gira alta, Budrio sotto Ivino, Ponte Cavallaro nella Valle Valdaro zwischen Bovegno und Collio als Fundorte schlecht erhaltener Tiroliten der Werfener Schiefer.

Südlich von der Val Trompia-Linie ist das Auftreten von Werfener Schiefen in dem von mir begangenen Gebiete nirgends constatirt worden. Es wäre hier nur einer Stelle zu gedenken, an welcher sie möglicherweise nachgewiesen werden könnten, und das ist der Fuss der Muschelkalkwände im oberen Theile des grossen bei Vestone ausmündenden Seitenthals des Torrente Dignone und im benachbarten Val Tovere. Hier, und zwar in den Umgebungen der Orte: Livemmo, Avnone, Forno d'Ono und Ono scheint es, als würde die Thalsole bis in das Niveau des Werfener Schiefers hinabreichen. Bei Livemmo glaube ich Spuren jener Rauchwacken gesehen zu haben, welche gewöhnlich das Uebergangsglied zwischen Werfener Schiefen und Muschelkalken bilden. In der Thaltiefe des Torrente Dignone um Forno d'Ono bilden den Fuss der Muschelkalkwände sanftgeneigte, begraste Flächen, die aller Wahrscheinlichkeit nach dem Auftreten des Werfener Schiefers entsprechen werden; ich habe indessen diese Verhältnisse nur aus der Ferne gesehen. Die Existenz eines Eisenhammers bei Forno d'Ono dürfte vielleicht ebenfalls auf das Auftreten von Werfener Schiefen zu beziehen sein, da diese ja jenseits des Doss-Altozuges in Val Trompia der Sitz von Eisenerz sind, worüber man eingehendere Mittheilungen in Curioni's Geologia (pag. 120), sowie in Gümbe's Bergamasker Alpen, pag. 179 findet. Uebrigens besitzt Herr Professor Ragazzoni in Brescia, wie ich durch freundliche Mittheilung von Herrn Oberbergrath v. Mojsisovics erfahre, Werfener Schiefer-Petrefacten aus Val Sabbia. Sollten dieselben nicht aus dem Val Dignone stammen?

Zellendolomit.

Als sogenannten „Zellendolomit“ scheidet Lepsius auf seiner Karte die rauchwackenartigen Grenzschiefern zwischen Werfener Schie-

fern und Muschelkalk aus. Da dieses Niveau in seinem Vorkommen ohnehin auf der Karte durch die untere Grenze des zumeist in Steilwänden ansteigenden unteren Muschelkalkes scharf fixirt wird, oft genug aber gänzlich unter dem Schutte am Fusse der Wände verborgen bleibt, endlich palaeontologisch ganz ohne Bedeutung ist, so habe ich dasselbe auf der Karte nicht ausgeschieden. Man vergleiche übrigens betreffs näherer Angaben über dieses Niveau pag. 51 ff. bei Lepsius. Der genannte Autor kennt diese Schichten vom Abhange des Mte. Giugea gegen Val Breguzzo, im Val Roncone, am Dos dei Morti und Cornovecchio (Stabolfes), im Val Bona und am Mte. Laveneg. Bei der Malga Clef unter dem Mte. Rema sind Gypse und Anhydrite in Verbindung mit den Rauchwacken zu finden; ebenso vom Passo Bruffione gegen Val Bruffione hinab und auch weiterhin gegen Südwesten in der Fortsetzung dieses Zuges. Am Passo della Maniva und im oberen Val Trompia fehlt dieser Zellendolomit ebenfalls nicht, wie schon Curioni pag. 122 seiner Geologia angibt. Wichtig ist es, hervorzuheben, dass dieser in Judicarien und der östlichen Lombardei so constante Horizont in der Trias von Recoaro ganz in derselben Weise entwickelt ist und hier ebenfalls als Rauchwacke allein oder in Verbindung mit Gypsen an der Grenze der Werfener Schiefer gegen den Muschelkalk auftritt.

Muschelkalk.

Lepsius gliedert l. c. pag. 54 ff. den Muschelkalk des hier zu beschreibenden Gebietes in folgende Unterabtheilungen:

1. Unterer Muschelkalk = Niveau des *Enerinus gracilis* von Recoaro.

2. Brachiopodenkalk.

3. Halobienschichten = Wengener und Buchensteiner Schichten.

Da weiterhin zu zeigen sein wird, dass in dem Gliede 3 nicht nur die beiden genannten obertriassischen Horizonte zusammengezogen wurden, sondern mit ihnen auch noch eine unterhalb beider liegende Schichtgruppe, welche den oberen Muschelkalk repräsentirt, verschmolzen ist, so wird sich die Gliederung des Muschelkalks für Judicarien und Valtrompia folgendermassen modificiren:

- I. { a) Unterer Muschelkalk = *Enerinus gracilis*-Horizont von Recoaro.
 b) Brachiopodenkalk (Niveau vom Ponte di Cimego), Hauptlager des *Ceratites binodosus*.

II. Oberer Muschelkalk (Niveau von Prezzo und Dosso-Alto), Zone des *Ceratites trinodosus* und des *Balatonites euryomphalus*.

Das unterste dieser drei Glieder bildet die weitaus grösste Masse des im Gebiete auftretenden Muschelkalks, während I b) und II. zusammen genommen nur eine geringmächtige Abtheilung bilden und deshalb auf der Karte unter einer und derselben Ausscheidung begriffen wurden. Demgemäss sollen bei der folgenden Darstellung auch diese beiden oberen, petrefactenreicheren, stratigraphisch enge verbundenen Niveaus gemeinschaftlich aufgeführt und behandelt werden.

Ia). Unterer Muschelkalk.

Die Hauptmasse des petrefactenarmen unteren Muschelkalks wird gebildet von einem mächtig entwickelten Systeme dunkelgefärbter, zu meist dünn geschichteter, hie und da dolomitischer, sehr selten hornsteinführender, nahezu petrefactenleerer Gesteine, die sich am besten mit den Guttensteiner Kalken Niederösterreichs vergleichen lassen. Das Wenige, was von Petrefacten daraus bekannt wurde, beschränkt sich auf — etwas allgemeiner verbreitete — Crinoidenstielglieder, Gastropoden-Durchschnitte und auf das Auftreten Bivalven führender Bänke nach Art jener, wie sie von Recoaro aus dem *Encrinurus gracilis*-Niveau Benecke's bekannt sind. Nur hie und da schieben sich andersgeartete Gesteinsabänderungen ein, so insbesondere im Val trompia und Valsabbia, wo mächtige Massen, insbesondere gegen oben, kleinknollig und wulstig entwickelt sind und daher einen völligen Uebergang in die höheren Abtheilungen des Muschelkalks bilden. In der oberen Hälfte der mächtigen Muschelkalkwände unter dem Cornovecchio-Gipfel im Valbona hebt sich aus den wohlgeschichteten Massen eine undeutlich begrenzte linsen- oder rifförmige Masse unvollkommen geschichteter Gesteine heraus¹⁾.

Verbreitung. Der untere Muschelkalk bildet die Hauptmasse der kalkigen Ablagerungen, welche die Höhen der Gebirgsgruppe des Cornovecchio mit seinen beiden Ausläufern, dem Dos dei Morti und dem Mte. Giugea zusammensetzen. Seine Mächtigkeit ist insbesondere an der Val Daone zugekehrten Seite eine ausserordentliche und mag wohl mit der Annahme von 8—900 Fuss für manche Stellen nicht überschätzt sein. Das gilt insbesondere für die gewaltigen Abstürze unterhalb des Cornovecchio-Gipfels im Val Bona. Der untere Muschelkalk lagert in diesem Gebiete beinahe durchgehends sehr flach, senkt sich gegen die Tonalitgrenze hin gegen Westen und Nordwesten und schiesst gegen die Judicarienlinie anfangs flach, dann immer steiler und steiler in Südost und Ost ein, so dass er zwischen Pieve di Buono und Roncone die westlichen Gehänge des Adanathales nahezu ausschliesslich zusammensetzt. Gegenüber seiner riesig mächtigen Entwicklung im Val Daone erscheint seine geringe Mächtigkeit an der Abdachung gegen Val Breguzzo um so auffallender, insbesondere ist er ausserordentlich reducirt an der Ostseite des Mte. Penna, und hier könnte man bei den thatsächlich sehr gestörten Lagerungsverhältnissen an der Grenze von unterer Trias und Glimmerschiefer leicht geneigt sein, diese anscheinend geringe Mächtigkeit mit Zuhilfenahme von Brüchen und Verwerfungen erklären zu wollen, wenn andererseits nicht gerade hier wieder stellenweise die vollkommen ungestörte Ueberlagerung und das Vorhandensein sämtlicher Schichtglieder vom Werfener Schiefer an durch den Zellendolomit zum unteren und oberen Muschelkalk u. s. f. für

¹⁾ Lepsius erwähnt pag. 54 vom Mte. Giugea gegen Val Roncone eines Korallriffes im unteren Muschelkalk, mit einem globosen Ammoniten; pag. 211 dagegen lässt er den globosen Ammoniten im Schutt des Ronconethals gefunden sein und versetzt anscheinend dasselbe Riff in die Wengener Schichten.

das Gegentheil, d. h. für das thatsächliche Vorhandensein der Gesamtmächtigkeit des unteren Muschelkalks an diesen Stellen spräche.

Im Valbona fällt ein grosser Theil der metamorphischen Marmore in der Nähe der Contactgrenze gegen den Tonalit diesem unteren Muschelkalke zu. Wie im Norden, so bildet er auch im Süden des Val Daone die grösste Masse der über dem Grödener-Sandsteinplateau erhalten gebliebenen Triaskuppen. Trochitenbänke sind nahezu das Einzige, was man hier an organischen Resten in diesem Niveau findet. Lepsius citirt pag. 211 solche ganz aus Trochiten bestehende, bis 5 Fuss mächtige Lagen im unteren Muschelkalke des Val Roncone, gegen den Mte. Giugea hinauf. Desgleichen fand er solche (pag. 206) im Val Bona unter der Wand des Cornovecchio zum Theil schon im Marmor. Völlig marmorisirte Trochitenkalke sammelt man auch höher oben im Val Bona, an der rechten Thalseite, oberhalb der obersten Alphütte. Jenseits des Val Daone, im obersten Val Aperta (Val Bondol) fand Lepsius (pag. 222) diese Trochitenbänke in den unteren Muschelkalken des Mte. Doja. Am Mte. Melino oberhalb Prezzo treten in einzelnen Bänken ebenfalls hie und da Auswitterungen kleiner Crinoidenstielglieder, ähnlich dem *Encrinus gracilis*, auf.

Unterer Muschelkalk der Gaverdinagruppe.

Etwas oberhalb Tione im Val Rendena streicht der untere Muschelkalk, völlig senkrecht aufgerichtet, aus der Cima-Tosagruppe nach Süden herüber in den Zug des Mte. Sole und ist an der Rendenastrasse in seinen hangenderen Lagen durch einen Steinbruch aufgeschlossen. Einzelne Schichtflächen besitzen hier eine knollige, unebene Structur und führen ausgewitterte Bivalven, die schon in ihrer Erhaltung lebhaft an die Vorkommnisse aus dem *Encrinus gracilis*-Niveau von Recoaro erinnern. Es wurden hier gesammelt und annähernd bestimmt:

Myophoria vulgaris Schloth. spec. *

Myacites cf. *mactroides* Schloth. spec.

Pecten cf. *discites* Schloth.

Lepsius (l. c. pag. 200) sah an dieser Stelle Trochiten und kleine Gastropoden. Dieser Muschelkalk setzt in derselben senkrechten bis überkippten Schichtstellung fort durch den Rücken des Mte. Sole in südsüdwestlicher Richtung und ist besonders oberhalb Breguzzo (Nordwest) besser vom Gletscherschutt entblösst zu beobachten. In einer Bank, die zu den liegendsten gehören muss, fanden sich hier spärliche Bivalven, darunter besonders Gervillien. Am Mte. Sole selbst weiterhin gegen das linke Ufer des Arno-Baches hinab durch massenhafte Schuttanhäufungen völlig überdeckt, erscheint er am rechten Ufer des Baches wieder, und zwar gleich oberhalb der Brücke, die dem von Bondo heraufführenden Wege zum Uebergange dient; er streicht von da durch den Rücken des Mte. Gajola gegen Roncone, welcher Ort zum Theil auf ihm selbst erbaut ist. Von Roncone thalabwärts bildet er den scharfen, niedrigen Rücken, der hier das Thal in zwei parallele Theile trennt und zu dessen beiden Seiten je eine Strasse thalabwärts

führt. Die östliche Niederung entspricht hier dem Bachlaufe und ist also als die eigentliche Thalfurche zu betrachten, die westliche Niederung entspricht der Judicarienspalte; der beide trennende Muschelkalkrücken gehört tektonisch zur Gaverdinagruppe. Man hat hier eines der merkwürdigsten Beispiele des Nebeneinanderhinlaufens eines Spalten- und eines Erosionsthals, welche beide Längsthäler sind. Der Roncone-Bach (Torr. Adana) hat hier, anstatt von seinem Austritte aus dem Val Roncone an die bequeme Längsniederung der Judicarienspalte zu benutzen, im Orte Roncone selbst der Muschelkalkwall, welcher sich ihm hier entgegenstellt, durchbrochen und sich jenseits desselben sein Bett in die im Hangenden desselben folgenden weicheren Schichtmassen des oberen Muschelkalkes und der tieferen obertriassischen Gebilde eingegraben; oberhalb der Thalsperre aber durchbricht er zum zweiten Male diesen Zug des unteren Muschelkalks und verbleibt von da thalabwärts in der Tiefenlinie der Judicarienspalte, welche also von da nach Süden (nahezu an allen Stellen) mit der Thallinie zusammenfällt. Der die beiden Längseinsenkungen unterhalb Roncone trennende Muschelkalkkamm ist übrigens in der Mitte seiner Länge (bei Fontanedo) so niedrig, dass die östliche Strasse (die Hauptstrasse) diese Einsenkung benützt, um denselben zu überschreiten und sich mit der alten Strasse zu vereinigen.

Von Fontanedo abwärts hebt sich der Muschelkalkkamm wieder und bildet den felsigen Rücken, längs dessen westlicher Seite sich der langgezogene Ort Lardaro erstreckt. Unterhalb Lardaro durchbricht die Adana den Rücken in sehr schiefer Richtung und derselbe verschwindet, da an dieser Stelle gleichzeitig das Maracthal einmündet, auf eine Strecke weit, in der Umgebung der Thalsperre, vollständig und erhebt sich erst wieder am linken Ufer des untersten Maracthales, von welcher Stelle er in einer ununterbrochenen Felsmauer mit zum Theil überhängenden Wänden das Thal der Adana bis zu deren Einmündung in den Chiese begleitet. Hier, oberhalb Bologna, erreicht dieser Zug von unterem Muschelkalk sein südliches Ende. Als seine Fortsetzung dürfte vielleicht noch ein Theil der Schichten der verstürzten Muschelkalkscholle, welche dem Fusse des Mte. Melino oberhalb Ponte di Cimigo vorliegt, anzusehen sein. In diesem ganzen, nahezu geradlinigen Verlaufe von Val Rendena bis Bologna bei Creto stehen die Schichten dieses Zuges durchaus senkrecht oder nahezu senkrecht, an vielen Stellen zeigt sich sogar eine mehr oder minder bedeutende Ueberkipfung, also ein widersinniges Fallen steil nach Westnordwest. Auf der Lepsius'schen Karte tritt dieser Zug unteren Muschelkalkes nicht genügend hervor. Dass derselbe unterhalb Roncone ganz fehlt, ist wohl durch den kleinen Massstab jener Karte bedingt, im Zuge des Mte. Gajola und Mte. Sole wäre indessen eine etwas präzisere Einzeichnung wohl möglich gewesen. Lepsius lässt diesen unteren Muschelkalk zwischen Tione und Bologna (pag. 203) zwischen den östlichen Dolomitbergen und den westlichen Bergen in der Verwerfung eingeklemmt sein; inwieferne das richtig oder unrichtig ist, wird sich später ergeben.

Unterer Muschelkalk im Zuge des Dosso-Alto.

Der Muschelkalkzug des Dosso-Alto beginnt ungefähr bei dem Oertchen Riccomassimo, östlich von Bagolino, bildet zunächst einen langgezogenen, von mehreren aus dem dahinter aufragenden Plateau des Rothliegenden und Grödener Sandsteingebietes herabkommenden Bächen durchschnittenen, wenig aufgeschlossenen Rücken am linken Ufer des Torr. Caffaro, wird an der Stelle, an welcher Bagolino liegt, von Caffaro gekreuzt und erhebt sich jenseits desselben am rechten Ufer, unmittelbar gegenüber diesem grossen Dorfe in einem geradezu überraschend schönen Aufschlusse mit ziemlich stark überkippter Schichtstellung, um von da am Nordgehänge des Dosso-Alto fortzuziehen bis nahezu zu der Stelle, an welcher der aus dem obersten Val Berga ins Val Trompia führende Fussweg den Kamm überschreitet. An dieser Stelle beobachtet man eine merkwürdige Störung in den Lagerungsverhältnissen. Während bis dahin das Streichen ein im Mittel westsüdwestliches war, bei — gegen Westen hin — weniger steiler Schichtstellung, als sie unmittelbar bei Bagolino sich zeigt, erscheint an der erwähnten Stelle die ganze Schichtfolge mit einem Male nahezu unter rechtem Winkel umgebrochen und zieht — abermals völlig senkrecht aufgerichtet — gegen Nordwest in die Thalsohle des obersten Val Trompia hinab. Man beobachtet diesen merkwürdigen Wechsel am besten auf der Kammhöhe gerade nördlich oberhalb der im obersten Kessel des Val Berga liegenden Alphütte. Im Zusammenhange mit dieser Störung steht offenbar der Umstand, dass der südlich vom Dosso-Alto die rechtsseitigen Höhen des Val Berga bildende Hauptdolomit senkrechte Schichtstellung (entsprechend den tieferen Ablagerungen des Dosso-Alto) zeigt, während derselbe in der Kuppe der Corna Mantice (zwischen Dosso-Alto und Mte. Pezzeda gelegen), plötzlich ganz unvermittelt flach nach Norden einfällt. Die das oberste Val Berga durchsetzende Querstörung ist demnach wohl in Verbindung zu bringen mit einer grossen Bruchlinie, welche das linke Ufer des Torrente Biocelo (Val Ponticello) begleitet und längs welcher die das Massiv des Mte. Serclere bildenden Hauptdolomitmassen (denen auch die Hauptdolomite des mittleren und unteren Val Berga zufallen) im Osten mit älteren triassischen Bildungen im Westen zusammenstossen. Es sei gleich hier bemerkt, dass die Einzeichnung an dieser nordwestlichen Verlängerung gedachter Bruchlinie gegen Valtrompia eine schematische ist und der Natur vielleicht nicht völlig entspricht, da ich diese Stelle zu wenig genau begangen habe. So viel ist sicher, dass vom Westende des Dosso-Alto gesehen das Südgehänge des Valtrompia durchaus nicht als die unmittelbare Fortsetzung des Dosso-Altozuges erscheint, sondern von den scharfcontourirten schroffen Felsabhängen desselben, die aus den steilaufrichteten Schichten des Muschelkalks und der höheren triassischen Ablagerungen gebildet werden, sich sofort durch seine flachen, verwaschenen und augenscheinlich von verstürzten und verrutschten Massen vielfach überdeckten Gehänge auf das Auffallendste unterscheidet. Die an der oben erwähnten Stelle infolge der angegebenen Knickung gegen die Thaltiefe des Valtrompia abgelenkten Schichten, speciell die Massen des unteren Muschelkalkes, bei deren Betrachtung

wir hier zunächst bleiben wollen, scheinen sich aber schon sehr bald wieder zu heben (und zwar schon von oberhalb S. Colombano angefangen) und ziehen von da an abermals in westsüdwestlicher Richtung an den Gehängen empor, so dass man sie von der Einsattlung zwischen Corna Mantice und Mte. Pezzeda nach S. Colombano herabsteigend bereits wieder in recht ansehnlicher Höhe über der Thalsohle verquert. Noch weit höher reicht der untere Muschelkalk hinan auf dem Wege, der östlich oberhalb Collio beginnend über die Kämme in das Val Dignone hinüberführt.

Der untere Muschelkalk reicht hier bis nahezu zur Kammhöhe, welche selbst aus — mit Verwerfung an jenen anstossendem — Hauptdolomite der Pezzedamasse gebildet wird. Während die Schichten des Muschelkalks an den tieferen Gehängen gegen Collio hinab auch hier entsprechend der steilen Schichtung des Werfener Schiefers einzufallen scheinen, dürfte wohl gegen die Höhe des Kammes eine Umbiegung in entgegengesetzter Richtung, mit Einfallen gegen Valtrompia, also im ganzen eine muldenförmige Lagerung, herrschen, doch sind die Aufschlüsse an dem bezeichneten Wege nicht so klar, dass mir diese Beobachtung, was den südlichen Flügel der supponirten Mulde betrifft, über allen Zweifel erhaben schiene. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass der untere Muschelkalk des Dosso-Alto in seiner lithologischen Ausbildung etwas von dem judicariischen darin abweicht, dass er, besonders gegen oben, knollig und wulstig zu werden beginnt, insbesondere seine Schichtflächen häufig zahlreiche, wirt durcheinanderliegende Wülste zeigen. Durch diese kleinknollige Beschaffenheit erinnert er bereits lebhaft an die nächstfolgende Stufe, den Brachiopodenkalk und die Trennung dieser beiden Niveaus des unteren Muschelkalks ist hier also eine minder scharfe, als in Judicarien. Auch scheint er hier gegen Südwesten etwas petrefactenreicher zu werden. So fand ich an dem erwähnten Anstiege östlich ober Collio in ziemlich tiefen Lagen mergelige Bänke mit ausgewitterten Kalkknöllchen, unter welchen viele noch als gerollte Bivalven kenntlich waren. Höher, schon nahe dem Kamme, und nordöstlich von der auf der Karte verzeichneten Casa Cogno stellen sich Crinoiden führende Kalke ein, mit zahlreichen Auswitterungen kleiner Crinoiden-Stielglieder, dazwischen liegenden Seesternen, aber auch Brachiopoden, so dass man im Zweifel bleibt, ob man diese Bänke noch dem *Encrinus gracilis*-Niveau, oder bereits dem Brachiopodenkalke zuzählen solle. Der etwa zu begehende Fehler bleibt in jedem Falle ein geringer, da beide Niveaus palaeontologisch ja eine und dieselbe Zone repräsentiren und zusammen dem unteren Muschelkalke zufallen.

Man vergleiche hier übrigens auch die Angaben Curioni's (Geologia, pag. 157) über die Schichten, welche man zwischen Collio und der Cima di Cogno trifft.

Südabhänge des Pezzedazuges.

Während der Hauptdolomit des Mte. Pezzeda und des Corno di Po in einer Längsbruchlinie an die verstürzten, aus tieferen triassischen Gliedern zusammengesetzten südlichen Gehänge des obersten Valtrompia stösst, wird derselbe im Süden gegen das Val Sabbia regelmässig

von diesen älteren triassischen Bildungen unterlagert. Die mächtige Schichtmasse an der Basis dieser Bildungen besteht aus unterem Muschelkalk, welcher im Val Ponticello beginnend, durch das obere Val Dignone und Val Tovere nach Westen weiterzieht und eine ausgedehnte Oberflächenverbreitung besitzt. Geht man von Lavenone aus im Val Ponticello aufwärts, so findet man, dass die rothen Sandsteine und Tuffe, welche eine so weite Verbreitung im Val Sabbia besitzen und welche auch in den Umgebungen von Lavenone herrschen, am linken Ufer des zweiten grösseren, von rechts kommenden Seitengrabens einer mächtigen Masse von dünngeschichteten, dunkelgefärbten, kleinknolligen und wulstigen Kalken Platz machen, über welche ein beschwerlicher Fussweg hinanführt und die sich schon ihrer lithologischen Ausbildung nach sofort als unterer Muschelkalk deuten lassen, welche Deutung durch die über ihnen folgende Terrasse von Wengener Sandsteinen und Schiefern, in welchen die fruchtbaren Wiesengründe der Gemeinde Presgno liegen, bestätigt wird. Durch die erwähnte Masse von unterem Muschelkalk schäumt der Torrento Biocelo in enger und wilder Schlucht und jenseits derselben schneiden diese Kalke scharf an den Hauptdolomitmassen des Mte. Serclere — offenbar mit Bruch — ab. Aus dem Val Ponticello ist der Muschelkalk — meist steile, düstergefärbte Felswände bildend, zu verfolgen um das obere Val Dignone, in welchem er regelmässig und flach gelagert oberhalb der Ortschaften Ono Degno, Ono, Forno d'Ono und Avenone dahinzieht, nördlich von der Kapelle La Santa den Kamm gegen Val Tovere überschreitet, und in diesem Thale in ähnlicher Weise oberhalb Livemmo, Odeno und Navono hinstreichend die Grenzen meines Aufnahmegebietes verlässt. Weiterhin ist derselbe im Val Irma und Val Marmellino längst durch Curioni (vergl. Geologia, pag. 170 und 179) bekannt.

Weiter thalabwärts im Val Dignone, in der Umgebung von Levranche, erscheint unter den rothen Sandsteinen und Tuffen des Val Sabbia eine Welle älterer Gebilde, deren tiefste Glieder ebenfalls von Muschelkalk gebildet werden. Ich habe denselben auf der Karte nur mit der Farbe des oberen Muschelkalkes eingezeichnet, ohne aber damit behaupten zu wollen, dass nicht auch in seinen tiefsten Lagen schon das *Encrinus gracilis*-Niveau erschlossen sein könnte. Sicher ist dieses der Fall in einer nächst südlich gelegenen Aufbruchzone, jener des Mte. Punal zwischen Nozza und Barghe.

Muschelkalk des Mte. Punal zwischen Nozza und Barghe im Val Sabbia.

Seit dem Jahre 1858, in welchem F. v. Hauer in seiner geologischen Uebersichtskarte der Lombardei die in dem Chiesedurchschnitte zwischen Nozza und Barghe auftretenden dunklen Kalke als Muschelkalk einzeichnete¹⁾, scheint dieses Vorkommen untertriassischer Bildungen so gut wie verschollen zu sein. Die Curioni'sche Karte von 1876 gibt hier nur „*Dolomia metallifera*“ an. In seiner Geologie erwähnt Curioni nichts von einem Vorkommen von Muschelkalk im

¹⁾ Auch auf der grossen v. Hauer'schen Uebersichtskarte der Monarchie ist diese Einzeichnung beibehalten worden.

ganzen Gebiete des Val Sabbia, im Gegentheile geht aus zahlreichen Stellen seiner Mittheilungen hervor, dass er der Meinung sei, so tiefe triassische Schichten kämen in diesem Gebiete nirgends vor. So sagt er pag. 166: „Da die Triasbildungen an der linken Thalseite der Mella im Allgemeinen nach Ost und Südost fallen, so sind im Val Sabbia nur noch die jüngeren Schichten der oberen Trias sichtbar.“ Und ausführlicher wiederholt Curioni diese Ansichten l. c. pag. 148. Verfolgen wir nun seine Angaben über den zwischen Nozza und Barghe vom Chiese durchrissenen Kalkzug des Mte. Puneral, so finden wir zunächst pag. 208 einen Durchschnitt von Nozza, in welchem die Kalke des Castello di Nozza als „*Dolomia metallifera*“ bezeichnet werden. Ebenso erklärt Curioni aber auch weiterhin die Kalkmasse bei S. Gottardo oberhalb Barghe für „*Dolomia metallifera*“, weil dieselbe von „*Terreno a Gervillia bipartita*“ überlagert werde. Diesen Gervillia-bipartita-Schichten fallen nach Curioni (in Folge von auf der Höhe des Mte. Puneral gemachten Fossilfunden) die dunklen Kalke zu, welche thalaufwärts von S. Gottardo den ungeschichteten „erzführenden Kalk“ anscheinend überlagern und bis gegen Nozza mit gleichem Nordwestfallen anhalten, wo sie von den bunten Sandsteinen und Mergeln des Val Sabbia bedeckt werden (pag. 210). Hier geräth Curioni offenbar mit seinen zwei Seiten vorher über die Altersstellung des Kalkes von Nozza geäußerten Ansichten in ärgsten Widerspruch, da dieser Kalk, ohne Zweifel über den schwarzen Kalken der Thallenge liegend, sich zwischen diese und die rothen Schichten concordant einschiebt, daher entweder der Kalk von Nozza oder der Kalk von S. Gottardo nicht „erzführender Kalk“ sein können, weil sie ja nach Curioni's eigenen Angaben in verschiedenen Niveaus liegen würden. In der weiteren Verfolgung dieser Consequenzen kommt Curioni nun zu dem Resultate, dass zwei rothe sandige und Eruptivgesteine führende Niveaus im Val Sabbia existiren, löst aber damit nicht den Widerspruch, welcher erstens darin liegt, dass oberhalb seiner vermeintlichen Raibler Schichten (zwischen Barghe und Nozza) bei Nozza abermals „metallführender Kalk“ folgt, und zweitens, dass zwischen den rothen Schichten von Barghe und Preseglie, welche unterhalb der „*dolomia metallifera*“ liegen sollen, und jenen rothen Schichten von Odolo und Bione, die unter dem Hauptdolomite und deshalb über der „*dolomia metallifera*“ liegen, absolut keine Grenze gezogen werden kann.

Lepsius, welcher Val Sabbia ebenfalls besucht hat, macht p. 92 seines Werkes Angaben, die mit jenen von Curioni nahezu übereinstimmen. Nach seinen Annahmen stiess eine Erhebung bei Sabbio und Preseglie einen mächtigen Porphyrstock empor, seinem Alter nach wahrscheinlich den Halobienschichten, speciell dem Buchensteiner Kalke angehörend; im Norden und Osten umringe diesen Stock hellleuchtender Esinokalk (*calc. metallifera*); die Thallenge oberhalb Barghe durchschneidet diesen Esinokalk, der bei S. Gottardo Korallen und Diploporen führt. Auf dem fast massigen, hier an 450 Meter mächtigen Esinokalke lagern bei Ponte da Ré die Raibler Schichten; sie fallen Nordwest bis Nordnordwest 30 Grad, also vom Esinokalk weg; es sind unten dünnsschichtige, schwarze, wulstige Kalke, etwa 75 Meter mächtig; darüber ebenflächigere, dickere, schwarze Kalke mit kleinen, unbe-

stimmbaren Conchiferen. Dicht vor Nozza setzt ein Eruptivlager durchs Thal, ein zersetzter dichter Augitporphyr, ganz analog dem Gesteine vom Nonsberge. Nun häufen sich die mächtigen bunten Sandsteine, Mergel, Thone, Kalke und Tuffe u. s. w., u. s. w. Soweit Lepsius. Auch er bleibt weiterhin dabei, dass die rothen Sandsteine und Tuffe südlich von Presegliä identisch seien mit jenen von Nozza und Vestone. Leider hat er unterlassen, über die Stellung jener analogen rothen Schichten, die bei Barghe auftreten und nach Curioni unter dem erzführenden Kalke bei S. Gottardo liegen sollen, eine Ansicht auszusprechen. Das aber, was in Lepsius' Darstellung am meisten auffällt, ist der Umstand, dass er den Kalkzug von Nozza ganz mit Still-schweigen übergeht, denselben Kalkzug, dessen Deutung schon Curioni offenbar einige Schwierigkeiten bereitete. Diese Schwierigkeiten des Profils von Nozza nach Barghe lösen sich durch eine etwas veränderte Auffassung der Lagerungsverhältnisse in, wie ich glaube, sehr einfacher und befriedigender Weise. Es ist zunächst, wenn man von Nozza ausgeht, evident, dass die rothen Schichten oberhalb Nozza, sodann der Kalkzug von Nozza, dann der wenig aufgeschlossene Eruptivgesteinszug, dessen Lepsius als Augitporphyr erwähnt, sodann endlich die schwarzen Kalke, die bis über Ponte da Ré thalabwärts anhalten, sammt und sonders in völlig regelrechter und ungestörter Unterlagerung aufeinander folgen und dass diese ganze, eine concordante Schichtfolge darstellende Masse in nicht sehr klaren Verhältnissen, die man bei flüchtiger Begehung allenfalls als Ueberlagerung dieses hellen Kalkes durch jene Schichtmasse deuten könnte, an den hellen erzführenden, klotzigen Kalk von S. Gottardo anstösst; an diesen Kalk endlich stossen — eben so wenig klar an der Grenze aufgeschlossen — die rothen Sandsteine, Tuffe und Eruptivmassen von Barghe und Presegliä. Nun wird man sich aber, wie ich glaube, vergeblich bemühen, sich im Chiesethale selbst mit vollkommener Sicherheit davon zu überzeugen, dass der erzführende Kalk von San Gottardo die nördlich von ihm erscheinenden dunklen Kalke ebenso regelmässig unterlagere, wie dies von Seite jener gegenüber den thalaufwärts folgenden jüngeren Gliedern der Fall ist. Auch frappirt den Beobachter die scharfe Linie, in welcher der erzführende Kalk gegen die rothen Schichten von Barghe und Presegliä abschneidet, besonders von Presegliä gesehen, so sehr, dass man unwillkürlich daran zweifelt, dass hier eine regelrechte Schichtfolge vorliege. Diese Zweifel lösen sich sofort, wenn man gegen Provaglio hinaufgestiegen ist und von dort aus ganz deutlich wahrgenommen hat, wie der dünngeschichtete Kalk des Mte. Punal, welcher auf dessen Höhe flach liegt, gegen das steile Südgehänge dieses Bergrückens plötzlich steil knieförmig sich umbiegt und evident die Kalkmasse von S. Gottardo, welche sich gegen Provaglio hin vor dem Anstiege des Mte. Punal auszuspitzen scheint, unterteuft. Man hat es hier also ganz sicher mit einer Falte zu thun, deren Nordschenkel flacher nach Nord resp. Nordwest, deren Südschenkel aber sehr steil bis senkrecht nach Süd resp. Südost einfällt; eine Erscheinung der Faltenbildung, die sich in derselben Weise immer und immer wiederholt und geradezu als typisch für die Kalk-Aussenzone dieses Gebiets-antheiles gelten kann. In der Mitte dieser aufgebrochenen und vom

Chiese durchrissenen Falte kommen unter der „*Dolomia metallifera*“ von S. Gottardo und Nozza — denn beide Kalkniveaus gehören, wie sich jetzt zweifellos herausstellt, diesem Horizonte an — tiefere triasische Gebilde bis zum unteren Muschelkalke hinab zum Vorschein. Die Einzeichnung der v. Hauer'schen Karte erweist sich also in der That als vollkommen richtig.

Diese zunächst auf die Lagerungsverhältnisse basirte Einreihung der Hauptmasse der Kalke des Mte. Punal al zum Muschelkalk wird übrigens auch durch Fossilfunde unterstützt. Zunächst sei noch erwähnt, dass die tieferen Partien des Muschelkalks oberhalb Barghe, nahe Ponte da Ré, zum Theil ganz dem typisch entwickelten unteren Muschelkalke von Judicarien gleichen; es sind graue, petrefactenleere Kalke, hie und da mit *Encrinus gracilis*-Stielgliedern auf den Abwitterungsflächen. Höher wird das Gestein kleinknollig und auf den Schichtflächen wulstig, ganz wie im Val Ponticello und am Dosso Alto. Hie und da bemerkt man Bivalven-Durchschnitte. Noch höher und näher an Nozza stellen sich wieder dickere Bänke ein. Hier, nicht weit südlich von Nozza fand sich in einer Bank anstehenden Gesteins neben einem grossen Exemplare eines

Ptychites dontianus Hauer. sp.

das Bruchstück eines *Acrochordiceras*. In einem bei Gelegenheit der Strassenbauten losgesprengten Blocke, der nahezu aus demselben Niveau stammen dürfte, steckte neben einer grossen *Myophoria* und einem glatten Pecten ein typischer

Balatonites balatonicus Mojs.

Noch näher gegen Nozza, aber im Niveau nicht weit verschieden, da hier einige untergeordnete wellenförmige Biegungen der Schichten zu beobachten sind, fanden sich neben zahlreichen Auswitterungen grosser Crinoiden-Stielglieder und einer gerippten, *Cardium*-artigen Bivalve

Terebratulula vulgaris Schloth. sp.

Spirigera (*Retzia*) cf. *trigonella* Schloth.

Diese hier erwähnten, petrefactenführenden Schichten gehören wohl, streng genommen, schon dem, die Massen des unteren Muschelkalkes gegen oben abschliessenden Niveau des „Brachiopodenkalkes“ an, dessen Verbreitung demnächst zu behandeln sein wird.

Eine petrefactenführende Localität, die wohl noch dem *Encrinus gracilis*-Niveau zufallen dürfte, liegt dagegen unter dem Steilabhange des Mte. Punal al, westlich in der Nähe von Provaglio di sotto. Hier findet man in den losen, von oben herabgestürzten Platten des Muschelkalks zahlreiche von wirr durcheinanderliegenden Stielgliedern des *Encrinus gracilis* ganz bedeckte Schichtflächen, die in Handstücken nicht von Recoarischen Vorkommnissen zu unterscheiden sind; daneben andere Schichtflächen, bedeckt mit *Myophorien*, *Ostreen* u. s. f. Es wurden unter den hier gesammelten Stücken bestimmt:

Encrinus gracilis Buch.

Myophoria vulgaris Schloth. sp.

Ostrea filicosta Ben.

Myacites cf. *mactroides* Schloth. sp.

Die in dem *Encrinus gracilis*-Niveau von Recoaro so häufige *Myophoria vulgaris* neben ihrer constanten Begleiterin, der *Ostrca filicosta* Ben. kehrt also auch hier wieder, und zwar sogar in besserer Erhaltung als bei Recoaro, wo sie meist nur ausgewittert zu erhalten ist, während man hier die Petrefacten aus dem Gestein selbst heraus schlagen kann. Jedenfalls ist die Uebereinstimmung dieser beiden südlichsten Vorkommnisse von unterem Muschelkalk dies- und jenseits des Gardasees eine überraschend grosse.

Ib) und II. Brachiopodenkalk und oberer Muschelkalk

Ueber der Hauptmasse des unteren Muschelkalkes folgt eine verhältnissmässig geringmächtige Schichtgruppe, welche nahezu überall, wo sie einigermassen aufgeschlossen ist, sich in zwei Glieder trennen lässt, ein unteres, durch das Vorkommen zahlreicher Brachiopoden und nur spärlicher Cephalopodenreste ausgezeichnetes, und ein oberes mit zahlreicheren Cephalopoden und sehr zurücktretenden Brachiopoden. Das erstere Niveau kennzeichnet sich durch seine Cephalopodeneinschlüsse als noch zum unteren Muschelkalke gehörend, während das letztere durch seine Cephalopoden sich als oberer Muschelkalk zu erkennen gibt. Auf der Karte konnten beide ihrer geringen Gesamtmächtigkeit wegen nicht mehr getrennt werden, andererseits empfahl es sich aber auch, sie vereinigt zu lassen, weil sie orographisch und tektonisch genommen als vorherrschend aus weicherem Materiale gebildete Gesteine gegenüber den festen, wohlgeschichteten und steile Felswände bildenden Hauptmassen des unteren Muschelkalkes wie ein zusammengehöriges Ganzes sich darstellen.

Der Brachiopodenkalk kennzeichnet sich durch seine vorwiegend mergelig-kalkige Beschaffenheit und knollige Structur sehr leicht, obschon in den südwestlicheren Gebietsantheilen, wo diese Beschaffenheit gegen das Liegende hin allgemeiner wird, seine Abgrenzung gegen die tieferen petrefactenarmen Massen nicht so leicht sein dürfte, als wie in Judicarien. Zudem wechseln hier die knolligen Kalkmergel häufig mit sandigen Zwischenlagen und sind oft schon an ihrer Verwitterungsfarbe leicht zu erkennen; dieselbe ist nämlich eine auffallend bunte dadurch, dass die aus festerem, kalkigem Materiale bestehenden Knollen ihre ursprüngliche bläuliche Farbe länger beibehalten, als die sie umhüllenden mergeligen Zwischenmittel, welche rasch graue und gelblichbraune Farben annehmen. Brachiopoden-führende und Crinoiden-reiche, mehr kalkige Bänke, die stellenweise vollkommen den Crinoiden- und Brachiopoden-führenden Bänken des Brachiopoden-Niveaus von Recoaro gleichen, liegen insbesondere an der unteren Grenze dieses Niveaus. Andere Bänke des Knollenkalks sind ganz erfüllt mit *Terebratula vulgaris* und ihren Nebenformen und diese Terebratelbänke bilden ein beständiges, wenigstens über weite Strecken hin durch Judicarien und die östliche Lombardei nachweisbares und zugleich leicht in die Augen fallendes Niveau. Seltener sind Cephalopoden in diesen Bänken, sie finden sich aber doch allenthalben, wenn auch meistens nur vereinzelt und fast durchwegs in sehr abgerolltem

Zustande. In den sandigen Schichten liegen massenhaft Pflanzenreste von durchgehends schlechter Erhaltung begraben, gewöhnlich nur als verschwommene kohlige Flecken und Schmitzen, sehr selten aber besser erhalten. Gegen oben vermindert sich der Sand- und Mergelgehalt, das Gestein wird kalkiger, dunkler, compacter, ebenflächiger und plattiger, bleibt aber immer noch etwas glimmerig-sandig, ist dabei stark zerklüftet und deshalb wittern seine einzelnen Bänke in abgerundete Blöcke auseinander, deren Oberflächen sehr oft mit den verschiedenartigsten Fossildurchschnitten gezeichnet sind und in denen die Petrefacten mit gut erhaltener Schale, die meist glatt von dem Gesteine sich ablöst, zu stecken pflegen. Das ist das Niveau des *Ceratites trinodosus* Mojs., *Balatonites euryomphalus* Ben. und *Ptychites gibbus* Ben., welches von Lepsius schon zu seinem Complexe der „Halobienschichten“ gezogen wurde, in Folge einer Verwechslung mit den zum Theil ähnlich ausgebildeten, doch durchgehends schon in Handstücken ziemlich wohl unterscheidbaren Wengener Daonellen-Schiefen, welche aber von jenem Niveau durch die zwischen beiden liegenden, nahezu allerorten leicht nachweisbaren, weil zäheren und auffallende petrographische Merkmale an sich tragenden Buchensteiner Kieselknollenkalke getrennt werden. Dass Lepsius thatsächlich während seiner Begehungen diese erwähnten beiden Niveaus verwechselt und deshalb schliesslich mit den Buchensteiner Kalken zusammen in eine einzige Schichtgruppe zu vereinigen sich veranlasst gesehen hat, innerhalb welcher Altersverschiedenheiten anzuerkennen er erst nachträglich durch die faunistischen Untersuchungen gezwungen wurde, geht aus vielen Stellen seines Werkes hervor. So sagt er pag. 63: „Bei Prezzo folgen über den Brachiopodenbänken zunächst schwarze homogene Kalke und Hornsteinknollenkalke, in denen ich keine Versteinerungen entdecken konnte; in der Höhe zeigt sich in den Hornsteinkalken ein *Pietra verde*-artiger Tuff. Erst auf der Terrasse der Kirche stehen die oberen Halobienschichten an, in denen die reiche Fauna von Prezzo verborgen ist; man findet hier vor allem *Halobia Lommeli*; aus denselben Bänken schlägt man den charakteristischen *Am. euryomphalus* Ben. heraus u. s. f.“ Und weiter führt Lepsius, pag. 65, den *Am. euryomphalus* an aus den schwarzen Bänken vom Dosso Alto, welche unter den Hornsteinknollenkalken liegen, während die eigentlichen Daonella-Lommeli-Schichten am Dosso Alto fehlen und an ihrer Stelle Tuffe auftreten. Als normale Schichtfolge der Halobienschichten in Judicarien und Valtrompia gibt Lepsius schliesslich, pag. 67, folgende an:

1. Schwarze Mergel mit *Daonella parthancensis*.
2. Hornsteinknollenkalke (Buchensteiner Kalke).
3. Obere schwarze Plattenkalke und mulmige Mergel mit *Daonella Lommeli* und Aonen-Ammoniten.

Die Fossilliste vom Dosso Alto entspricht demnach der Schichtgruppe 1, jene von Prezzo aber der Schichtgruppe 3 und die Zuzählung des *Balat. euryomphalus* von Prezzo zu den Daonella-Lommeli-Schichten ist offenbar ein Irrthum. Auf die Gleichartigkeit der Fauna vom Dosso Alto mit dem Niveau des *Balatonites euryomphalus* von Prezzo hat übrigens schon v. Mojsisovics („Dolomitriffe“, pag. 488) aufmerksam gemacht und auch Benecke hat („Ueber einige Muschel-

kalkablagerungen der Alpen“, pag. 56) seine ursprüngliche Angabe bezüglich des Niveaus von *Balat. euryomphalus* dahin berichtigt, dass sein Original dieser Art lose unterhalb Prezzo gefunden worden sei, und zwar in einem Gesteine, welches dem gleiche, in dem die *Spiriferina Mentzeli* bei Pieve di Buono vorkommt, das also offenbar mehr sandig-mergeliger Natur ist. Jedenfalls neigte Benecke damit schon zur Annahme hin, dass man es in *Balat. euryomphalus* mit einer Muschelkalkform zu thun habe. Leider hat Lepsius, wie es scheint, nicht mehr Zeit gefunden, die während der Drucklegung seines Werkes bei ihm zum Durchbruche gekommene richtige Anschauung über die Aufeinanderfolge des oberen Muschelkalks, der Buchensteiner und Wengener Schichten überall berichtend im übrigen Texte verwerthen zu können, und so findet man denn zum Beispiel, nachdem pag. 67 die richtige Aufeinanderfolge hervorgehoben wurde, in der weiteren Folge, pag. 113, eine Fossilliste, in welcher die Petrefacten aller jener drei Stufen durcheinandergeworfen erscheinen. Solchergestalt macht die oben angezogene Stelle, pag. 67, leider zu sehr den Eindruck des nebenher Erwähnten oder nachträglich Eingeschalteten, als dass dadurch die vielen gerade in diesem Abschnitte sich findenden Unrichtigkeiten seiner Darstellung eine wesentliche Abschwächung oder Correction erfahren würden.

Die von Lepsius sogenannten „unteren Halobienschichten“ oder „Schichten mit *Daonella parthanensis*“ sind in Judicarien und in der Lombardei ein weitverbreiteter und ausserordentlich constanter Horizont und speciell in der Umgebung von Pieve di Buono wohl mindestens ebenso auffallend entwickelt und vielleicht leichter zu finden, jedenfalls aber noch petrefactenreicher, als die Schichten mit der *Daonella Lommeli*, ein Umstand, der die Verwechslung beider erklären und vielleicht auch entschuldigen mag.

Brachiopodenschichten und *Bolatonites euryomphalus*-Schichten in der Gebirgsgruppe des Cornovecchio und bei Pieve di Buono. In der Besprechung der Verbreitung dieser Schichten kann bei Pieve di Buono begonnen werden, da die Aufschlüsse hier verhältnissmässig gut oder doch wenigstens leicht zugänglich sind. Der am längsten bekannte Aufschluss des unteren der beiden Niveaus ist wohl jener, welcher schon von Benecke („Trias und Jura in den Südalpen“, pag. 33) erwähnt wurde, und welcher an der Strasse zwischen Creto und Daone liegt, und zwar ganz in der Nähe der Cappella rotunda von Bersone. Benecke fand dort *Spiriferina Mentzeli* Dunker, *Terebratula cf. vulgaris* Schloth. sp. und *Encrinurus liliiformis* Schloth., ausserdem Pflanzenreste (darunter nach „Muschelkalkablagerungen in den Alpen“, pag. 56, *Araucarites recurvariensis* Massal.). Lepsius erweiterte diese Petrefactenliste (pag. 58) durch *Terebratula angusta* Münster. und *Rhynchonella decurtata* Gir. Sowohl Benecke als Lepsius geben an, dass über diesen Aufschlüssen die Halobienschichten von Prezzo folgen. Das ist nicht streng zu nehmen, denn östlich von jenem Aufschlusse folgt an der Strasse gegen Strada hin noch eine geraume Strecke unaufgeschlossenen Terrains, in welchem zahlreiche in den Mauern steckende Blöcke schwarzen glimmerigen Kalkes mit Petrefactendurchschnitten die Anwesenheit

des oberen Muschelkalkes verrathen. In einem Stücke solchen Kalkes fanden sich:

Ptychites gibbus Ben. sp.
Lima aff. *subpunctata* Orb.
Cassianella sp.

Erst kurz vor Strada schneidet die Strasse einige Bänke des nächst höheren Niveaus der Buchensteiner Knollenkalke an, über welchen erst in der unmittelbarsten Umgebung von Strada selbst ein sehr beschränkter Rest der Wengener Daonellenschichten folgt.

Der Brachiopodenkalk ist nahe der oben erwähnten Capella rotunda von Bersone sowohl oberhalb der Strasse, als auch unterhalb derselben, zwischen ihr und dem alten Fahrwege von Creto her, aufgeschlossen; doch werden bei der Lagerung desselben (ziemlich steiles Einfallen in Ostsüdost) nur wenige Bänke abgebaut, welche zum Theil knollig, zum Theil schieferig-sandig sind; in den ersten findet man am häufigsten die *Spiriferina Mentzeli* Dunker, in den sandigen dagegen die schon erwähnten, meist undeutlichen Pflanzenreste. Dieselben Schichten, ebenfalls mit derselben *Spiriferina* trifft man auch höher in ihrer nordöstlichen Fortsetzung am Wege, der von Bersone nach Praso hinanführt. Hier oben wird Alles von Gletscherschutt überdeckt; erst wieder weiterhin, und zwar südwestlich der Häusergruppe Frugone, finden sich theils anstehend, theils lose, abermals bedeutendere Vorkommnisse dieser Schichten, und man sammelt hier Platten voll Crinoidenauswitterungen, welche denen des Recoarischen Brachiopoden-Niveaus äusserst ähnlich sehen und unter welchen hie und da auch eine Brachiopodenform auftritt, die man auf den ersten Blick sofort für *Spirigera trigonella*¹⁾ halten möchte, welche sich aber von der Recoarischen Art durch einen auffallenden Sinus der grossen Klappe unterscheidet. Sie erinnert dadurch ausserordentlich an *Rhynchonella tetractis* Loretz (Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1875, p. 800, Tab. XXI, Fig. 4) und würde die Loretz'sche Art nicht, wie aus der Beschreibung hervorzugehen scheint, thatsächlich einen Rhynchonellenschnabel besitzen, so könnte man geneigt sein, die judicarische Form für identisch mit ihr zu halten, um so mehr, als das Niveau annähernd dasselbe sein dürfte. Auch einzelne abgerollte Ammoniten findet man in den knolligen Kalken desselben Niveaus oberhalb Frugone, sowie auch sehr grosse Chemnitzien und Naticen, wie man sie gewöhnlich für die Esinofacies als charakteristisch anzusehen pflegt. An den Abhängen zwischen Strada und Frugone, insbesondere aber nahe oberhalb Strada in den Weingärten und Kastanienwäldern steht das nächsthöhere Niveau der *Balatonites euryomphalus*-Schichten an und die Mauern liefern hier eine ungemein ergiebige Ausbeute der in den dunklen sandig-glimmerigen Kalken vorkommenden Petrefacten. Einzelne, etwas sandig-schieferigen Lagen angehörende Gesteinsstücke pflegen ganz

¹⁾ Da sowohl Exemplare dieser Art von Recoaro, als auch solche von Köveskallya und Fünfkirchen untersucht wurden und alle eine ausgezeichnete faserige Schalenbeschaffenheit zeigten, so wird diese Art wohl am besten wieder unter ihrem alten v. Schauroth'schen Genusnamen aufzuführen sein. Schon Quenstedt hat übrigens dasselbe gefunden und pag. 235 seiner Brachiopoden erwähnt.

erfüllt zu sein von Schalentrümmern von Cephalopoden und Bivalven, andere enthalten wieder in grosser Anzahl den *Balatonites curyomphalus* und ihm verwandte Formen, denen nur selten ein Exemplar des *Ptychites gibbus* beigesellt ist; noch andere führen neben spärlichen Ammoniten besonders massenhaft eine *Rhynchonella*, welche bisher immer als *Rh. cf. semiplecta* Mstr. angeführt zu werden pflegte und die vielleicht noch näher steht der in einem weniger weit abstehenden Niveau auftretenden *Rhynchonella toblachensis* Loretz (l. c. pag. 799, Tab. XXI, Fig. 5), obschon gerade das von Loretz abgebildete Exemplar dieser Form mit der Mehrzahl der judicarischen Stücke nicht zum allernähesten übereinstimmt. Auch Gastropoden finden sich in diesen Schichten oberhalb Strada in ziemlich grosser Anzahl. Es möge hier zunächst eine Liste der daselbst gesammelten Fossilien folgen, wobei ich, wie schon in der Einleitung bemerkt wurde, die Bestimmung der Cephalopoden Herrn Oberbergrath v. Mojsisovics zu danken habe:

Balatonites stradanus Mojs.

„ *prezzanus* Mojs.

Ceratites trinodosus Mojs.

„ *Benecke* Mojs.

„ *Riccardi* Mojs.

Ptychites gibbus Ben. spec.

Nautilus Tintoretti Mojs.

Euomphalus spec.

Pecten spec.

Lima aff. *subpunctata* Orb.

Anoplophora spec.

Cassianella spec.

Diese Vorkommnisse oberen Muschelkalkes bei Strada sind die letzten Reste der auf den vom Dos dei Morti sich herabsenkenden Massen des unteren Muschelkalkes aufgelagerten jüngeren Bildungen. In weit grösserer Verbreitung findet man diese jüngeren Bildungen auf der Höhe der Kämme, doch stellen sich ihrer Ausbeutung hier selbstverständlich mancherlei Hindernisse entgegen und auf flüchtigen Touren, die grösstentheils der Cartirung gewidmet sind, muss man sich öfter, als man möchte, begnügen, das Vorhandensein der betreffenden Niveaus constatirt und ihre Grenzen annähernd richtig fixirt zu haben. An der Südseite des Dos dei Morti liegen die beiden Niveaus des Brachipodenkalkes und des oberen Muschelkalkes nahezu durchgehend in einer schmalen Terrasse von sehr steiler Böschung, welche sich zwischen den grösstentheils unersteiglichen Wänden des unteren Muschelkalkes und einer hangenden Steilwand, die den Buchensteiner Kalken zufällt, einschaltet und welche nur an wenigen Punkten leichter zugänglich sein dürfte. Und gerade an solchen Punkten pflegt dieselbe dann völlig überrast zu sein und zeigt oft nicht die Spur eines anstehenden Gesteins, oft nicht einmal lose Blöcke, so dass man solche Stellen überschreiten kann, ohne das Mindeste von dem Vorhandensein dieser petrefactenreichen Schichten zu merken. Das ist z. B. der Fall im obersten Theile des zwischen Praso und Daone herabkommenden Gra-

bens. Nur tiefer unten geben auch hier zahlreiche herabgeschwemmte Blöcke mit der charakteristischen grauen Verwitterungsrinde, aus welcher sich die zahlreichen Petrefactendurchschnitte scharf und deutlich abzuheben pflegen, Kunde von dem Vorhandensein des oberen Muschelkalkes. Unter diesen losen Stücken findet man hie und da ein plattigeres Gestein mit zahlreichen Daonellen, zwischen welchen einzelne kleine Ceratiten (*trinodosus* Mojs.) und die charakteristische, schon oben erwähnte *Rhynchonella* cf. *Toblachensis* Loretz liegen. Sie gehören ohne Zweifel demselben Niveau an. Die *Daonella* ist nach Herrn Oberbergerath v. Mojsisovics identisch mit

Daonella Sturi Ben. spec.

Weiter westlich constatirte Lepsius (pag. 58 und pag. 206) das Vorhandensein auch des Brachiopodenkalkes. Er fand im Schutte der Wände des Valbona unterhalb des Cornovecchio (Stabolfes) *Terebratula vulgaris* und *Rhynch. decurtata*.

Reichere Aufschlüsse bietet der oberste Kessel des Val Roncone in der Umgebung der Alphütten Stablo fresco und La Valino. Hier dürfte im Anstehenden zu sammeln es sich der Mühe wohl lohnen. Wo der Weg von der letztgenannten Malga nach Südosten den Kamm zwischen Dos dei Morti und Mte. Stabile überschreitet, liegen die Schichten des oberen Muschelkalkes frei zu Tage, ohne von dem Buchensteiner Niveau bedeckt zu sein. Dem *Balatonites euryomphalus* Ben. verwandte Formen und *Rhynchonella* cf. *Toblachensis* Lor. fallen auch hier durch ihr häufiges Auftreten zunächst in die Augen, tiefer liegen Bänke voll Brut einer *Daonella* (*Posidonomya*), darunter die knolligen Kalke des Brachiopoden-Niveaus, in welchen ich indessen hier keine Fossilien sah, wohl nur in Folge geringen Zeitaufwandes. Hie und da steckt Eruptivgestein innerhalb dieser Schichten. Von hier stammen folgende Arten von Cephalopoden:

Balatonites prezzanus Mojs.

Ceratites trinodosus Mojs.

Norites cf. *gondola* Mojs.

Eine weitere Stelle, an welcher ich oberen Muschelkalk kreuzte und gut aufgeschlossen fand, liegt östlich unterhalb des Mte. Penna, in dem Thalkessel zwischen diesem Berge und seinen Ausläufern, Mte. Giugea und Mte. Lavetto, in dem obern Anfange des von hier gegen Val Breguzzo hinabziehenden Grabens. Hier sind etwa 10 Meter unterhalb der charakteristischen kieseligen Knollenkalke des Buchensteiner Niveaus Bänke voll schön erhaltener grosser Daonellen zu finden, zwischen welchen auch hier einzelne kleine Ammoniten (*Megaphyllites scandalinus* Mojs. und *Ptychites* spec. indet.) liegen. Die *Daonella* ist dieselbe, wie die am Aufstiege vom Praso zum Dos dei Morti lose gefundene, also:

Daonella Sturi Ben. spec.

Der untere Muschelkalk ist an dieser Stelle, wie schon oben hervorgehoben wurde, auffallend geringmächtig.

Die südlich des Val Daone liegenden Muschelkalkpartien des Mte. Laveneg, Mte. Rema, Mte. Doja u. s. f. habe ich viel zu flüchtig gesehen, um den Mittheilungen von Lepsius über dieses Gebiet etwas Neues hinzufügen zu können. Ich möchte nur eine Bemerkung hier einschalten. Pag. 224 nämlich sagt Lepsius: „Ueber den unteren Muschelkalken des Mte. Cleoba (Mte. Rema der neuen Karte) liegen Halobienschichten, und zwar zu unterst schwarze Kalke mit mulmigen Mergelzwischenlagen, in denen sich hier *Halobia Lommeli* fand, dann folgen Knollenkalke, darüber Marmor, und darüber wieder Knollenkalke vom Typus der Buchensteiner Kalke des Valtrompia.“ Pag. 227 wird der Fundort der *Daonella Lommeli* näher bezeichnet als im Bach-einrisse oberhalb der Malga Cleoba (richtiger Cleabà) gelegen. Es scheint aus diesen Mittheilungen hervorzugehen, dass die hier aufgefundenen *Daonella* dem untersten Niveau der Lepsius'schen Halobienschichten, also dem oberen Muschelkalke angehören, daher sie wohl von der erst über den Buchensteiner Knollenkalken erscheinenden *Daonella Lommeli* verschieden sein wird. Vielleicht ist es dieselbe Art, die kurz vorher von mehreren Punkten nördlich des Val Daone erwähnt wurde.

Kehren wir nach Pieve di Buono zurück, so finden wir die Fortsetzung der Muschelkalkpartie von Strada südlich des Chiese wieder im Vorberge von Prezzo.

Auf dem flachen Abhange, welcher sich von Prezzo gegen die Höhen des Mte. Melino hinanzieht und welcher von Gletscherschutt in hohem Masse überdeckt ist, findet man allenthalben über der wie eine flachgeneigte Tafel gegen Osten einschiessenden, allseitig isolirten Masse des petrefactenleeren unteren Muschelkalkes die Brachiopodenschichten, den oberen Muschelkalk und deren jüngere obertriassische Nachfolger, die Buchensteiner und Wengener Schichten, ausgebreitet. Die Aufschlüsse sind allerdings nicht allzu günstig, und besonders im verticalen Sinne wenig zusammenhängend. Kommt man von der unterhalb Formino auf das rechte Ufer herüberführenden Brücke gegen Prezzo herauf — ein Weg, den Benecke („Trias und Jura“, p. 32) zuerst gemacht hat, — so wird man über dem Werfener Schiefer, der Rauchwacke und dem unteren Muschelkalke schwerlich jüngere Schichten bemerken, bis man dann bei der Kirche von Prezzo einen geringen Aufschluss der Wengener Daonellenschiefer antrifft. Auch nördlich unter diesem Wege entblösst der Chiese zwar prächtig die Buchensteiner und Wengener Schichten, aber gerade die nächsttieferen Niveaus sind ungenügend aufgeschlossen.

Anders gestalten sich die Dinge, wenn man von den Höhen im Westen gegen Prezzo herabsteigt. Da findet man an der Stelle, an welcher der Fussweg die auch auf der Karte angedeuteten starken Krümmungen beschreibt, über den petrefactenarmen unteren Muschelkalken regelmässig aufgelagert die Brachiopoden-führenden Knollenkalke, die in ihren tieferen Niveaus neben Gastropodensteinkernen, Limen und einzelnen Exemplaren der *Terebratula vulgaris* recht häufig schön erhaltene Stücke der

Spiriferina Mentzeli Dunker

führen; etwas höher stellt sich eine ganz von

Terebratula vulgaris Schloth.

erfüllte Bank ein, noch einige Bänke höher beobachtet man eine Schichte mit knolliger Oberfläche, auf welcher abgerollte Cephalopoden, unter ihnen

Ceratites binodosus Hau.

liegen, noch höher liegen sandig-schieferige Bänke, in deren einer sich ein Exemplar von

Spirigera aff. *trigonella* Schloth.

fand, jene schon von Frugone erwähnte Form. Dann folgt unaufgeschlossenes Terrain, in welchem zahllose Blöcke von schwarzen, glimmerigen Kalken zu Mauern zusammengehäuft wurden, eine wahre Fundgrube der Petrefacten des oberen Muschelkalkes, resp. der Zone des *Balatonites euryomphalus* Ben. sp.

Erst eine gute Strecke tiefer gegen Prezzo (in südöstlicher Richtung) stösst man auch auf Buchensteiner Kalke und weiterhin, nahe der kleinen Kirche oberhalb Prezzo, endlich auch auf anstehende *Daonella-Lommeli*-Schichten. An der oben genannten Stelle nordwestlich oberhalb Prezzo wurden in dem Niveau des oberen Muschelkalkes folgende Arten gesammelt:

Balatonites euryomphalus Ben. spec.

„ *arietiformis* Mojs.

„ *prezzanus* Mojs.

Ceratites trinodosus Mojs.

„ *Ragazzonii* Mojs.

„ *Benecke* Mojs.

„ cf. *Comottii* Mojs.

Carnites reuttensis Beyr. spec.

Norites breguzzanus Mojs.

Ptychites gibbus Ben. spec.

Orthoceras spec. indet.

Nautilus Tintorettii Mojs.

Euomphalus spec.

Pleurotomaria spec.

Myophoria spec.

Cardium spec.

Anoplophora spec.

Cassianella spec.

Lima aff. *subpunctata* Orb.

Pecten pl. spec.

Rhynchonella cf. *Toblachensis* Lor.

Spirigera aff. *trigonella* Schloth.

Wenn man von der von Creto herüberführenden Brücke ausgehend sich am Abhange nahe über dem Chiesefluss abwärts wendet, so verquert man folgendes Profil:

Spuren der Wengener Daonellenschichten.

Gut entwickelte Buchensteiner Kalke.

Wenig aufgeschlossene Schichten des oberen Muschelkalks, auch hier petrefactenführend, und zwar stammt von hier ein schön erhaltenes Exemplar der *Ceratites aviticus* Mojs.

Sehr mächtige Brachiopodenkalke, knollig und sandig-schieferig, in den letzteren Lagen mit *Voltzia Recubariensis* Massal. spec.

Petrefactenleere Hauptmasse des unteren Muschelkalkes, welche am Südostabhange des Mte. Melino ausgedehnte graue Schutthalden bildend, gegen Cimego hinzieht.

Lepsius, ebenso wie er annimmt, dass der Muschelkalk von Prezzo und Praso auf dem Grödener Sandsteine abgerutscht sei, ist (pag. 217) auch der Meinung, dass die Halobienschichten von Prezzo abgeglitten seien auf dem Muschelkalke und dass vom Brachiopodenkalke auf dem Vorberge von Prezzo daher nichts vorhanden sei. Die Unrichtigkeit dieser Ansicht geht aus voranstehenden Mittheilungen hervor.

Ponte di Cimego. Nordöstlich von Cimego liegen am Südostfusse des Mte. Melino in verstürzter Lagerung vor den Massen des unteren Muschelkalkes die nächstjüngeren Bildungen, und zwar insbesondere das Niveau des Brachiopodenkalkes, welcher in einem kleinen Schotterbruche unmittelbar beim Ponte di Cimego aufgeschlossen ist; seine Schichten fallen etwa gegen Nordost, und zwar mit steilem Verfläichen. Dieser Aufschluss, welcher von Lepsius entdeckt und ausgebeutet wurde, zeichnet sich durch seinen Reichthum an Cephalopoden aus. Nebstdem findet sich hier die Terebratelbank angeschnitten, sowie Bänke, welche Crinoiden und Brachiopoden führen. Lepsius gibt von dieser interessanten Localität folgende Fossilliste (pag. 57 und 219):

Ceratites binodosus Hauer. (15 Exemplare).

Carnites cf. *cadoricus* Mojs.

Ptychites domatus Hauer spec.

Unbestimmbare andere Ammoniten.

Nautilus spec.

Lima lineata Schloth.

„ *striata* Schloth. (häufig).

Avicula spec.

Terebratula vulgaris Schloth. (massenhaft).

Spiriferina fragilis Schloth.

„ *Mentzeli* Dunker.

Rhynchonella decurtata Gir.

Encrinurus cf. *liliiformis* Schloth.

Der Steinbruch ist gegenwärtig nicht mehr im Betriebe und man muss sich daher begnügen, im Schutte zu sammeln. Trotzdem gibt er noch immer einige Ausbeute, und ich habe nahezu alle die von Lepsius aufgeführten Arten wiedergefunden, neben diesen auch noch:

Ceratites cimeganus Mojs.

„ *nov. spec. indet.*

ausserdem noch einige, wohl von Sauriern herrührende Knochenreste. Die verworfene Lage dieser Masse gegenüber den Muschelkalken des Mte. Melino betont schon Lepsius. Es sind diese Aufschlüsse zugleich

das südlichste Vorkommen dieses Niveaus in Judicarien und es gehören dieselben wohl tektonisch zur linksseitigen Masse der Gaverdina-Gruppe, gewissermassen als äusserste südliche Fortsetzung des Muschelkalkzugs zwischen Bologna und Tione, in welchem der Brachiopodenkalk und obere Muschelkalk ebenfalls längs der ganzen Erstreckung desselben nachzuweisen sind und deren Besprechung hier sogleich angeschlossen werden soll.

Brachiopodenkalk und oberer Muschelkalk in der Gebirgsgruppe des Mte. Gaverdina.

Oestlich von dem bereits oben geschilderten Zuge von unterem Muschelkalk, welcher sich von Bologna über Roncone gegen das unterste Val Rendena hinzieht, breitet sich zunächst im Süden eine terrassen- oder längsthalförmige Einsenkung oder Niederung von geringer Breite aus, welche an den meisten Stellen durch einen schmalen Zug hellen, dolomitischen Kalkes, von dem später die Rede sein soll, in zwei Stufen unterabgetheilt wird, eine niedrigere westliche und eine etwas höher gelegene östliche (im Zuge des Mte. Gajola und Mte. Sole gilt das Umgekehrte). Der erwähnte Zug hellen Kalkes bildet, wie gleich hier bemerkt sein möge, auch den scharfen klippenförmigen Kamm, welcher die Kirche San Martino und das Castelromano trägt und der durch seine Formen so viel zur landschaftlichen Schönheit der unmittelbaren Umgebung von Pieve di Buono beiträgt. Weiterhin nach Norden, da, wo oberhalb der Thalsperre der Bachlauf weiter nach Osten verlegt ist, und noch mehr im Zuge des Mte. Gajola und Mte. Sole, sind diese Längseinsenkungen oder Terrassen weniger scharf markirt.

Die ersten Spuren der uns hier beschäftigenden Schichten trifft man auf dem Wege, welcher von Creto zum Castelromano führt, schon nahe dem letzteren auf der Höhe. Knolliges Brachiopodengestein und weiterhin einige Bänke von Buchensteiner Kieselknollenkalken laufen hier über den Weg und streichen gegen Bologna hinab in das Chiesethal aus. Zwischen beiden bleibt eine unaufgeschlossene Strecke, innerhalb welcher man nicht lange nach losen Stücken des *Balatonites euryomphalus*-Kalkes zu suchen hat. Die leicht kenntlichen, schwarzen, glimmerigen Kalke liegen auch hier in Steinhaufen an den Wegrändern und führen auch hier Petrefacten, darunter eine ziemlich grosse Posidonomien-artige Bivalve. Gegen Por hin bedeckt mächtiger Gletscherschutt die Terrasse. Erst nördlich von diesem Orte tritt die oben erwähnte Zweitheilung der Terrasse und der mittlere dolomitische Zug derselben deutlicher hervor. Hält man sich auf dem Wege, der unterhalb dieses Zugs im Westen hinführt, so stösst man bald auf Aufschlüsse. Oestlich an den grauen petrefactenleeren unteren Muschelkalk, der die Wände gegenüber von Strada und Agrone bildet, schliesst sich auch hier wieder zunächst der typische grau- und blaubunte kurzknollige Kalk des Brachiopoden-Niveaus an und über ihm liegen die schwarzen, zum Theil dünnplattigen und mit Mergelschichten wechselnden Bänke des oberen Muschelkalkes. Darüber folgt, gegen den

Fuss der niedrigen Dolomitwand hin in einigen Gräben aufgeschlossen noch Buchensteiner Kalk.

Im Brachiopoden-Niveau habe ich hier keine Petrefacten gesehen, nur in einem losen Stücke, das in dem gegenüber Strada herabkommenden Wasserrisse lag, fanden sich zahlreiche Exemplare von

Spiriferina cf. fragilis Schloth.

neben undeutlichen anderen Brachiopoden, die wohl aus diesem Niveau stammen mögen. Was den oberen Muschelkalk betrifft, so kann man auch hier die bezeichnenden

Balatonites euryomphalus Ben. sp. und
Rhynchonella cf. Toblachensis Loretz.

aus dem anstehenden Gesteine schlagen. Hier fand sich ferner auch *Ceratites gosaviensis* Mojs.?

Man verfolgt den Brachiopoden- und den oberen Muschelkalk eine Strecke weit gegen Nordnordost bis zu dem Bache, welcher vom Mte. Cadria herabkommend, sich bei Agrone in einem schönen Wasserfalle über die Wand des unteren Muschelkalks zur Adana hinabstürzt. Aus einem losen Blocke des Brachiopodenkalks, der auf diesem Wege gefunden wurde, stammt

Ceratites Loretzi Mojs.

Zwischen jenem und dem Maraebache habe ich die betreffenden Niveaus nicht beobachtet, doch ist ihr Durchstreichen über jedem Zweifel erhaben. Weiterhin liegen diese Schichten offenbar im Westabhange des Höhenrückens, welcher das Fort Danzelino trägt; nördlich von da aber verläuft die Adana selbst in diesem Zuge weicher Gesteine, und derselbe dürfte daher oberhalb der Thalsole schwerlich nachweisbar sein. Erst an der Strasse zwischen Roncone und dem See von Roncone, am Südabhange des Mte. Gajola, findet man wieder — unweit östlich von Roncone — den Brachiopodenkalk anstehend, auch hier einzelne Exemplare der *Ter. vulgaris* führend und, wie überall in diesem Zuge, senkrecht aufgerichtet oder steil widersinnisch gegen Westen geneigt. Oestlich von diesem Aufschlusse stecken in den Strassenmauern Platten mit Crinoiden und Spiriferinen. Oberen Muschelkalk findet man hier nicht anstehend, nicht einmal den zäheren Buchensteiner Kalk, sondern ein breiter grüner Wiesenstreifen trennt den Brachiopodenkalk von dem aus dem See aufsteigenden Dolomitzuge von S. Martino-Danzelino und zieht über den Friedhof von Roncone zu den Höhen des Mte. Gajola hinan. Verfolgt man diesen Wiesenstreifen, so kann man, oben angelangt, den Buchensteiner Kalk wieder anstehend finden und dicht daneben in Mauern wiederum zahlreiche Blöcke mit der Ammonitenfauna des oberen Muschelkalks, wie bei Prezzo, ausbeuten.

Aus einem, ebenfalls hier gefundenen, dem Gesteinscharakter nach noch zum Brachiopodenkalke gehörigen Blocke stammen:

Ceratites Fuchsi Mojs.
" *spec. indet.*
Natica spec.

Der Breguzzobach schneidet an seinem rechten Ufer die Muschelkalke des Gajolarückens an; an der vom Fusswege, der von Bondo heraufkommt, herüberführenden Brücke steht auch der Knollenkalk vom Ponte di Cimego an, östlicher stösst man in den Seitengräben auf zahlreiche Blöcke des Prezzokalks und Buchensteiner Kalks. In der Fortsetzung des Gajolarückens, dem Mte. Sole, hat man den Brachiopoden- und oberen Muschelkalk am Ostabhange zu suchen, in einer wenig bemerkbaren Längeneinfurchung, welche den westlich aufsteigenden, aus den petrefactenarmen unteren Muschelkalken gebildeten Hauptkamm von dem östlicher in einzelnen scharf contourirten klippigen Gipfeln aufragenden dolomitischen hellen Kalke des Zuges von San Martino-Danzelino scheidet. In dem weicheren Gesteinszuge, der dieser Längseinsenkung entspricht, findet man nördlich oberhalb Breguzzo zunächst am Guttensteiner Kalke, welcher sehr steil Nordwest fällt, Knollenkalke mit *Terebratula vulgaris* Schloth. und grossen abgerollten Cephalopoden (*Ptychites dontianus* Hauer. spec.?), weiterhin östlicher zahllose abgewitterte Blöcke des Kalks von Prezzo mit reicher Fauna; Buchensteiner Kalk beobachtet man auch hier wieder anstehend. Aus dem oberen Muschelkalke von dieser Stelle stammen:

Nautilus spec.

Norites breguzzanus Mojs.

Ceratites trinodosus Mojs.

Euomphalus spec.

Pleurotomaria spec.?

Pecten plur. spec.

Anoplophora spec.

Rhynchonella cf. Toblachensis Lor.

Die genannte *Rhynchonella* erfüllt hier ganze Blöcke nahezu für sich allein.

Weiterhin beobachtete ich das Auftreten des Brachiopodenkalkes noch westlich oberhalb Tione in einem der zahlreichen Hohlwege, die zum Mte. Sole hinaufführen. Senkrecht stehende typische Knollenkalke erscheinen auch hier noch; eine Bank davon enthielt besonders schön erhaltene zahlreiche Exemplare der

Terebratula vulgaris Schloth.

Etwas westlicher sind in einem anderen Wegeinschnitte unverkennbare Bänke des schwarzen, glimmerigen oberen Muschelkalks aufgeschlossen. An der Rendenastrasse sind diese Niveaus nicht entblösst, jenseits der Sarca indessen kann man abermals zahlreiche Platten mit Auswitterungen von Crinoiden und *Spiriferina fragilis* sammeln. Weiterhin beobachtete Lepsius diese Schichten im obersten Val Manetsch, sie dürften also gewiss auch noch an der Westseite des Zuges der Bomarol- und Toffspitze allenthalben aufzufinden oder doch vorhanden sein. Dagegen scheinen dem genannten Autor längs der ganzen Judicarienlinie zwischen diesem letztgenannten Punkte und den Vorkommnissen von Bersone bei Creto diese Schichten sowohl, wie die nächsthöheren völlig entgangen zu sein.

Brachiopodenkalk und oberer Muschelkalk im Zuge des Dosso Alto.

Nachdem der auf Tiroler Gebiet entfallende Antheil meines Aufnahmesterrains besprochen wurde, wenden wir uns zu dem lombardischen Gebiete. Wie schon erwähnt wurde, beginnt der Muschelkalk sich östlich von Bagolino einzustellen, und zwar der untere petrefactenarme Guttensteiner Kalk in einem mächtigen Zuge, dessen stark überkippte Schichten an rechten Caffaro-Ufer, gegenüber Bagolino, wunderbar aufgeschlossen sind und an welchen sich gegen Süden ein schmaler Zug weicheeren Gesteins, aus Brachiopodenkalk, oberem Muschelkalk, Buchensteiner Schichten und Wengener Tuffsandsteinen bestehend, zunächst anschliesst.

Diese Gesteine beginnen im Osten wohl schon beim Dörfchen Riccomassimo, nahe dem hier die Grenze zwischen Oesterreich und Italien bildenden unteren Laufe des Giessbachs gleichen Namens. In dem ersten unterhalb Bagolino linkerseits herabkommenden Wasserrisse findet man lose Platten des Knollenkalks vom Niveau des Ponte di Cimego. Dieser sowohl wie der obere Muschelkalk streichen offenbar südlich unmittelbar bei Bagolino durch, denn an dem zu der Brücke gegen Val Berga hinabführenden Wege trifft man in Gartenmauern zahlreiche Platten mit Crinoiden, die hie und da Exemplare der

Spiriferina fragilis Schloth.

auf ihren Schichtflächen führen und unter der Brücke selbst, im Einsenke des Torr. Caffaro stehen Buchensteiner Kalke an, mit senkrecht aufgerichteten Schichten nach Ostnordost streichend. Auf der Höhe des Doss' Alto-Kammes bildet der Brachiopodenkalk und obere Muschelkalk die Einsenkung der Forcella, jenen Fundort, welchen Lepsius ausbeutete¹⁾. Derselbe sammelte hier (pag. 65):

- Daonella parthanensis* Schafh. spec.
- Trachyceras trinodosum* Mojs. (*Ceratites*.)
- „ *Riccardi* Mojs. (*Ceratites*.)
- („ *Aon* Mstr. spec.)
- „ *euryomphalus* Ben. spec. (*Balatonites*.)
- Ammonites globosus* spec.
- Rhynchonella semiplecta* Mstr.
- Lingula tenuissima* Br.
- Pecten* spec.

In dieser Liste sind *Trach. Aon* und *Ammonites globosus* (letzteres soll übrigens wohl nur heissen: „ein globoser Ammonit“) mit Vor-

¹⁾ Da Professor Lepsius mit grossem Eifer die Prioritätsansprüche seiner Freunde zu wahren pflegt (vergl. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichs-Austalt 1879, pag. 340), so dürfte es ganz seinen Intentionen entsprechen, wenn ich mit Bezugnahme auf eine kürzlich (Jahrbuch 1880, pag. 698) von v. Mojsisovics gethane Aeusserung, nach welcher Lepsius der Entdecker des oberen Muschelkalks an jener Stelle wäre, die Frage einflüssen lasse, ob nicht vielmehr diese Entdeckung ebenfalls dem Freunde von Professor Lepsius, dem kürzlich verstorbenen Curaten in Collio, Don G. Bruni, zu verdanken sei, wofür die Angaben Curioni's in dessen Geologia, pag. 175, zu sprechen scheinen.

sicht aufzunehmen, worüber man die Bemerkung in Mojsisovics' „Dolomitriffe“, pag. 488, nachsehen wolle. Die Curioni'sche Angabe (Geologia, pag. 175), betreffend das Vorkommen der *Daonella Lommeli* am Dosso Alto, mag sich wohl auf *Daonella parthanensis* beziehen.

Das diese oberen Muschelkalke unterlagernde Niveau des Brachiopodenkalkes fehlt auch am Dosso Alto nicht, wenn es auch hier nicht so reich ist an Ammoniten, wie beim Ponte di Cimego. Sein Vorkommen entnimmt man schon Curioni's Geologia, in welcher pag. 175 *Terebratula vulgaris* und Spiriferen vom Dosso Alto angeführt werden. Lepsius citirt pag. 58 aus diesem Niveau von der Forcella:

Ceratites binodosus H. und andere
schlecht erhaltene Ammoniten
Terebratula vulgaris Schloth.
Spiriferina fragilis Schloth. spec.
Rhynchonella decurtata Gir.
Retzia trigonella Schloth. spec.
Lima striata Schloth.
„ *lineata* Schloth.
Kleine Gastropoden.

Die Terebratel erfüllt auch hier ganze Bänke des Knollenkalks. Ammoniten dagegen scheinen — wenigstens solche von guter Erhaltung — selten zu sein; in der Terebratelbank sah ich einige abgerollte Exemplare solcher, in einer etwas höher liegenden Bank fand sich ein

Acrochordiceras spec. nov. indet.

Weiterhin gegen Westsüdwest, schon nahe an der Stelle, an welcher die oben erwähnte Umknickung der gesamten Schichtmasse eintritt, liegen in mehr mergeligen Schichten des oberen Muschelkalks, die übrigens zu dessen tiefsten Lagen gehören, ganze Anhäufungen der

Rhynchonella cf. Toblachensis Loretz.,

jedenfalls derselben Form, die in dem Lepsius'schen Verzeichnisse als *Rh. semiplecta* Mst. figurirt. In einem Stücke des oberen Muschelkalks an dieser Stelle fanden sich auch mehrere Cephalopoden von sehr schöner Erhaltung:

Ceratites trinodosus Mojs.
Ptychites spec. indet.

Auch jenseits des Kamms, an der Abdachung gegen das oberste Val Berga kommen in Folge der Durchwaschung des überlagernden Gipfelkalkes, vielleicht auch durch eine secundäre Aufbiegung, die Schichten des Muschelkalks sammt dem Buchensteiner und dem Niveau des Wengener Tuffsandsteins wieder zum Vorschein (wie man denn auch in der Tiefe des Val Berga selbst Petrefacten aus allen diesen Schichtgruppen in den von den Gehängen herabstürzenden und herabgeschwemmten Blöcken in Menge sammeln könnte). Die Terebratelbank

des Brachiopodenniveaus ist auch hier an mehreren Stellen abgeschlossen und enthält neben der *T. vulgaris* und deren Nebenformen auch hier die *Spiriferina fragilis* in einzelnen Exemplaren. In den petrefactenreichen oberen Muschelkalken an dieser Stelle wurde gesammelt:

Balatonites euryomphalus Ben. spec.

Ceratites Beneckeii Mojs.

„ *trinodosus* Mojs.

Ptychites gibbus Ben. spec.

Nautilus spec.

Rhynchonella cf. *Toblachensis* Loretz.

Weiterhin im Südgehänge des obersten Valtrompia habe ich diese Niveaus nirgends selbst beobachtet. An dem Abstiege vom Sattel gegen Val Ponticello nach S. Colombano herab mögen sie wohl vorhanden, mir aber der schlechten Aufschlüsse und der überaus verstürzten Lagerung wegen entgangen sein. Lepsius erwähnt pag. 54 der Terebratel-Lumachelle mit *Spiriferina Mentzeli* aus dem Graben, der bei S. Colombano herabkommt. Auf dem Durchschnitte von Collio zum Val Dignone-Sattel habe ich Schichten, die sicher als Brachiopoden- oder oberer Muschelkalk anzusprechen gewesen wären, ebenfalls nicht bemerkt; doch konnten die oben erwähnten Crinoidenkalken mit Brachiopodeneinschlüssen möglicherweise schon dem Niveau von Ponte di Cimego zufallen.

Brachiopodenkalk und oberer Muschelkalk des Val Sabbia.

Kette des Mte. Pezzeda. Es ist bereits erwähnt worden, dass südlich der Doss' Alto-Kette in den Thälern des Torrente Biocelo, Dignone und Tovere die Hauptdolomitmassen der Gipfel des Mte. Pezzeda und Corno di Po in prachtvollen Aufschlüssen regelmässig von den älteren Triasgliedern bis zum unteren Muschelkalk, ja wahrscheinlich sogar bis zum Werfener Schiefer hinab unterlagert werden. Auf der Wiesenterrasse von Presego, südwestlich oberhalb Bisenzio, nahe dem Kamme, fand ich in einem Hohlwege, scheinbar mitten aus den wohl vorherrschend die Terrasse zusammensetzenden Wengener doleritischen Sandsteinen auftauchend, in knolligem Brachiopodenkalk die charakteristische, von *Tereb. vulgaris* erfüllte Bank. Zahlreiche lose Stücke Buchensteiner Kieselknollenkalkes lagen hier ebenfalls umher; oberen Muschelkalk sah ich an dieser Stelle nicht. Die Aufschlüsse im benachbarten Val Dignone sind gerade da, wo man diese Schichtgruppe treffen sollte, zwischen Ono und Loni, sehr ungünstige. Doch ziehen wohl beide Niveaus auch hier regelmässig zwischen den unteren Muschelkalken und den Buchensteiner Kalken durch, wie denn Curioni pag. 176 von dem gar nicht weit in nordwestlicher Richtung gelegenen Mte. Legone die Terebratelbank citirt, während v. Mojsisovics („Ueber heteropische Verhältnisse im Triasgebiete der lombardischen Alpen“, Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1880, pag. 703) vom Mte. Legone den *Ceratites trinodosus* Mojs., also eine leitende Form des oberen Muschelkalkes, anführt.

Val Dignone bei Levranghe. Südlicher folgen in der Tiefe des Val Dignone als tiefstes Glied einer hier aufgeschlossenen Terrainwelle unter jüngeren Ablagerungen auftauchend ziemlich mächtig entwickelte, in sehr zahlreichen steilen Faltungen und Knickungen hin- und hergebogene Muschelkalkmassen, innerhalb deren vielleicht noch die unteren — Guttensteiner — Kalke, jedenfalls aber die beiden oberen Complexe des Brachiopoden- und *Ceratites trinodosus*-Niveaus vorhanden sind. Man trifft, von Ono Degno ins Thal herabsteigend, unter mächtigen Sandsteinen und Kalkschiefern der *Daonella Lommeli*-Schichten gerade bei der Mühle und Brücke, bei welcher der Fussweg die Thalstrasse erreicht, am linken Gehänge Buchensteiner Kieselknollenkalke anstehend und in der Nähe in Mauern Blöcke des oberen Muschelkalkes mit den charakteristischen Fossildurchschnitten. Dieser und mit ihm wohl die nächst-liegenden Niveaus halten an bis zur Fucina unterhalb Casa Zapelli, wo man in Mauern und sonst lose umherliegend abermals zahlreiche Blöcke typischen oberen Muschelkalkes bemerkt. Unter den wenigen hier gesammelten Fossilien sind:

Nautilus spec. indet.

Ptychites spec. indet.

Ceratites trinodosus Mojs.

„ *Riccardi* Mojs.

Balatonites euryomphalus Ben. spec.

hervorzuheben. Einige Schritte thalabwärts von dieser Fucina findet man diese Schichten auch anstehend und etwas weiterhin in analoger Lagerung steilthalabwärts fallende Kalkschiefer mit *Daonella Lommeli* und Wengener Tuffsandsteine.

Am Mte. Puneral zwischen Barghe und Nozza. Des Muschelkalkvorkommens an dieser Stelle wurde schon oben gedacht. Hier sei nur erwähnt, dass die unterhalb Nozza gefundenen Petrefacten möglicherweise dem Brachiopodenkalke entsprechen mögen. Typisch entwickelten oberen Muschelkalk habe ich in diesem Aufbruche nicht beobachtet, was jedoch noch durchaus nicht dafür sprechen kann, dass derselbe hier nicht vorhanden sei, denn die von mir hier gemachten Touren sind nur flüchtig und gering an Zahl gewesen. Auch auf dem Wege vom Arviacosattel hinab zum Val Treviso ist es mir nicht geglückt, sicheren oberen Muschelkalk und Buchensteiner Kalk zu finden.

Buchensteiner Schichten.

Die zwischen den oberen Muschelkalk und den Hauptdolomit sich einschiebenden obertriassischen Niveaus sind in dem begangenen Gebiete über weite Strecken hin, insbesondere im Verhältnisse zu der ausserordentlichen Mächtigkeit des Muschelkalkes, nicht allzu mächtig entwickelt, stellenweise sogar ungemein reducirt, ein Umstand, der mit der Entwicklung der Trias in der Umgebung von Recoaro in auffallender Weise übereinstimmt. Eine weitere Eigenthümlichkeit, welche beide Gebiete gemeinsam haben, ist die, dass über die Deutung dieser

Niveaus zwischen Muschelkalk und Hauptdolomit mancherlei Meinungs-differenzen bestanden haben und zum Theile noch bestehen.

Das Niveau der Schichten von Buchenstein ist auch hier das noch am leichtesten und schärfsten zu fixirende, da es sich durch seine auffallende und sehr constante lithologische Beschaffenheit allenthalben bemerkbar macht, demnach eine nicht zu unterschätzende Wichtigkeit als Leithorizont für Aufnahmsarbeiten besitzt. Die Buchensteiner Schichten bestehen aus einer nirgends besonders mächtig entwickelten Masse von knolligen, kieseligen Kalken von im Allgemeinen düster-grauer Färbung mit grauen oder grünlichen Zwischenmitteln; hie und da stellen sich kieselige Bänderkalke ein, die aus abwechselnden Lagen von grauem und schmutzigweissem Gesteinsmateriale bestehen. Zwischen-lagen von dem eigenthümlichen, grellgefärbten, als „Pietra verde“ bekannten Tuffe fehlen auch hier nicht, sind jedoch nirgends in so compacten Massen zu finden, wie in Osttirol, sondern treten meist nur in dünnen Bänken auf. Die Petrefactenführung dagegen scheint im Allgemeinen eine etwas reichere zu sein, als in Osttirol, zum mindesten nach einigen Localitäten zu urtheilen, wo etwas bessere Aufschlüsse eine Ausbeutung des überaus zähen Gesteines ermöglichen. Cephalopoden und Daonellen setzen die bisher bekannte Fauna zusammen.

Buchensteiner Kalk westlich der Judicarienlinie. Beginnen wir wieder in der Umgebung von Pieve di Buono (Creto). Der beste, mir bekannt gewordene Aufschluss liegt hier am rechten Chiese-Ufer, nördlich unterhalb des oft genannten Dorfes Prezzo. Ueber dem hier wenig aufgeschlossenen schwarzen, glimmerigen Kalke mit *Balatonites euryomphalus* Ben. folgen zunächst einige ebenfalls noch völlig schwarz gefärbte Lagen, deren Schichtflächen aber bereits die knollige Beschaffenheit der Buchensteiner Kalke zeigen und welche bereits ebenfalls eine ansehnliche Beimengung an Kieselerde besitzen; zwischen ihnen schalten sich mergelige Beschläge ein von dünnplattiger, den Unebenheiten der Platten folgender Beschaffenheit, in welchen verdrückte Trachyceraten von Buchensteiner Habitus in Menge liegen; aus dem Inneren der Platten selbst schlägt man besser erhaltene Cephalopoden heraus. Von hier stammen folgende Arten:

<i>Trachyceras recubariense</i> Mojs.	} von der Schichtfläche.
„ <i>Reitzi</i> Bocckh.	
<i>Ceratites</i> cfr. <i>Bocckhi</i> Roth.	} aus dem Inneren der Platten.
„ cfr. <i>Hantkeni</i> Mojs.	
<i>Norites</i> nov. spec. (cfr. <i>gondola</i> Mojs.)	

Im Hangenden folgen, wenig aufgeschlossen, typisch entwickelte Knollenkalke mit wiederholten dünnbankigen Einlagerungen ebenso typischer „*Pietra verde*“; noch höher sehr unebenflächige, grünbeschlagene Knollenkalke, welche auf einzelnen besser entblösten Schichtflächen zahlreiche abgerollte grosse *Arcesten* und *Trachyceraten* führen.

Trachyceras (*Ceratites*) *chiesense* Mojs.
Arcestes *trompianus* Mojs.

Aus einer dieser Bänke gewiss stammen Stücke, welche man häufig lose in der Schutthalde findet und die auf der Oberfläche der Knöllchen und Knollen selbst die Abdrücke von nicht völlig sicher bestimmbarcn Daonellen (*D. cfr. Taramellii Mojs.*) zeigen. Grössere Platten desselben Gesteins findet man in Mauern nahe nördlich der Kirche von Prezzo. Hier streichen die Buchensteiner Kalke, allerdings fast gar nicht aufgeschlossen, am Abhange herauf, so dass man in den Gartenmauern zwischen der Kirche des Dorfes und dem kleinen höher am Abhange liegenden Kirchlein nahezu nur Buchensteiner Gesteine antrifft; auch Bänderkalke findet man hier, von denen manche Stücke verdrückte Trachyceraten (*Trach. recubariense Mojs.*) enthalten. Südwestlich oberhalb Prezzo fand Lepsius (pag. 219) einen kleinen globosen Ammoniten im Buchensteiner Kalke. Auch südlich unterhalb Prezzo, nahe über dem rechten Ufer des Chiese, ist das Buchensteiner Niveau zu constatiren.

Im westlich sich erhebenden Hochgebirge spielen die Buchensteiner Kalke am Monte Doja des obersten Val Aperta, insbesondere aber an den Abhängen des Monte Rema gegen den Lago della Nova hinab, eine grosse Rolle und sind hier sowohl als Knollenkalke, als auch als Bänderkalke — und zwar vorwiegend als letztere — entwickelt. Am erstgenannten Orte, am Ostfusse des Monte Doja fand ich lose Platten von Knollenkalk, völlig identisch mit jenen von Prezzo und sogar ähnliche Abdrücke von Daonellen (*D. cfr. Lommeli Wissm.*) führend. Ueber diese Gebiete bin ich übrigens gezwungen, abermals auf die Mittheilungen von Lepsius pag. 222 ff. zu verweisen, da ich nur sehr wenig davon gesehen habe.

Auch jenseits des Val Daone, am Dos dei Morti, spielen die Buchensteiner Knollen- und Bänderkalke eine grosse Rolle. Sie bilden hier ein durchlaufendes Gesimse unter dem höchsten Kamme, auf welchem am Dos dei Morti selbst nur mehr isolirte Kuppen von Wengener Daonellenschiefern sitzen, während weiterhin am Cornovecchio mächtigere Massen von diesen, sowie von dem nächsthangenderen Kalk-Niveau noch darüber erhalten sind. Um die Ostseite des Monte Giugea herum ist dieses Buchensteiner Niveau leicht als schwach vorspringende Felswand zwischen der düsterschwarzgefärbten Terrasse des oberen Muschelkalkes und den mit brauner Verwitterungsfarbe sich heraushebenden flachen Böschungen des Wengener Daonellen-Niveaus zu verfolgen — bis in's Val d'Arno hinüber, wo es jenseits der unteren Alphütte in dem zwischen Monte Penna und Monte Lavetto liegenden Gipfel sich noch bemerkbar macht. Zwischen diesem Gipfel und dem höheren Monte Penna läuft in nordwestlicher Richtung ein scharfer Bruch hindurch, an dessen Westseite jüngere Schichten des Penna sich steil gegen das Thal herabsenken, so dass die tieferen Niveaus hier nicht mehr zum Aufschlusse gelangen können. Erst wieder höher thalwärts, insbesondere aber in den weiten oberen Thalkesseln gegen den Frate-Pass hinauf, dürften Buchensteiner Kalke in grösserer Verbreitung nachzuweisen sein.

An dem tieferen Gehänge des Dos dei Morti gegen die Judicarien-Linie herab existiren Buchensteiner Schichten nur noch an einer beschränkten Stelle, in der unmittelbaren Nähe von Strada. Auf-

geschlossen findet man dieselben an der nach Daone führenden Strasse nahe südwestlich der Kirche von Strada. Es sind hier einige OSO. fallende Bänke der Knollenkalke angeschnitten. Eine mergelige Zwischenlage des Gesteins lieferte ein schön erhaltenes Bruchstück von

Ceratites hungaricus Mojs.

Zwischen Strada und Frugone habe ich nur lose Stücke des Buchensteiner Kalkes gefunden, die Aufschlüsse sind an dieser Seite der Scholle sehr ungenügend.

Buchensteiner Kalk der Gaverdina-Gruppe. In dem das Liegendste der Gaverdina-Gruppe bildenden untertriassischen Gesteinszuge der judicarischen Tiefenlinie habe ich sichere Buchensteiner Schichten anstehend an folgenden Stellen beobachtet: Nordwestlich von Castelromano; nördlich von Por; auf der Höhe des Monte Gajola nordöstlich von Roncone; am Nordfusse des Gajola am Breguzzo-Bache; endlich nördlich oberhalb Breguzzo im Zuge des Monte Sole. Diese Aufschlüsse sind zwar allenthalben sehr ungenügende, das Durchziehen des Buchensteiner Kalkes in der ganzen Erstreckung zwischen Bologna und Tione erscheint aber dadurch vollkommen sichergestellt.

Buchensteiner Kalk des Dosso Alto. Die östlichste mir bekannte Stelle, an welcher die Buchensteiner Schichten im Zuge des Doss' Alto aufgeschlossen sind, liegt unterhalb der Brücke südlich bei Bagolino. Am Dosso Alto selbst sind diese Kalke durch Lepsius nachgewiesen worden. In ihren tiefern, lichtgrau gefärbten, sehr grobknolligen Lagen liegen hier zahlreiche *Arcesten* (*Arc. trompianus* Mojs.) zum Theil von bedeutender Grösse. v. Mojsisovics (Heteropische Verhältnisse im Triasgebiete der lombard. Alpen; Jahrbuch 1880, pag. 702) citirt aus Buchensteiner Kalken vom Dosso Alto

Ptychites angustoumbilicatus Boeckh sp.

Weiterhin gegen WSW. bildet der Buchensteiner Kalk stellenweise die Kammhöhe, insbesondere nördlich oberhalb der Alphütte des obersten Val Berga. An anderen Punkten des Südgehänges des obersten Valtrompia kenne ich denselben nicht; Lepsius dagegen sah ihn noch (pag. 84) südöstlich oberhalb S. Colombano.

Eines unerwarteten Aufschlusses von Buchensteiner Kalken ist hier noch zu gedenken. Wenn man von Presezzo kommend, östlich unterhalb des Monte Pezzeda — beständig im Hauptdolomite vorschreitend — die Kammhöhe zwischen Pezzeda und Corna del Mantice beinahe erreicht hat, stösst man nahe unterhalb der Stelle, an welcher der Fussweg sich theilt (der östliche führt in's Val Berga, der nördliche in's Val Trompia), plötzlich in so grosser Höhe über den die tiefeingerissenen Schluchten unterhalb des Pezzedagipfels bildenden Hauptdolomitmassen ganz unerwartet auf anstehenden Buchensteiner Kalk mit Pietraverde, welcher gegen Norden einfällt. Lose Brocken Wengener Sandsteins, den die Wasserrisse hier herabführen, zeigen das Vorhandensein auch des nächst höheren Niveaus an dieser Stelle an. Gegen Osten findet dieses Vorkommen anscheinend keine Fortsetzung, gegen Westen resp. NW. dagegen dürften diese Schichten wohl bald den

Hauptkamm überschreiten und sich in ähnlicher Weise gegen das Valtrompia herabsenken, wie das die höheren Niveaus hier thun, wovon später zu berichten sein wird. Weiter im Westen gegen den Sattel zwischen Valtrompia und Val Dignone habe ich die nicht leicht zu übersehenden Buchensteiner Kalke nicht gefunden; auffallender Weise dagegen liegen zahlreiche lose Stücke in Gesellschaft von Muschelkalkblöcken, und höheren triassischen Bildungen angehörenden Trümmern in den obersten Anfängen des Dignonebachs nahe unter jenem Sattel mitten im Gebiete des Hauptdolomits, ein Umstand, der wohl sehr dafür spricht, dass ähnliche Verhältnisse, wie sie zwischen Monte Pezzeda und Corna del Mantice beobachtet wurden, auch hier bestehen, d. h. dass die Längsstörung, längs deren tiefere triassische Bildungen im Norden gegen den Hauptdolomit im Süden anstossen, auch noch hier zwischen Monte Pezzeda und Corno di Po einerseits und den Gehängen des obersten Valtrompia andererseits sich nachweisen lässt.

Buchensteiner Kalk im Gebiete von Val Sabbia. Am Südabhange des Monte Pezzeda zunächst habe ich Buchensteiner Kalk beobachtet, südwestlich oberhalb Presego und jenseits im Dignone-Thale oberhalb Loni nördlich von Ono. Es kann daher kaum daran gezweifelt werden, dass auch dieses Niveau gegen Westen fortsetzt, umsoweniger, als ja dasselbe im mittleren Valtrompia bei Marcheno seit jeher durch seine Petrefactenführung bekannt ist, ebenso wie in den nicht weit ausserhalb meines Aufnahmesterrains liegenden Thälern des Torr. Biogno und von Marmentino.

In dem nächstsüdlich gelegenen Aufbruche des Val Dignone — man könnte ihn der Kürze wegen den Aufbruch von Levranghe nennen — treten ebenfalls Buchensteiner Schichten auf, und zwar speciell an der Stelle, an welcher der von Ono Degno herabführende Fussweg die Thalsole erreicht. Sie fallen hier ziemlich steil nach Norden unter die Wengener Daonellenschiefer und doleritischen Sandsteine ein. Im südlichen Flügel dieser Anticlinale habe ich das Buchensteiner Niveau nicht gesehen. Ebenso ist es mir gänzlich entgangen im südlichsten Aufbruche des Val Sabbia, zwischen Nozza und Barghe; weder im Chiese-Thale noch auf dem Wege von Val Treviso gegen Arviaco habe ich hier zwischen den Muschelkalken und den Wengener Schichten auch nur die geringste Spur der typischen Buchensteiner Schichten beobachtet, woraus mir indessen noch nicht zu folgen scheint, dass sie hier fehlen müssen.

Wengener Schichten.

Die Ansichten über das Alter der hier als „Wengener Schichten“ zunächst anzuführenden Ablagerungen und der ihnen folgenden Schichtgruppen bis zum Hauptdolomite sind, nachdem sie lange Zeit hindurch etwas schwankender Natur waren, später aber durch die nahe Uebereinstimmung der Gliederungen v. Hauer's und Curioni's eine Zeit hindurch gesichert schienen, neuerdings wieder etwas unsicher geworden. F. v. Hauer führt bekanntlich die über dem Muschelkalke der lombardischen Kalkalpen folgenden tiefsten obertriassischen Bildungen als „Cassianer Schichten“ ein und versteht darunter insbesondere die

Kalkschiefer und Sandsteine mit *Daonella Lommeli*; die zunächst folgenden Abtheilungen sind der Esinokalk und die Raibler Schichten. Eine ganz ähnliche Gliederung ist die in Curioni's Geologia adoptirte: *Terreno a Trachicri* — *Calcareo e dolomia metallifera* — *Piano a Gervillia bipartita*. Die beiden oberen Glieder beider Eintheilungen decken einander vollkommen. Bezüglich des unteren ist zu bemerken, dass Curioni's „*Terreno a Trachicri*“ weit tiefer hinabgreift und auch noch den gesammten Muschelkalk bis zu der oberen Grenze der Werfener Schiefer in sich fasst. Auf jeden Fall ist vollkommen klar, was F. v. Hauer sowohl als Curioni mit den angeführten Namen bezeichnen wollten und wenn auch im Laufe der neueren Untersuchungen die Gliederung eine detaillirtere und die Fixirung der einzelnen Schichtgruppen bezeichnenden Namen zum Theile eine schärfere geworden ist, so liegt — abgesehen von der etwas zu weiten Fassung des untersten Niveau bei Curioni — kein Anhaltspunkt vor, an der Altersdeutung jener Gruppen zu rütteln. Denn dass das, was man damals Cassianer Schichten nannte, später in Wengener und eigentliche Cassianer Schichten unterabgetheilt wurde, kann hier nicht in Betracht kommen. Etwas anders gestalten sich in neuester Zeit die Dinge, was das oberste Niveau, jenes der Raibler oder *Gervillia bipartita*-Schichten anbelangt.

F. v. Hauer (Schichtgebirge der Lombardei pag. 26) charakterisirt die lombardischen Raibler Schichten folgendermassen: „Die Raibler Schichten der lombardischen Alpen bestehen theils aus sandigen, mergeligen und schieferigen, theils aus kalkigen Gesteinen; die Sandsteine sind meistens lebhaft roth oder grün gefärbt, die Schiefer meist dunkelgrau, dünnblättrig, die Kalksteine ebenfalls meist dunkel. Die Kalksteine sind häufig, namentlich im Val Brembana, in der Mitte zwischen zwei Sandsteinmassen zu grösserer Mächtigkeit entwickelt. Die bunten Farben der Sandsteine erinnern an die wahren bunten Sandsteine der Alpen, an die Werfener Schiefer u. s. f.“ — Und weiter sagt F. v. Hauer, nachdem er die damals bekannte Verbreitung dieser Schichten kurz skizzirt hat: „Am östlichen Ufer des Lago d'Iseo findet man die Raibler Schichten wieder bei Toline, die letzte Stelle, wo sie sicher durch Petrefacten charakterisirt nachgewiesen sind. Dass aber auch ein Theil der weiter östlich im Val Trompia und Val Sabbia auf meiner Karte als Cassianer Schichten verzeichneten Gebilde wahrscheinlich der Gruppe der Raibler Schichten angehören dürfte, wurde schon früher erwähnt.“ Dieser Hinweis bezieht sich auf pag. 24, wo man folgende Stelle findet: „Da aus Val Trompia und Val Sabbia keine sicheren Raibler Fossilien bekannt wurden, wohl aber solche, welche den Cassianer Schichten eigen sind, so habe ich den ganzen Complex als Cassianer Schichten bezeichnet, halte es aber für wahrscheinlich, dass bei künftigen Detailuntersuchungen auch die ersteren an vielen Stellen werden nachgewiesen werden, umsomehr, da man allenthalben über den Halobiaschiefern auch bunte Mergel und Sandsteine beobachtet, die ganz und gar jenen des Val Brembana gleichen.“

Eine völlig übereinstimmende Fassung des Raibler Niveaus (*Piano a Gervillia bipartita*) ist jene in Curioni's Geologia und es bleibt bezüglich derselben nur hervorzuheben, dass Curioni nicht ansteht, die im Val Trompia und insbesondere im Val Sabbia so bedeutend ent-

wickelten, über seiner *Dolomia metallifera* lagernden sandigen und tuffigen, zum grossen Theile rothgefärbten Massen als dem *Gervillia bipartita*-Niveau zufallend zu erklären, wie das aus zahlreichen Stellen (pag. 166, 184, 804, 230 ff.) hervorgeht. Er geht darin sogar so weit, dass er das Auftreten älterer als Raibler Schichten nahezu für das ganze Gebiet des Val Sabbia überhaupt leugnet, verleitet, wie oben gezeigt wurde, durch die etwas gestörten Lagerungsverhältnisse der Anticlinale zwischen Nozza und Barghe, sowie durch ungenügende Kenntniss von den Aufschlüssen der nördlichen Seitenthäler. Es ist übrigens sehr bemerkenswerth, dass Curioni allenthalben, wenn auch nur sehr geringmächtige Aequivalente seiner *Dolomia metallifera* nachzuweisen bestrebt ist, als eines sicheren Niveaus, um sein *Terreno a Trachiceri* von den bunten Schichten der *Gervillia bipartita* zu trennen.

In allerneuester Zeit nun vertritt v. Mojsisovics eine wesentlich andere Auffassung, was die Altersbestimmung jener lombardischen Raibler Schichten anbelangt, (vergl. „Ueber heteropische Verhältnisse im Triasgebiete der lombardischen Alpen; Jahrbuch der k. k. geolog. R.-Anst. 1880, IV. Heft). Er betrachtet die Niveaus der unteren Schiefer und Sandsteine mit *Daonella Lommeli*, die Zone des v. Hauer'schen Esinokalks („*Dolomia metallifera*“ Curioni) und jene der darüber folgenden bunten Thone und Sandsteine (Raibler Schichten v. Hauer's und Curioni's) insgesamt als Aequivalente der südosttiroler Wengener Schichten und ist der Ansicht, dass echte Raibler Schichten im Gebiete des Val Sabbia und Val Trompia überhaupt nicht vorhanden oder durch Hauptdolomit vertreten seien und dass dieselben erst westlicher, von Toline am Iseo-See angefangen, sich einstellen. Es setzt diese Ansicht voraus, dass die Raibler fossilführenden Bänke westlich des Iseo-Sees thatsächlich zwischen der Hauptmasse jener bunten sandigen Schichten und dem Hauptdolomite sich einschalten, was nach den Mittheilungen, die v. Mojsisovics über diesen Gegenstand macht, allerdings für manche der hier in Betracht zu ziehenden Localitäten höchst wahrscheinlich, aber, wie ich glaube, aus der bisher existirenden Literatur allein für keine einzige dieser Localitäten mit vollkommener Sicherheit zu erweisen ist. Im Gegentheile liegt so manche Angabe vor, welche davon berichtet, dass die lombardischen Raibler Fossilien den tieferen Partien jener bisher als „Raibler Schichten“ angesprochenen Gesamtmasse entstammen und auch die von mir im Val Sabbia und in Judicarien gemachten Beobachtungen laufen auf dasselbe hinaus, so dass ich in meinem Aufnahmeberichte (Verhandl. 1880, pag. 233) die in Judicarien auftretenden kalkigen Schichten mit *Myophoria Kefersteini* sammt den darüber folgenden geringmächtigen rothen, mergeligen und sandigen Bänken als Raibler Schichten ohneweiters ansprechen zu können glaubte. Allerdings muss hier wohl in Erwägung gezogen werden, dass so indifferente Bivalvenformen, wie sie für die Raibler Schichten als leitende Fossilien gelten und wie sie in sehr nahe verwandten Arten ja auch schon im Muschelkalk auftreten, auch in jeder einzelnen der zwischen beiden liegenden obertriassischen Ablagerungen — falls nur die Facies die günstige ist — sich finden können, daher aus deren Vorhandensein allein ein Schluss auf ein bestimmtes Alter der sie enthaltenden Schichten

immer ein gewagter bleibt. Andererseits aber scheint doch wieder die mit so grosser Constanz an der Basis des Hauptdolomits auftretende weitverbreitete Raibler Fauna, deren Charaktere, wie v. Mojsisovics noch ganz neuerdings hervorhebt, auf den verschiedensten Unterlagen die gleichen bleiben, der Annahme einer ausserordentlich grossen Gleichförmigkeit in den damals herrschenden Ablagerungsbedingungen das Wort zu reden und dafür zu sprechen, dass da, wo man in den bisher bekannten Raibler Schichten petrographisch ähnliche Ablagerungen findet mit einer Fauna, die mit der Raibler Fauna sich als identisch erweist, oder doch Formen führt, welche aus jener Fauna bekannt sind, man eine gewisse Berechtigung habe, bei der Altersfrage zunächst eben auch wieder an wahre Raibler Schichten zu denken, zumal, wenn jene Schichten gerade in einem stratigraphisch genau fixirbarem Niveau liegen, in welchem man das Auftreten von Raibler Schichten erwarten durfte und wenn auch sonst keine direct gegen eine solche Altersbestimmung sprechende anderweitige Beobachtungen vorliegen. Das gilt zunächst wohl für Judicarien, dürfte jedoch auch für Val Sabbia Anwendung finden, da die dort auftretenden rothen, sandigen und tuffigen Massen allerdings weit mächtiger entwickelt sind, schwerlich aber einem anderen Niveau zufallen können, als die damit in Beziehung gebrachten wenig mächtigen Bildungen der judicarischen Tiefenlinie. Es beweisen indessen, wie v. Mojsisovics l. c. pag. 700 hervorhebt, die von einigen Beobachtern, insbesondere von Richthofen für Raibler Schichten gehaltenen Pachycardien-Bänke der Wengener Schichten Südtirols, ferner die dem gleichen Niveau angehörenden Bänke mit *Corbis* *cf. Mellingii* aus dem Seelandthale bei Schludersbach, dass die Facies der Raibler Schichten auch in anderen Horizonten wirklich vorkomme, und weitere Analoga zu diesen Vorkommnissen würden nunmehr, falls die von v. Mojsisovics vertretenen Ansichten über die Altersstellung der in Frage stehenden lombardischen Ablagerungen richtig sind, auch die ehemals für Raibler Schichten angesprochenen rothen sandigen und tuffigen Massen des Val Sabbia, Val Trompia, Val Brembana u. s. f. (und ebenso die als Raibler Schichten gedeuteten geringmächtigen Vorkommnisse mit *Myophoria Kefersteini* in Judicarien) bilden. Vor Allem wird eine erneute Untersuchung der sogenannten Raibler Schichten (*Piano a Gervillia bipartita*) der Lombardei nöthig sein, um zu entscheiden, ob, wie v. Mojsisovics anzunehmen geneigt ist, die echten Raibler Petrefacten dieser Districte wirklich über der Hauptmasse der rothen Schichten von Val Brembana liegen. Bis dahin wird es gut sein, die hier in Rede stehenden Ablagerungen unter einem möglichst indifferenten Namen anzuführen und als solcher dürfte sich der Ausdruck „Schichten von Raibler Facies“ empfehlen. Für das zunächst unterlagernde Kalkniveau ist es ebenfalls nicht leicht, einen passenden Namen zu finden; „Esinokalk“ ist zu weit gefasst; „erzführender Kalk“ würde sich vielleicht besser anwenden lassen, aber auch „Wengener Riffkalk“ könnte in Anwendung kommen, da thatsächlich diese Kalke eine Entstehung aus riffbildenden Organismen an zahlreichen Stellen erkennen lassen und das Vorkommen von *Dacnella Lomelli* an einzelnen Punkten innerhalb ihrer Masse das Alter derselben als ein wohl nicht wesentlich von dem der Wengener Schichten

abweichendes bestimmt. Mag man diesen theoretischen Differenzen nun grössere oder geringere Wichtigkeit beilegen, die Hauptsache bleibt eine möglichst genaue Ausscheidung der Niveaus, insoferne sich dieselben constant trennen und unterscheiden lassen. Und in dieser Hinsicht sind im Val Sabbia wie in Judicarien drei bestimmte Schichtgruppen zu constatiren, welche mit den alten v. Hauer'schen Unterabtheilungen der Cassianer Schichten, des Esinokalkes und der Raibler Schichten nahezu oder ganz zusammenfallen:

a) Schwarze, dünnplattige Kalke oder Kalkschiefer von mehr oder weniger mergeliger Consistenz, wechsellagernd mit sogenannten „doleritischen Sandsteinen“, stellenweise auch mit rein tuffigen Bildungen oder auch aus letzteren nahezu ausschliesslich bestehend. In diesem Niveau befindet sich das Haupt-Lager der *Daonella Lommeli* und der Wengener Ammoniten-Fauna von Prezzo und Schilpario. Darüber folgen:

b) Mehr oder wenig mächtige, oft sehr mächtig entwickelte, oft wieder ausserordentlich — bis auf einige wenige Bänke — reducirte Massen von im ersteren Falle vorherrschend hell, im letzteren dunkelgefärbten Kalken oder Dolomiten, oft mit Evinospongien- (riesenoolithischer) Structur; an ihrer oberen Grenze, insbesondere da, wo sie weniger mächtig sind, oolithisch ausgebildet, zum Theil auch als rothgefärbte, marmorartige grobe Oolithe und als schmutziggelbe steinmergelartige dicke Platten, durch welche ein Uebergang in die folgende Schichtgruppe angebahnt wird. Fossilführung aus Korallen, Diploporen, Crinoiden, Cidaritenresten, grossen Gastropoden u. s. f. bestehend.

c) Eine stellenweise (besonders in Judicarien und im Zuge des Dosso Alto) sehr geringmächtige Serie von an der Basis knolligkalkigen fossilreichen Bänken mit *Myophoria Kefersteini*, gegen oben rothe, mergelige und sandige Schichten und eingeschaltete Mergelschiefer, durch Wechsellagerung allmählig in den hangenden Hauptdolomit übergehend; oder (im Val Sabbia) eine weit mächtiger entwickelte Masse von sandigen, tuffigen, mergeligen, thonigen und conglomeratischen, vorherrschend rothgefärbten Schichten, die mit grünlichen, gelblichen und grauen, leicht zerfallenden Mergelschiefeln wechsellagern, in denen insbesondere im Liegendsten der ganzen Masse oft kalkige, zum Theile knollige Bänke mit Fossilführung (*Gervillia bipartita*) vorkommen, während im hangendsten Theile Gypse aufzutreten pflegen, sowie auch ein allmählicher Uebergang in den Hauptdolomit stattfindet. In den oberen, buntgefärbten Massen wurden meines Wissens bisher nirgends Petrefacten gefunden. Die eigentlichen Raibler Schichten (von Tolline westwärts) würden nach v. Mojsisovics über diesen Massen auftreten, die Raibler Schichten im Val Sabbia, im Val Trompia und wohl auch in Judicarien dagegen durch Hauptdolomit vertreten sein. Bezüglich der eventuellen Vertretung des Cassianer Niveaus in der Lombardei wolle man v. Mojsisovics l. c. pag. 699 vergleichen.

Für das erste dieser Glieder ergibt sich die Bezeichnung „Wengener Daonellenschichten“ ganz von selbst, für das zweite soll, wie schon oben erwähnt, die Bezeichnung „Wengener Riffkalk“, für das dritte endlich der Name „Schichten von Raibler Facies“ bei der nachfolgenden Darstellung der Verbreitung derselben gewählt werden. Es ergibt sich demnach folgende Paralleli-

sirung dieser mit anderen für diese Schichtgruppen angewendeten Bezeichnungen:

a) Wengener Daonellen-Schichten	Cassianer Schichten v. Hauer	oberster Theil des <i>Piano a Trachiceri</i> <i>Curioni</i>	} Wengener Schichten v. Mojsisovics
b) Wengener Riffkalk	Esino-Kalk v. Hauer	<i>Calceura e dolomia</i> <i>metallifera Curioni</i>	
c) Schichten von Raibler Facies	Raibler Schichten v. Hauer	<i>Piano u Gervillia</i> <i>bipartita Curioni</i>	} Raibler Schicht. ¹⁾ v. Mojsisovics

a) Wengener Daonellenschichten.

Wir beginnen mit der Darstellung der Verbreitung dieser, durch *Daonella Lommeli* Wissm. charakterisirten Ablagerungen, deren petrographische Ausbildung schon im Voranstehenden beschrieben wurde, bei dem altbekannten Fundorte dieser Fauna, Prezzo in Judicarien. Die Wengener Daonellenschichten bilden hier nahezu das hangendste Glied der noch am Monte Melino (dem Vorberge von Prezzo) erhaltenen triassischen Ablagerungen und sind hier nur mehr von einzelnen wenig ausgedehnten Vorkommnissen des Wengener Riffkalks bedeckt. Der Chiese-Einriss nördlich unterhalb Prezzo, sowie die unmittelbare Umgebung des Dorfes selbst, bieten Aufschlüsse, die indessen gegenwärtig nicht mehr zu den besonders günstigen gehören. Lepsius gibt (pag. 64 und pag. 218) folgendes Fossilverzeichniss der Wengener Daonellenschichten (seiner oberen Halobienschichten) von der Localität Prezzo:²⁾

Daonella Lommeli Wissm.
Posidonomya Wengensis Wissm.
 (*Trachyceras Aon Münster spec.*)
 („ *Münsteri* Wissm. spec.)
 „ *Archelaus* Laube.
 „ *Neumayri* Mojs.
 (*Balatonites curyomphalus* Ben. spec.)
 (*Ammonites dichotomus* Münster).
Trachyceras regoledanum Mojs.
 „ *doleriticum* Mojs.
 „ *judicarium* Mojs.
Pinacoceras daonicum Mojs.
Arcestes tridentinus Mojs.
Monophyllites Wengensis Klipst. sp.
Orthoceras spec.

¹⁾ Nur in der westlicheren Lombardei.

²⁾ Wie aus den Angaben bei Lepsius hervorgeht, hat auch dieser Autor selbst nur wenig in den Daonellenschiefen von Prezzo gefunden; die Hauptmasse der von dieser Localität bekannten Arten stammt aus der von Prof. Neumayr seinerzeit von dort mitgebrachten, aus einer Sammlung des damals verstorbenen Ortsgeistlichen von Prezzo herrührenden Suite (vergl. Jahrbuch 1869, pag. 109). In der That ist auch die Ausbeute an Wengener Fossilien, die man zu Prezzo machen kann, sehr klein gegen jene, die man daselbst leicht aus dem oberen Muschelkalk zusammenbringt, weshalb ich denn auch im Aufnahmsberichte: Verhandl. 1880, pag. 233, den oberen Muschelkalk geradezu als Kalk von Prezzo bezeichnet habe.

Auch diese aus älteren und neueren Publicationen zusammengestellte Fossilliste bedarf einiger Berichtigungen und Ausscheidungen. Bezüglich des *Bal. euryomphalus* Ben. wurde schon oben bemerkt, dass derselbe dem oberen Muschelkalke angehört. *Trachyc. Aon* und *dichotomum* sind Cassianer Formen, der erstere ist wohl nach Benecke (Trias und Jura pag. 33) citirt, bezüglich *A. dichotomus* vergl. v. Mojsisovics, Jahrbuch 1869, pag. 109 und 134. *Orthoceras spec.* wurde nach den Angaben von Benecke und v. Mojsisovics zur Lepsius'schen Liste hinzugefügt.

Die ergiebigste Ausbeute an Wengener Fossilien der Daonellenschichten bei Prezzo dürfte gegenwärtig wohl der Absturz gegen den Chiese nördlich unterhalb Prezzo liefern, wo diese Schichten in ansehnlicher Mächtigkeit, allerdings sehr verstürzt, aufgeschlossen sind. Die Daonella selbst ist hier häufig, Cephalopoden dagegen sind weit seltener und meist nur in Bruchstücken zu haben, besonders fallen einzelne Fragmente riesiger Exemplare von *Trachyceras Archelaus* hier auf. Es wären von hier noch folgende Arten namhaft zu machen:

Nannites Bittneri Mojs.

Trachyceras regoledanum Mojs.

„ *ladinum* Mojs.

Arcestes (Joannites?) tridentinus Mojs.

Die Fossilien besitzen meist eine glänzend schwarze Schale, doch findet man auch hier in einzelnen Lagen kleine verkieste, zum Theile schon in Brauneisenstein umgewandelte Ammoniten, wie sie später vom Dos dei Morti zu erwähnen sein werden. Im Durchstreichen gegen bergaufwärts findet man die Daonellenschiefer zunächst bei der Kirche von Prezzo, höher aber, nahe bei der Häusergruppe, unweit oberhalb des kleinen höher gelegenen Kirchleins wieder. Auch jenseits südöstlich unterhalb Prezzo nicht weit oberhalb des Flusses streichen ihre Schichten zu Tage aus.

In der nördlichen Fortsetzung der Daonellenschieferscholle von Prezzo, aber durch das Chiese-Thal getrennt, liegt das gleichaltrige Vorkommen von Strada. Anstehend findet man hier die von *Daonella Lommeli* erfüllten Schichten unmittelbar hinter dem kleinen Pochwerke, durch welches der (oberhalb der Strasse bleibende) Fussweg gegen Frugone führt. Hier fallen die Schichten sehr steil in SO. ein, ein wenig weiterhin in einem zweiten beschränkten Aufschlusse an jenem Fusswege stehen dieselben bei südwestlichem Streichen nahezu senkrecht. Die Mauern zwischen beiden Aufschlüssen bestehen nahezu ausschliesslich aus diesem Gesteine, auf dessen Flächen zahlreiche mit silbergrauer Farbesich abhebende Daonellen liegen. Auch in den Weinbergmauern westlich unmittelbar ober Strada, indessen nur ganz am Fusse des Abhangs, kann man Stücke voll schön erhaltener Daonellen sammeln. Eine kleine Partie schwarzer, dünnschichtiger Mergelkalke jenseits der Adana, gegenüber von Strada, gehört wohl sicher noch diesem Niveau an. Ich fand hier nur Bactryllien in einzelnen Lagen des Gesteins; solche kommen übrigens auch unterhalb Prezzo vor.

Mächtiger entwickelt treffen wir die Wengener Daonellenschiefer an auf den Höhen um das oberste Val Roncone, also im Dos dei

Morti, Cornovecchio und Monte Penna. Auf der Höhe des Dos dei Morti liegen sie frei und bilden die höchsten isolirten Kuppen des Kammes, deren gerundete Abhänge stellenweise mit den losen abgewitterten Platten übersät sind. Man findet hier in diesem Niveau viel sandsteinartiges bis quarzitisches Gestein. An der Hauptkuppe des Dos dei Morti wittern aus den schwarzen, festen, kalkigen Platten ziemlich zahlreiche verkieste und in Brauneisenstein umgewandelte kleine Cephalopoden und Gastropoden aus, unter ersteren insbesondere zierliche Trachyceraten und kleine Formen von globosem Charakter:

Nannites Bittneri Mojs.

Trachyceras regoledanum Mojs.

„ *doleriticum* Mojs.

Diverse unbestimmbare Kerne von Arcesten und Ceratitiden.

In mehr dünnplattigem, mergeligschieferigem Gestein findet man Bivalven und Brachiopoden, und zwar von ersteren insbesondere eine zartschalige *Lima* verwandt der Cassianer *L. subpunctata* Orb. und der mit eben dieser Art verglichenen Form aus dem oberen Muschelkalke von Prezzo, von Brachiopoden zarte Abdrücke einer kleinen *Spiriferina*, ähnlich der *Sp. fragilis* Schloth. Man hat also hier ganz entschieden Nachklänge an die wenig tiefer liegende Muschelkalkfauna vor sich. An einer zweiten kleineren isolirten Kuppe weiter im Nordwesten (südlich der Malga Stablofresco) fanden sich auch typische Daonellenplatten mit schön erhaltenen Exemplaren der

Daonella Lommeli Wissm.

selbst.

Weiterhin gegen NW. verschwinden die Daonellen-Gesteine auf eine Strecke weit vom Kamm und der Buchensteiner Kalk bildet den obersten scharfen, zerrissenen Grat, welchem sich erst kurz vor dem schroff ansteigenden Gipfel des Cornovecchio wieder mächtige, düsterbraungefärbte Abhänge bildende Wengener Sandsteine und Schiefer auflagern, die rings um die Abhänge des Zugs des Cornovecchio-Penna fortsetzen. Besonders an den Abhängen des vom Passo al Frate zum Val d'Arno hinabziehenden Grabens sind die Wengener Daonellenschichten auf weite Strecken hin erschlossen. Sie bilden bei gleichbleibender Neigung und Schichtstellung sowohl die Unterlage der zerklüfteten Kalkmasse des Cornovecchio und Monte Penna, als auch der am Tonalit hinziehenden Marmorasse nordwestlich von jenem Graben und liegen am Passo al Frate selbst zu Tage, gerade an dieser beschränkten Stelle von dem hangenden Kalkniveau befreit. Hier am Passo al Frate findet man in ziemlich tiefen Lagen des Wengener Daonellenschiefers die kleinen verkiesten Gastropoden und Trachyceraten (darunter *Trachyceras doleriticum* Mojs.) des Dos dei Morti wieder, etwas weiter nordwestlich gegen die untere Grenze des auflagernden Marmors breccienartige Einlagerungen mit zahlreichen Fossiltrümmern (*Natica spec.*). Lepsius fand (pag. 210) in den Halobienschichten an dieser Stelle Bactryllien. Auch tiefer nördlich unterhalb der Passhöhe ist in zahlreichen Seitengraben die Unterlage des Marmors aufgeschlossen

und die schon etwas umgewandelt aussehenden harten, schwarzen Kalkschieferplatten zeigen auch hier noch auf der frischen Bruchfläche die scharf hervortretenden Durchschnitte der kleinen verkiesten Gastropoden des Dos dei Morti. Gegen den Cornovecchiogipfel hinauf und rings dessen Kalkzuges besitzen die Daonellenschichten zahlreiche quarzitisches und sandsteinartige Einlagerungen. An der niedrigsten Stelle des Kammes zwischen dem Cornovecchio und seiner Fortsetzung, dem Monte Fistolo und Monte Penna, reicht die Scharte bis zum Daonellenschiefer hinab und auch an dieser Stelle fanden sich in mehr mergeligen Zwischenschichten der höchsten Lagen dieses Niveaus einzelne Abdrücke von *Trachyceras*, von denen einer als

Trachyceras rutoranum Mojs.

bestimmbar war.

Da zwischen dem Gipfel des Monte Penna und dem nächsten gegen NO. anschliessendem Gipfel ein Bruch durchläuft, an dessen westlicher Seite die Schichten des Monte Penna steiler nordwestwärts einschneiden, während sie an der östlichen Seite flacher liegen, so stossen an den Abhängen des Arnothals in dieser Gegend ältere Schichten, vom Muschelkalk aufwärts bis zu den Daonellenschichten, mit dem Dolomite des Monte Penna scharf zusammen. Unter diesen Dolomiten kommen die Daonellenschichten nur in tiefen Einrissen zu Tage.

Lepsius fand (pag. 211) am Anstiege aus Val Roncone zum Monte Giugea (Monte Penna?) über dem unteren Muschelkalk die schwarzen Abhänge der Halobienschichten, und zwar zuerst an 150' schwarzen Kalk und Mergel, zum Theile mulmig zerfallend (ohne Zweifel oberer Muschelkalk), darüber Buchensteiner Knollenkalk an 170' mächtig, darüber wieder schwarze Kalke und Mergel, die oberen Halobienschichten (das hier behandelte Niveau der *Daonella Lommlé*). Nahe unter dem Schlerndolomite des Grates steht schroff aus den schwarzen Kalken heraus ein Korallriff; es ist eine lithodendronartige Koralle. Darüber folgen noch 300' Schlerndolomit.

Jenseits des Fratepasses an den oberen Abhängen des Val Bona sind die Triasablagerungen vom unteren Muschelkalk angefangen bekanntlich mehr oder wenig marmorisirt, von Eruptivgesteinsgängen dioritischer resp. tonalitischer Natur durchsetzt und von Contactmineralien imprägnirt. Doch lassen sich auch hier noch die eine weichere Gesteinszone bildenden schwarzen Wengener Daonellenschichten nachweisen. In einem losen Stücke sandigkalkigen Gesteines, das in einem Wasserrisse nördlich oberhalb der Malga Stabolon, schon nahe an der Tonalitgrenze, aufgenommen wurde, fand sich ein Fossilabdruck, der mit einem Bruchstücke der Schale von *Trachyceras Aon* (dieser Cassianer Art selbst) einige Aehnlichkeit hat.

Auch südlich vom Val Daone in der Triasmasse des Monte Laveneg, Monte Rema und Monte Doja sind noch Wengener Daonellenschichten vertreten, worüber man vor Allem bei Lepsius die Nachrichten über das obere Val Aperta (Val Bondol) vergleichen wolle. So stark metamorphosirt hier die Gesteine nahe der Tonalitgrenze auch sind, so kann man doch auch hier noch Fossilspuren finden. So z. B. stammt vom Abhänge des Monte Doja gegen Val Bondol eine Platte mit einem

Abdrucke eines schiefen Pecten, welche Platte dem Gesteinscharakter nach wohl nur aus oberem Muschelkalke oder (noch wahrscheinlicher) aus dem Wengener Daonellenschiefer stammen kann.

Gebirgsgruppe des Monte Gaverdina. In dem ganzen Längszuge triassischer Schichten an der Basis der Ablagerungen des Monte Gaverdina zwischen Cologna und Tione ist es mir nicht an einer einzigen Stelle gelungen, auch nur Spuren (selbst nicht einmal lose Stücke) des Wengener Daonellenschiefers aufzufinden, obschon an mehreren Punkten zwischen dem anstehenden Buchensteiner Kalke und dem dolomitischen Kalkzuge von San Martino-Danzelino ein schmaler, begraster Zwischenraum bleibt, der dem Durchstreichen des gesuchten Niveaus zu entsprechen scheint. Berücksichtigt man übrigens die senkrechte Aufrichtung, die im Allgemeinen stark reducirte Mächtigkeit auch aller übrigen Schichtgruppen, die hier vertreten sind, und die ausserordentlich schlechten Aufschlüsse längs dieser Linie (insbesondere innerhalb der unter dem Hauptdolomit liegenden Schichten), so ist wohl die Möglichkeit, dass die Wengener Daonellenschiefer in diesem Zuge vielleicht doch noch nachzuweisen sein werden, nicht von vorneherein als ausgeschlossen zu betrachten. Möglicherweise ist jedoch gerade diese Schichtgruppe in Folge der Störungen und da sie das geeignetste Materiale dazu bieten würde, gänzlich verquetscht — oder aber gar nicht in der gewöhnlichen Ausbildung vorhanden und durch den höher folgenden Wengener Riffkalk mitvertreten.

Wengener Daonellenschichten im Zuge des Dosso Alto. Oestlich von Bagolino kenne ich diese Schichten nicht, halte es aber nicht für unwahrscheinlich, dass dieselben schon bei Riccomassimo im Süden der grossen Bruchlinie ansetzen. Auch am Dosso Alto selbst ist typisches schwarzes Daonellengestein nicht bekannt und an seiner Stelle tritt hier über den Buchensteiner Kalken eine nicht sehr mächtige Masse von Tuffen und Sandsteinen auf (vergl. Lepsius, pag. 65). Dass Lepsius diese Tuffe mit den Pietra verde-Einlagerungen, die sonst dem Buchensteiner Niveau eigenthümlich zu sein pflegen, in Zusammenhang bringt, damit wird man sich, trotz der theilweise ebenfalls grünen Färbung dieser Tuffe, wohl kaum ohne weiters einverstanden erklären können. Sie haben eben den Charakter der sogenannten „doleritischen Sandsteine“ der Wengener Schichten, sind jedenfalls mit diesen am nächsten zu vergleichen. Ich habe dieselben sowohl nördlich unter den Gipfeln des Dosso Alto in der Gegend der „Forcella“ angetroffen, als auch südwestlich und südlich von den Gipfeln, wo sie in Folge einer Durchwaschung der höheren Kalke oder in Folge einer secundären Aufbiegung unter diesen oberen Kalkmassen an den flachen Gehängen gegen Val Berga zum Vorschein kommen. Weiterhin gegen Westen an den Val Trompiagehängen habe ich diese Gesteine nirgends gesehen; auch Lepsius gibt keine genaueren Angaben über ihr Vorkommen, doch hat er dieses Niveau (pag. 84) noch südöstlich oberhalb S. Colombano beobachtet, wie es scheint, in derselben Ausbildung wie am Dosso Alto. An der schon oben erwähnten Stelle nahe dem Uebergange aus Val Ponticello nach Val Trompia — zwischen Monte Pezzeda und Corna del Mantice — wurden neben anstehenden Buchensteiner Kalken lose Stücke herabgeschwemmten Sandsteins, der nur diesem Niveau

entstammen kann, gefunden. Noch weiter im Westen scheinen stellenweise alle über dem unteren Muschelkalke folgenden Glieder bereits zu fehlen, doch entnimmt man Curioni's Geologia, pag. 175, dass sandige Schichten nahe der Goletta di Pezzeda Sera und am Abhange des Dosso Falcone zu finden seien, also an Stellen, welche in oder nahe dem von mir gemachten Durchschnitte von Collio in's Val Dignone liegen müssen, so dass ich möglicherweise die vielleicht nur mehr hie und da auftretenden oberen Muschelkalke, Buchensteiner Schichten und Wengener Schichten übersehen habe. Weiter im Westen sind bekanntlich alle diese Niveaus wieder angetroffen worden und hieher fällt demnach wohl auch die Angabe v. Hauer's (Lombardei, pag. 24), dass schon nördlich vom Monte Ario in gelblich gefärbten Mergelkalken *Amm. Aon* gefunden worden sei. Es kann sich diese Angabe wohl nur auf das Auftreten von Wengener Schichten an dieser Stelle beziehen. Hier einzuschalten bleibt ferner noch, dass v. Mojsisovics (Jahrbuch 1880, pag. 704) das Vorkommen des *Trachyceras longobardicum* Mojs. am Dosso Alto erwähnt (nach einem Exemplare der Curioni'schen Sammlung).

Wengener Daonellenschichten im Val Sabbia. Ueber den Muschelkalken und Buchensteiner Knollenkalken, welche die Basis des Monte Pezzeda bilden, folgt im Val Ponticello und Val Dignone eine allenthalben scharf an den Gehängen sich abhebende, oft ansehnlich breite und dann von Alpenhöfen, zum Theil auch von Ortschaften occupirte Terrasse, die dem Durchstreichen der Wengener Daonellenschichten entspricht. Am ausgesprochensten tritt sie im Val Ponticello auf und hier gehören ihr die frischen Wiesengründe der hochgelegenen Gemeinde von Presegno an. An der Stelle, an welcher ich diese Terrasse verquerte, SW. oberhalb Presegno, nahe dem Kamme, fand ich nirgends typische schwarze Daonellenschiefer, wie sie in Judicarien auftreten, sondern nur feinere und gröbere tuffartige Sandsteine und weichere, zarte, dünnplattige Mergelschiefer von hellbrauner Färbung, wohl ebenfalls aus tuffigem Materiale gebildet. In ersteren treten insbesondere verkohlte Pflanzenreste, in letzteren neben solchen auch zahlreiche Exemplare der

Daonella Lommeli Wissm.

auf. Der Gesteinscharakter dieser Schichten erinnert lebhaft an den der sogenannten Reingrabener Halobienschiefer von Niederösterreich. Es wird durch dieses Vorkommen gewissermassen ein Bindeglied geschaffen zwischen den, wie es scheint, gar keine Daonellen führenden tuffigen und sandigen Ablagerungen dieses Niveaus am Dosso Alto und den weiterhin im Westen und Südwesten folgenden typischen schwarzen Kalkschiefern und doleritischen Sandsteinen, von denen gleich die Rede sein soll; zwischen beiden Ausbildungsweisen liegen die Vorkommnisse nicht nur räumlich, sondern auch lithologisch in der Mitte.

Im Südwesten unter dem Hauptdolomite des Pezzedarückens ist die Wengener Schieferterrasse weitaus weniger scharf und breit entwickelt, als bei Presegno. Ich kreuzte dieselbe oberhalb Loni nördlich von Ono. Hier stösst man schon auf echten, schwarzen, von Judicarien her bekannten Wengener Kalkschiefer und braucht nicht lange nach

der *Daonella Lommeli* Wissm. zu suchen, neben welcher hier auch einzelne Cephalopoden und zwar

Trachyceras longobardicum Mojs.

auftreten. Mehr tuffige, aus größerem Materiale gebildete Schichten fehlen auch hier nicht. Man kann diese Terrasse der Wengener Daonellenschichten mit grosser Sicherheit aus der Ferne verfolgen um die oberen Verzweigungen des Val Dignone; sie bilden insbesondere auf der Höhe zwischen dem Torrente Dignone und seinem rechtseitigen Quellbache, dem Torrente Glera, die Alpenwiesen von Rova und Seline und jenseits des Glera wohl auch noch jene von Planesso. In den Einrissen dieser Wiesengründe sieht man, auch aus der Ferne deutlich erkennbar, die braungefärbten Wengener Tuffsandsteine anstehen. Auch die Fortsetzung dieses Niveaus gegen Westen (resp. NW.) weist auf die Abhänge des Monte Ario hin, an welchen wohl auch diese Ablagerungen in weiter Verbreitung aufzufinden sein werden.

In den der Anticlinale von Levranche zufallenden Aufschlüssen sind Wengener Daonellenschichten — typisch entwickelt — anzutreffen und spielen hier eine grosse Rolle. Von Ono Degno in's Thal herabsteigend trifft man rothe tuffige Sandsteine und Mergel, tiefer mehr mergelige, gelbliche und grünlichgelbe splitternde Mergel mit Kalkeinlagerungen von zum Theile knolliger, zum Theile bankiger Natur, die gegen das Liegende allmählig in eine compacte, aber wenig gröbere braungefärbte Sandsteine mit Pflanzenresten und typische schwarze Kalkschieferplatten mit Riesenexemplaren der

Daonella Lommeli Wissm.

mächtig entwickelt, steil nach NW. fallend, hie und da auch Spuren von Ammoniten, sowie Bänke voll Daonellenbrut (*Posidonomya Wengensis* Wissm.) führend. Weiter thalabwärts folgt darunter, wie schon angegeben, Buchensteiner Kalk und oberer Muschelkalk, letzterer in sehr steilen Knickungen und Windungen vielfach hin- und hergebogen und bis zur Fucina unterhalb Casa Zapelli der Karte anhaltend, wo er äusserst steil thalabwärts einschiesst und — ohne dass hier Buchensteiner Kalk beobachtet wurde — von nahezu senkrecht stehenden Wengener Daonellenschiefern überlagert wird. Auch hier bestehen diese aus einer Wechsellagerung von schwarzen Mergel- und Kalkschiefern mit „doleritischen Sandsteinen“. Auch hier wurde die *Daonella Lommeli* in ihnen gefunden. Thalabwärts setzt nun eine wenig mächtige Masse von Kalken — Wengener Riffkalke — mit vollkommen senkrechter Schichtstellung quer durch's Thal und an diese legen sich (conform zu den Beobachtungen von Ono Degno herab) zuerst mergelige und kalkige graue Gesteine, bald aber die rothen Sandsteine und Mergelschiefer meist in senkrechter Schichtstellung an, bis nahe oberhalb Vestone anhaltend, wo abermals ein Kalkzug von geringer Mächtigkeit, von ähnlichem Charakter wie der vorher angeführte, durch's Thal zieht und, steil nach Nord fallend, die rothen Gesteinsmassen offenbar unterteuft. Unter diesem Kalkzuge folgen bis Vestone Mergelschiefer, Sandsteine und Quarzite vom Habitus der Wengener Daonellenschiefer, in denen

ich aber an dieser Stelle die *Daonella Lommeli* nicht fand, vielleicht nur in Folge des geringen Zeitaufwandes. Ist die Annahme richtig, dass man hier wirklich einen abermaligen Aufbruch von Wengener Riffkalken und Daonellenschiefern vor sich habe, so würde derselbe durch eine zwischen den beiden grösseren und weiter hinab aufgeschlossenen Auffaltungen des Val Sabbia (jener von Levranghe und der vom Monte Punal) sich einschiebende, geringer entwickelte Anticlinale hervorgerufen sein. Anzeichen von der Fortsetzung der antichinalen Biegung der Schichten gegen Nordosten sind auch an den wenig aufgeschlossenen Höhen zwischen dem Chiese-Thal und dem Val Treviso bis in die Nähe der Kapelle San Liberale zu verfolgen.

Die Wengener Daonellenschiefer der Anticlinale von Levranghe dürften gegen Osten vom Dignone eine ziemlich beträchtliche Oberflächenverbreitung besitzen, und zwar in der Umgebung des Ortes Levranghe selbst und von da gegen Lavenone. Die Einzeichnung ist hier völlig schematisch, da ich diese Gegenden nicht begangen, sondern nur von S. Liberale (jenseits des Chiese) und von S. Bernardo (jenseits des Dignone) aus übersehen habe. Immerhin erlaubte der mauerartig aufragende Zug des Wengener Riffkalkes eine annähernd vielleicht richtige Einzeichnung. Im Westen des Dignone ist das obere rothe Niveau an den schon dem Val Tovere zugewendeten flachen Abhängen zwischen Belprato und Livemmo auf Strecken hin verschwunden, der Riffkalk daher blosgelegt und selbst wieder durch die zwischen Belprato und der Kapelle „I morti di Barbaino“ herabkommenden Wasserisse so weit durchwaschen, dass an zahlreichen Stellen in denselben die Unterlage, der Wengener Daonellenschiefer also, zum Vorschein kommt. Auch hier wechseln die schwarzen Kalk- und Mergelschiefer mit den „doleritischen Sandsteinen“ ab und ich zweifle nicht, dass es bei einigem Zeitaufwande oder durch einen glücklichen Zufall auch hier gelingen wird, die *Daonella Lommeli* selbst und andere bezeichnende Petrefacten zu finden, welche zu suchen ich nicht für nöthig hielt, da mir die Lagerung hinreichend klar erschien.

Auch dem südlichsten Aufbruche des Val Sabbia, jenem des Monte Punal zwischen Nozza und Barghe, fehlen Wengener Daonellenschiefer nicht. Im Thalprofile des Chiese habe ich sie indessen nicht gesehen. Hier würde ihnen im nördlichen Flügel der unter dem Kalkzuge des Castell Nozza durchsetzende Zug von Eruptivgestein (nach Lepsius pag. 92 ein zersetzter dichter *Augitporphyr*) entsprechen. Andere Gesteine habe ich hier nicht beobachtet, doch ist gerade in diesem Theile des Profils der Mangel an Aufschlüssen sehr hinderlich und deshalb ihr Vorhandensein durchaus nicht ausgeschlossen. Im südlichen Flügel zwischen dem Muschelkalke des Ponte da Ré und dem Wengener Riffkalke von S. Gottardo scheinen in Folge der hier wohl schon in einen Bruch übergegangenen steilen Schichtstellung dieses Flügels, welche man ober Provaglio di sotto so schön beobachten kann, sowohl oberer Muschelkalk als Wengener Daonellenschiefer zu fehlen, letzterer zum mindesten verdrückt zu sein und die „*Dolomia metallifera*“ unmittelbar an (unteren?) Muschelkalk zu stossen. Westlich von Provaglio di sotto wurden übrigens am Fusse des Monte Punal in einem Bacheinrisse einige Spuren der Wengener Tuffsandsteine beobachtet und auch das Eruptivgestein,

welches unmittelbar bei diesem Orte ansteht und nach einer Mittheilung des Herrn C. v. John ein zersetztes melaphyr- oder diabasporphyrartiges Gestein ist, dürfte wohl sicher demselben Niveau angehören und sohin dem Eruptivlager unterhalb Nozza entsprechen; dafür spricht auch die Lagerung, denn der Kalk von S. Gottardo setzt südlich davon durch, um sich weiterhin, wie es scheint, mit der Kalkkuppe des Monte Besumé zu verbinden, welch' letzterer schon durch seine Formen sich als „erzführender Kalk“ zu erkennen gibt. Von Arviaco zum Val Treviso hinab durchschneidet man zuerst diesen Kalk und stösst unterhalb desselben abermals auf Wengener Tuffsandsteine und schwarze kalkige, sowie auch mehr tuffige und mergelige sandig-schieferige Gesteine von mächtigerer Entwicklung, in welchen auch hier

Daonella Lommeli Wissm. spec.

aufgefunden wurde. Ueber eine nochmalige kleine Aufwölbung der liegenderen Schichten hinweg, welche sich an der halben Höhe des Abhanges deutlich verfolgen lässt, gelangt man abermals in diese Wengener Gesteine, über welchen auch hier wenig mächtiger Wengener Riffkalk folgt, an den sich gegen die Thalfurche hinaus die rothen Schichtmassen anlegen. Die Schichten der *Daonella Lommeli* sind somit auch in diesem südlichsten Aufbruche tieferer triassischer Gesteine des Val Sabbia nachgewiesen.

Es dürfte sich am Schlusse der Darstellung dieses Niveaus vielleicht empfehlen, nochmals alle jene Punkte aufzuzählen, an denen das wichtigste, wenigstens allgemein verbreitete Petrefact dieser Schichten, die *Daonella Lommeli*, innerhalb der Grenzen des Aufnahmegebietes sich bisher gefunden hat:

Prezzo, an der Kirche, altbekannter Fundort (vergl. Benecke, Lepsius u. A.).

Prezzo, oberhalb des Ortes nordwestlich, bei den Häusern oberhalb der kleinen Kirche.

Prezzo, am Chiese-Absturze nördlich unterhalb des Ortes.

Strada, westlich am Fusse des Abhanges lose; nördlich am Fusswege nach Frugone im Anstehenden.

Dos dei Morti, an der isolirten Kuppe südlich der Malga Stablo Fresco.

(NB. Die Lepsius'sche Angabe vom Vorkommen der *D. Lommeli* oberhalb Malga Cleabà bedarf der Bestätigung, da sich diese Angabe vielmehr auf eine *Daonella* des oberen Muschelkalks zu beziehen scheint.)

Presegni di Val Ponticello, südwestlich oberhalb dieses Ortes.

Loni nördlich von Ono im Val Dignone, und zwar oberhalb dieser Häusergruppe am Wege nach Val Trompia.

Ono Degno, südlich unterhalb dieses Dorfes gegen den Dignone hinab.

Fucina sotto Casa Zapelli in der Thalsohle des Dignone, und zwar im Gegenflügel des vorigen Vorkommens.

Val Treviso bei Vestone, und zwar an dem Abhange des Monte Puncral am Wege nach Arviaco.

Die palaeontologische Verbindung zwischen den Vorkommnissen von Judicarien und jenen des mittleren Val Trompia ist somit durch diese zwischenliegenden Fundorte hergestellt.

b) **Wengener Riffkalk** (Esinokalk v. Hauer; *Dolomia metallifera Curioni*).

Wengener Riffkalk westlich von der Judicarienlinie.

Die einzige grössere Partie dieses Niveaus westlich der Judicarienlinie ist jene, welche die Gipfel der wildzerrissenen Kette des Cornovecchio bildet und welche nur durch den schwachvertieften Einschnitt des Passo al Frate von den obersten Marmormassen des metamorphischen Kalkzuges, der dem Tonalite des oberen Val Bona und Val d'Arno anliegt, getrennt wird. Der die Gipfel der Cornovecchio-Kette bildende Wengener Riffkalk zerfällt wieder in zwei getrennte Partien, die des eigentlichen Cornovecchio im Südwesten und jene des Monte Fistolo und Monte Penna im Nordosten. Beide sind nur durch eine tiefe Scharte, die bis in die Wengener Daonellenschiefer hinabgreift, getrennt. Das Einfallen ist für beide Partien, sowie für die jenseits des Frate-Passes liegenden gleichaltrigen Marmore dasselbe, ein ziemlich steil gegen NW. gerichtetes. Nur an dem Hauptgipfel des Cornovecchio ist die Lagerung bereits eine flachere, entsprechend dem von da an gegen den Dos dei Morti sich einstellenden flachen Südostfallen. Die Gehänge gegen das Val d'Arno hinab sind in Folge dieser Schichtstellung vielfach von verrutschten Massen und Trümmerhalden überdeckt und die ganze Dolomitdecke ist zwischen den Seitengraben in phantastisch gezackte Querkämme aufgelöst, so dass diese Region ein wahres Chaos der wunderbarsten Zacken und Spitzen, die aus einem Haufwerke von verstürzten Schollen und Trümmern aufragen, darstellt, während an zahlreichen tiefergelegenen Punkten die weiche, düsterbraungefärbte Unterlage der Wengener Daonellenschiefer hervorschaut. Das Gestein der Wengener Riffkalke ist hier ein heller, dolomitischer Kalk oder Dolomit, welcher stellenweise ein wahres Fossilzerreibsel bildet, besonders häufig aber Auswitterungen von Dactyloporen zeigt; schon Lepsius citirt pag. 210 Gyroporellen von schlechter Erhaltung im Kalke des Stabolfes. Höchst auffallend macht sich hier bemerkbar eine durch die ganze Masse hindurchgehende verticale Klüftung, die stellenweise so scharf hervortritt, dass die eigentliche Schichtung dadurch beinahe verwischt wird. Das gilt in noch stärkerem Grade von den jenseits des Frate-Passes liegenden oberen Marmoren, die diesem Niveau zufallen. Dieselben haben auch noch eine sehr weitgehende Auflockerung des Gefüges erfahren, sind grobkörnig und förmlich sandartig geworden und zerfallen leicht zu feinerem und größerem Grues. Die Zerklüftung derselben hat nicht wenig zu der Entstehung der phantastischen Verwitterungsformen dieser Massen beigetragen; das auffallendste Beispiel eines solchen Verwitterungsrestes ist wohl die aus der westlichen Scharte des Passo al Frate sich heraushebende, nach Osten schauende Riesengestalt eines betenden Mönches, welche jenem Uebergange den

Namen gab. Eruptivgesteine durchsetzen in schmalen Gängen die Riffkalke; am Cornovecchio meist quer auf's Streichen. Es sind hier meist dünne Gänge von thonsteinartig zersetztem, grünlichgefärbtem Gesteine. Vom Arno-Graben gerade hinauf zum „Frate“ benützt der oberste Theil des Weges einen ausgewitterten Gang von etwa südwestlichem Streichen, dessen Gestein ein melaphyrartiges ist. Weiterhin gegen den Tonalit in der eigentlichen Contactzone stellen sich die verschiedenartigsten Eruptivgesteine in zahlreichen Gängen und Lagern ein; es sind meist solche von diorit- oder tonalitartigem Charakter.

Es ist schon oben eine Angabe von Lepsius über riffartiges Auftreten von Kalk in den obersten Lagen des Wengener Daonellenschiefers unterhalb des Monte Giugea (Monte Penna?) gegen Val Roncone angeführt worden. Zwischen Monte Giugea und Monte Penna schien auch mir der Wengener Riffkalk eine ausserordentliche Mächtigkeit zu erreichen, obwohl nur in beschränkter Ausdehnung, und zwar speciell an einer Stelle, welche nicht zum regelmässigsten gelagert sein dürfte, da hier etwa der aus Val d'Arno erwähnte die Masse des Monte Penna im Nordosten abschneidende Bruch durchsetzen wird. Uebrigens habe ich diesen Abhang viel zu flüchtig begangen, um hier etwas Bestimmtes aussagen zu können. Im übrigen Kamme des Monte Penna und Monte Cornovecchio liegt die Masse des Wengener Riffkalkes entschieden als einheitliches Ganzes über den mächtig entwickelten Kalkschiefern und Sandsteinen des Wengener Daonellen-Niveaus, was nicht ausschliesst, dass an den Grenzgebieten Gesteinsübergänge vorkommen. Dass jenseits des Val Daone in der Umgebung des La Nova-Sees und des Val Bondol auch Gesteine dieses Horizontes an der Zusammensetzung der Marmorzone theilnehmen, wage ich nicht zu behaupten. Lepsius scheint nicht der Ansicht zu sein, dass Esinokalke (resp. Schlerndolomite) dort auftreten.

In der Tiefe der Judicarienlinie liegen nur mehr bei Prezzo einige wenig ausgedehnte Partien dolomitischen Gesteins, welche man diesem Niveau zuzählen muss, über den Daonellenschiefern.

Wengener Riffkalk an der Basis der Gaverdinagruppe.

Dem Wengener Riffkalke gehört jener scharf hervortretende Kalkzug an, welcher, an der Basis der Hauptdolomitmassen liegend und von diesen nur durch einen sehr schmalen Streifen weicherer Gesteine getrennt, südlich bei Bologna ansetzt und über Fort Danzelino und den Lago di Roncone ununterbrochen bis in den Monte Sole bei Tione zu verfolgen ist. Das nächste Liegende dieses Zuges, welches von den Wengener Daonellenschiefern gebildet werden sollte, habe ich, wie schon bemerkt, nirgends in dieser Gestalt finden können; Buchensteiner Kalke schliessen sich gegen Westen zunächst an. Das Hauptgestein des Zuges selbst ist heller, dolomitischer Kalk, gegen das Hangende zum Theil gebändert und oolithisch, in steinmergelartige Bänke übergehend und durch diese, sowie durch die stellenweise auftretenden rothgefärbten, marmorartigen Oolithe gegen das nächstfolgende Niveau einen allmäligen Uebergang herstellend. Der erwähnte Kalkzug hebt im

Süden an der grossen Schutthalde von Plubega an, trägt auf seinem scharfen Kamme das Kirchlein S. Martino und das Castellromano, ist unterbrochen durch die Glacialmassen der Terrasse von Por, setzt nördlich von Por wieder an, eine untere westliche von einer höheren östlichen Terrasse scheidend, bildet weiterhin den Höhenrücken des Fort Danzelino, sodann die untersten, linksseitigen Gehänge des Adanathals bis zum Lago di Roncone, welcher gerade in einer Unterbrechungsstelle dieses Zuges liegt, erhebt sich an der Strassenbiegung ober dem See abermals und zieht in den Monte Gajola hinein, am östlichen Abhänge desselben durchstreichend, wird von der von Breguzzo aus in's Val di Breguzzo führenden Strasse nördlich des Breguzzobachs angeschnitten und bildet weiterhin die in halber Höhe des Ostabhanges des Monte Sole über Breguzzo bis gegen Tione hervortretenden Felsschroffen. In dem Durchschnitte des Torrente Arno zwischen Monte Gajola und Monte Sole scheint dieser Kalkzug etwas mächtiger zu sein, als weiter im Süden bei Pieve di Buono. Petrefacten habe ich an keiner Stelle dieses Zuges gefunden; Herr Oberbergrath Stache ist es indessen gelungen, am Ausgange des Breguzzothals oberhalb Breguzzo in diesen Kalken Fragmente einer grossen Daonella zu finden, die möglicherweise mit

Daonella Lommeli Wissm.

identisch ist, was, wenn es sich als richtig herausstellen sollte, ein Seitenstück zu dem Funde Lepsius' im Val di Scalve (loc. cit. pag. 317) und zu dem bekannten Auftreten dieser Daonella in dem Esinokalke bei Esino selbst wäre. In Durchschnitte des untersten Val Rendena oberhalb Tione habe ich dieses Niveau nicht nachweisen können.

Wengener Riffkalk südlich von der Val Trompialinie.

Der Wengener Riffkalk des Dosso Altozuges setzt höchst wahrscheinlich an bei der Ortschaft Riccomassimo, von wo an er auf eine Strecke weit gegen Westen das linke Ufer des Torrente Caffaro begleitet, ist sodann zwischen Ponte Reinieri und Bagolino durch die Auswaschung des Thales mitentfernt worden oder von Glacialschutt überdeckt und erhebt sich am rechten Caffaro-Ufer schroff und felsig unter der Kapelle S. Gervasio, um von da einerseits längs des ganzen linksseitigen Abhangs des Val della Berga (mit senkrecht gestellten, weiter thalaufwärts wenigstens sehr steil gegen SO. bis S. einschliessenden Schichtflächen) die untersten Abstürze des Doss' Alto zu bilden, andererseits mit flacherer Schichtstellung gegen die Höhen des Zugs anzusteigen und die Gipfelmassen des Dosso Alto zu bilden¹⁾. Weiterhin knickt auch jener, das Val Berga begleitende Zug, plötzlich sein Streichen in nordwestliche Richtung verändernd und sich senkrecht aufrichtend, in der oben angedeuteten Weise um — oberhalb der obersten Alphütte des Val Berga. Der Kalk dieses Niveaus im

¹⁾ Lepsius hat auf seiner Karte dem Esinokalke des Dosso Alto gegenüber Bagolino eine viel zu grosse Ausdehnung gegen Norden gegeben und die gesammten liegenden Schichtgruppen incl. Muschelkalk mit ihm verbunden. Genauer sind in dieser Beziehung die Angaben bei Curioni, Geologia pag. 174.

Doss' Alto ist nahezu nirgends dolomitisch ausgebildet, häufig dagegen zeigt er eine ausgezeichnet riesenoolithische (Evinospongien-)Struktur und einzelne Bänke sind erfüllt mit Cidariten und Crinoiden, die auf den Schichtflächen auszuwittern pflegen, so dass diese Gesteine lebhaft an die Wengener und Cassianer Riffkalke des südöstlichen Tirol erinnern. Lepsius fand (pag. 83) am Dosso Alto auch unbestimmbare Korallen und einen Pecten in diesen Kalken.

Weiterhin gegen Westen ist an den verstürzten Abhängen des obersten Val Trompia bei S. Colombano und Collio der Wengener Riffkalk nur mehr spärlich vertreten. An dem mehrmals erwähnten Uebergange zwischen Presegno und S. Colombano ist es die westliche Kuppe, welche aus diesem Niveau besteht; wohl auf diese oder eine damit zusammenhängende, tiefer am Abhange liegende Partie mag sich die Bemerkung bei Lepsius pag. 84 beziehen. Schon Curioni hat in der Doss' Alto-Kette Esinokalke (*dolomia metallifera*) vom Hauptdolomite scharf unterschieden, wenn auch nicht präcis kartirt. Man vergleiche hier pag. 175 seiner Geologia, wo er nach Funden des Curaten Don G. Bruni von Collio die Hauptmasse der Gipfelkalke des Doss' Alto ganz richtig für metallführenden Kalk, welcher zahlreiche Chemnitzien enthalten soll, die Masse der Corna Blacca dagegen (nach Lepsius gleich dem Monte Pezzeda) wegen des hier constatirten Vorkommens der *Avicula exilis* Stopp. und des *Cardium triquetrum* Wulfen. dagegen für Hauptdolomit (bei ihm gleichbedeutend mit Esinokalk) erklärt. Man vergleiche hier ferner die Angaben Curioni's über die verstürzten Massen der „*Dolomia metallifera*“ oberhalb S. Colombano.

Wengener Riffkalk im Gebiete des Val Sabbia. Ueber der in einem der vorhergehenden Abschnitte erwähnten Wiesenterrasse der Wengener Daonellenschiefer von Presegno und Loni zieht allenthalben eine recht scharf hervortretende, schroffe Abstürze bildende, in ihrer Mächtigkeit starken Schwankungen unterworfenen Kalkmasse durch, welche ohne Zweifel das hier zu schildernde Niveau repräsentirt. Sie ist insbesondere sehr auffallend oberhalb Presegno selbst entwickelt und trennt hier als steile Felswand die weite, flache Wiesenlandschaft dieser Gemeinde von einer ebenso ausgedehnten höheren Terrasse, welche sich darüber hin gegen den Fuss der Hauptdolomitmassen ausbreitet. Sehr scharf und auffallend tritt dieses Niveau des Wengener Riffkalkes auch im obersten Val Dignone hervor, wo es in schon sehr bedeutender Höhe nahe unter dem Hauptdolomite des Monte Pezzeda und der wenig ausgedehnten, aber einen prachtvollen Thalhintergrund bildenden Dolomitkuppe des *Corno di Po* sich herumschlingt. In der Fortsetzung mag es wohl (nach Curioni's Angaben) auch noch am Monte Ario vertreten sein.

Ziemlich ausgedehnte Verbreitung besitzt das Wengener Riffkalk-Niveau innerhalb der der Anticlinale von Levranghe zufallenden Aufschlüsse. Man begegnet am Abstiege von Ono Degno zum Dignone zwischen dem rothen oberen Schichtcomplexe von Raibler Facies und dem Wengener Daonellenschiefer und doleritischen Sandsteine einer nicht sehr mächtigen Einschaltung von hier dunkelgefärbten Kalkbänken, welche ohne Zweifel dieses Niveau repräsentiren. Diese Kalke gehen gegen oben durch oolithische, dünnbankige und endlich knollige Lagen

in die Mergelschiefer des hangenden Complexes über und ziehen gegen SO. am Gehänge aufwärts. Thalabwärts von der Fucina unterhalb Casa Zapelli beobachtet man den vollkommen senkrecht aufgerichteten Gegenflügel dieses Zuges, ebenfalls aus dunklen Gesteinen gebildet. Man kann diesen mauerartig sich aus der weicheren Umgebung hervorhebenden Kalkzug vollkommen deutlich über die Abhänge hin bis oberhalb Lavenone fortstreichen sehen, an welche Stelle er sich mit dem von unterhalb Ono Degno heraufziehenden Gegenflügel vereinigen dürfte. Jenseits — westlich — des Dignone bildet dieser Kalk die Höhen des Wasserscheiderückens gegen Val Tovere in der nördlichen Umgebung von Belprato, ist zwischen Belprato und der Kapelle „I Morti di Barbaino“ weithin von seiner rothen Decke entblösst, senkt sich hier in's Toverethal flach hinab und wird von dem Bache von dem verlassenen Forno di Livemmo angefangen durch eine bedeutende Strecke thalabwärts durchnagt. Die Kapelle „I Morti“ selbst steht schon auf den Schichtköpfen des Nordflügels dieser Kalke und von da an gegen Norden taucht derselbe wieder unter die zusammenhängende Decke der rothen Sandsteine und Tuffe hinab. Das allmälige Umlegen dieses Kalkes aus der senkrechten Schichtstellung des Südflügels in der Nähe von S. Bernardo in ein flacheres SW.-, dann W.- und endlich in das NW.-Fallen des Nordflügels bei „I Morti“ ist auf dem Wege zwischen S. Bernardo und jener Kapelle schön zu beobachten. Hier bei Belprato nimmt der Kalk auch im Gegensatze zu den Aufschlüssen im nahen Val Dignone wieder eine grössere Mächtigkeit und eine hellere Färbung an.

Unmittelbar oberhalb Vestone im Val Dignone taucht, wie schon erwähnt wurde, unter den rothen Schichten von Raibler Facies abermals anscheinend der schmale Zug des Wengener Riffkalkes hervor und unter ihm (südlich) erscheinen abermals Mergelschiefer, Sandsteine und Quarzite vom Habitus der Wengener Daonellenschichten. Wie schon bemerkt, wurden diese Schichten nur nach Analogie der höher oben im Val Dignone auftretenden Aufschlüsse als dem genannten Niveau zufallend angesprochen. Die Kalke scheinen in Verbindung zu stehen mit mehreren Kalkpartien, die theils unmittelbar östlich bei Vestone auf der linken Thalseite des Chiese, theils an den Abhängen des Rückens zwischen Val Chiese und Val Treviso auftreten und bis gegen S. Liberale hin zu verfolgen sind. Auch innerhalb des Ortes Vestone selbst scheinen hie und da diese Kalke anzustehen. Die Aufschlüsse sind in diesen Regionen zu undeutlich, als dass man den Zusammenhang dieser einzelnen Kalkvorkommnisse (ohne grossen Zeitaufwand) verfolgen könnte. Indessen spricht sowohl Gesteinscharakter als auch Lagerung — beinahe durchgehends sehr steile, bis senkrechte Stellung aller Schichten in der unmittelbaren Umgebung von Vestone — dafür, dass man es hier in der That mit einem Auftauchen der nächstälteren Gebilde unter den rothen Schichten von Raibler Facies zu thun habe.

Wengener Riffkalk (*Dolomia metallifera*) im Aufbruche des Monte Puneral zwischen Nozza und Barghe. Der kleine Ort Nozza liegt an der Stelle, an welcher der Chiese den Nozzabach aufnimmt und, die Richtung seines Laufes plötzlich ändernd, das Gebirge senkrecht auf das Streichen zu durchsetzen beginnt, damit

eine Reihe der schönsten Aufschlüsse schaffend. Nördlich von Nozza erheben sich gerundete, leichtbewaldete Höhen von düsterrother Färbung, deren Fuss von Glacialschuttansammlungen verdeckt wird, im Süden der Linie Nozza-Vestone steigen die ebenfalls ziemlich flachen, verschwommenen Gehänge des Monte Punal an, ohne vorragende Felsmassen und Klippen, die massigere und härtere Gesteine verrathen würden. Gerade bei Nozza aber stellt sich ein wenig mächtiger Kalkzug ein, der durch seine schroffen Abstürze, seine isolirte Lage inmitten weicherer Schichtmassen und durch den allerdings nebensächlichen Umstand, dass er die Ruinen des alten Castells von Nozza trägt, dem aus Judicarien kommenden Geologen sofort den Kalkzug von San Martino und Castellromano bei Pieve di Buono in die Erinnerung ruft. In der That hat man es hier mit demselben Niveau zu thun. Der Kalk ist ziemlich hell gefärbt, fällt steil gegen NW. ein und verliert sich — von der Ferne gesehen — gegen SO. bald zwischen den weichen Abhängen der liegenden und hangenden Schichtcomplexe. Thalaufwärts scheint er — wenigstens eine Strecke weit — vom Chiese weggenagt zu sein und setzt erst wieder im Val Treviso an; von da an zieht er sich etwa parallel zum Wege zwischen Treviso und Arviaco auf den Kamm hinauf, bildet hier die Kuppe des Monte Besumé und setzt sich zwischen Provaglio di sotto und Barnico durchstreichend in Verbindung mit der Masse hellen Kalks bei S. Gottardo oberhalb Barghe, an dieser Stelle die äusserste Partie des Kalkellipsoids des Monte Punal bildend. Der Kalk des Monte Besumé gehört schon zum Nordflügel der Anticlinale oder stellt zum wenigsten die Verbindung zwischen beiden Flügeln her, während der den Südostrand des Punalrückens bildende erzführende Kalk von Barghe offenbar vollkommen senkrecht steht, vielleicht sogar etwas überkippt ist. Im Chiesedurchschnitte ist dieser erzführende Kalk klotzig, massig, scheinbar ungeschichtet, grösstentheils hellgefärbt, gegen aussen, resp. südlich, also in's Hangende, röthlich, violett bis roth; er führt Crinoiden, Dactyloporen, Korallen, *Pecten aff. Margheritae* v. Hauer. Seine hangendsten Schichten sind grellroth, ähnlich wie die hangenden Partien des Kalkes vom Monte Besumé. Ein An- und Abschwollen der ganzen Masse im Fortstreichen des Zuges ist unverkennbar, so z. B. ist im Chiesedurchschnitte der Kalk von Nozza, also der Nordflügel, viel weniger mächtig, als jener von S. Gottardo im Südflügel. Der erzführende Kalk von Barghe (S. Gottardo) selbst erscheint wieder, von der Ferne gesehen, als linsenförmig angeschwollene Masse, die sowohl gegen SW. als gegen NO. auszusetzen scheint, doch gibt sich ebenfalls schon von der Weite der Kalk des Monte Besumé durch seine klotzigen Formen als entfernter gelegene Fortsetzung zu erkennen und bei Begehung des Abhanges zwischen ihm und dem Chiesethale überzeugt man sich auch von dem Durchstreichen des Kalkes zwischen beiden Punkten mittwegs zwischen den Ortschaften Provaglio di sotto und Barnico. Die südwestliche Fortsetzung des Punal (am rechten Ufer des Chiese) habe ich nicht begangen, sondern mich nur von der Thatsache, dass die oberen rothen Schichten von Nozza und Vestone mit jenen von Preseglio und Bione durch das Memmothal in grosser Breite zusammenhängen, überzeugt und in Folge dessen die Einzeichnung nach dieser Seite hin völlig schematisch vorgenommen.

c) Schichten von Raibler Facies.

Unter dieser Bezeichnung soll im Folgenden, wie schon oben bemerkt wurde, jenes Niveau behandelt werden, welches von sämtlichen älteren Beobachtern als Raibler Schichten (*Gervillia bipartita*-Schichten) gedeutet, neuerlich aber von v. Mojsisovics (Jahrbuch, 1880) als noch zu den Wengener Schichten gehörig angesehen wurde, unter der Voraussetzung, dass echte Raibler Schichten in Judicarien und Val Sabbia gar nicht vorhanden, resp. durch Hauptdolomit vertreten, in der westlichen Lombardei vom Lago d'Iseo an aber an der oberen Grenze des bisher als „Raibler Schichten“ betrachteten Complexes gelegen seien.

In Judicarien kannte man ein hieher zu ziehendes Niveau überhaupt bis jetzt nicht. Lepsius erwähnt wiederholt (pag. 91, pag. 239), dass in ganz Judicarien nirgends die untere Grenze der Hauptdolomite aufgeschlossen sei. Damit im Zusammenhange steht, dass ihm die sämtlichen an der Basis des Hauptdolomits der Gaverdinagruppe längs der Judicarienlinie zwischen Cologna und Tione auftretenden älteren Schichten gänzlich entgangen sind — mit Ausnahme des unteren Muschelkalkes, dessen Auftreten allerdings Niemanden, der auch noch so flüchtig das Chiese- und Adanathal besucht, entgehen kann, von welchem aber Lepsius annahm, dass er zwischen den älteren Ablagerungen der Cornovecchiomasse und den flach nach OSO. geneigten (!) Hauptdolomiten der Gaverdina (pag. 205) senkrecht aufgerichtet in die Verwerfung einschiesse! Dass Lepsius hiebei die auffallende und weithin fortziehende terrassen- oder längsthalförmige Niederung zwischen diesem Muschelkalke und dem Hauptdolomite so wenig berücksichtigt hat, kann man ihm wohl mit Recht zum Vorwurfe machen, umsomehr, als schon Benecke (Trias und Jura, pag. 33) das Durchstreichen höherer Schichten über dem Muschelkalke der Thalwand unter der Rasendecke des kleinen Plateaus bei Cologna vermuthete.

Der beste Aufschluss dieser Schichten vom Raibler Facies liegt ganz nahe südöstlich oberhalb Cologna. Hier stossen in dem Graben, durch welchen der Weg nach S. Martino hinaufführt, an die völlig senkrecht stehenden dolomitischen Kalke des Zuges von S. Martino (welche Kalke gegen ihre hangenden Partien zum Theil gebänderte und oolithische Beschaffenheit annehmen) zunächst einige Bänke hellgelblichgrauer, steinmergelartiger Kalke, sodann ein nur wenige Schritte breiter Complex weicherer Gesteine, und zwar im Liegenden mehrere Bänke von petrefactenreichen, hellgrauen bis schwarzen splitternden Mergelkalken mit Mergelschieferzwischenlagen von grauer und röthlicher Färbung, im Hangenden aber graue und rothe, zum Theil etwas sandige Mergelschiefer, die höher mit Dolomitbänken zu wechsellagern beginnen, so dass der ganze Complex allmählig in den Hauptdolomit übergeht. Die Schichtstellung ist durchaus eine senkrechte und alle Bänke vom Wengener Riffkalke an durch die rothen Schichten bis in den Hauptdolomit sind vollkommen concordant gelagert. Die liegenderen Bänke des Complexes, die grauen bis schwarzen, leberbraun verwitternden, zum Theil etwas breccienartig aussehenden Kalke führen auf ihren abgewitterten knolligen Schichtflächen eine Fauna, die grösstentheils

aus Myophorien besteht, welche in mitunter sehr grossen Exemplaren auftreten und von der bekannten Raibler

Myophoria Kefersteinii Münst. spec.

kaum zu unterscheiden sind. Daneben liegt hie und da eine schlecht erhaltene *Gervillia*, eine *Modiola* oder ein *Mytilus*, eine *Avicula* aus der Verwandtschaft der rhätischen *A. inaequiradiata* (*speciosa*), einzelne myoconchenartige Formen (zunächst gewissen Abarten der *Myoconcha Curionii* v. Hauer vergleichbar), kleine *Natica*- oder *Deshayesia*-artige Gastropoden, sowie Fischzähnnchen. Alles ausser der *Myophoria* ist selten und vereinzelt. Die Bänke selbst sind zwar ganz erfüllt mit Fossilien, die aber so fest im Gesteine haften, dass man auf Bruchflächen kaum etwas anderes als die glatten, glänzenden Schalen der Modiolen und Mytilen zu sehen bekommt. In einer grauen Mergelschieferzwischenlage der höheren Schichten fanden sich winzige, concentrisch gerippte, hornschalige posidonomyenartige Abdrücke.

Südlich von diesem Anschlusse habe ich das Fortstreichen dieses Niveaus noch constatiren können in einem Graben, der unmittelbar südlich unterhalb S. Martino die Kalkkette, auf der diese Kirche erbaut ist, durchbricht. Hier liegen dieselben Gesteine mit derselben Petrefactenführung in losen Blöcken umher.

Im nördlichen Fortstreichen trifft man auf Aufschlüsse zunächst nordöstlich oberhalb Por, an der Stelle, an welcher der von Por kommende Weg gegen die östlichere, höhergelegene der beiden langfortziehenden Terrassen, die durch den Wengener Riffkalkzug geschieden werden, anzusteigen beginnt. Hier stellen sich im Liegenden des zu besprechenden Niveaus — vielleicht noch dem Riffkalke zufallend, jedenfalls an der Grenze beider Schichtcomplexe gelegen — rothe, marmorartige, zum Theil grobolithische Bänke ein, die sich leider als petrefactenleer erwiesen. Auch die petrefactenführenden Lagen von Cologna fehlen hier nicht, sondern sind in zahlreichen losen Stücken zu finden. Von da an gegen Fort Danzelino habe ich nur lose Stücke solcher Gesteine gefunden, das Anstehende aber nicht beobachtet. Erst am Ausgange des Maracinales sind südlich vom genannten Fort in der tiefen Schlucht des Maracinales die grellgefärbten weicheren Schichten zwischen Wengener Riffkalk und Hauptdolomit wieder aufgeschlossen, ohne aber dass es mir hier gelungen wäre, die petrefactenführenden Bänke wiederzufinden. Dagegen findet man lose Stücke derselben in dem Hohlwege, welcher nordöstlich vom Fort Danzelino auf die Wiesenterrasse hinaufführt, welche in geringer Höhe das Adanathal östlich von Fontanedo und Roncone begleitet und offenbar dem Durchstreichen des in Rede stehenden Niveaus entspricht. Auch hier findet sich *Myophoria Kefersteinii* Mstr. spec. Am nördlichen Ende dieser eben-erwähnten Terrasse, südöstlich oberhalb des Lago di Roncone zieht das Niveau der petrefactenführenden Schichten von Cologna durch und auch hier sammelt man fossilführende Stücke und sieht in Hohlwegen im Walde die weicheren Schichten, zum Theil als grellrothgefärbte Sandsteine, aufgeschlossen. Die Lage der Ziegelei östlich vom See entspricht dem Verlaufe dieses Gesteinszuges.

Auch am Ostabhange des Monte Gajola fehlt diese Zone nicht; an der alten Strasse nach Roncone fand ich gerade an der Stelle, an welcher das Durchstreichen erfolgen muss, in einer Wegmauer einen grossen Block des typischen, knolligen, Bivalven-führenden Kalkes von Cologna mit

Myophoria Kefersteinii Mstr. spec.

und der kleinen *Natica* oder *Deshayesia*, die auch zu Cologna gefunden wurde. Ein besserer, aber wie es scheint, schwer zugänglicher Aufschluss dieses Niveaus liegt nahe nordwestlich von Bondo in der Schlucht des Arnobaches, und zwar an dessen linkem Ufer. Man sieht vom jenseitigen Ufer aus die grellroth gefärbten, senkrecht aufgerichteten Bänke dieser Schichtgruppe in der Tiefe zwischen den hier Daonellen führenden Wengener Riffkalken und dem Hauptdolomite anstehen. Am Südostgehänge des Monte Sole habe ich die rothen Schichten an drei verschiedenen Stellen beobachtet und zwar ein erstes Mal auf dem Fusswege, welcher vom Friedhofe von Breguzzo ausgehend und allmählig ansteigend an dem Gehänge hinführt; sodann ein zweites Mal an jenem Wege, welcher den ersterwähnten kreuzend und aus Südwesten herabkommend gegen Tione hinabführt, und ein drittes Mal in der einzigen grösseren, von diesem Abhange nahe südwestlich von Tione herabkommenden Schlucht. Petrefacten habe ich hier nirgends gesehen, indessen ist das Niveau schon petrographisch nicht zu verkennen und daher dessen Durchstreichen längs der ganzen westlichen Basis der Gaverdinamasse von Cologna bis Tione als völlig erwiesen anzusehen. In den Aufschlüssen an der Rendenastrasse, die allerdingss sehr ungenügende sind, war dieses Niveau nicht zu finden.

Monte Penna. Es wurde bereits erwähnt, dass westlich von der Judicarienlinie der Wengener Riffkalk nur mehr in beschränkter Verbreitung angetroffen wird. Nur an einer einzigen Stelle liegen auch noch höhere Schichten, und zwar am Monte Penna, dem nordöstlichen Gipfel der Cornovecchiokette, welcher sich schon aus grosser Ferne durch seine flache Gestalt von den übrigen wildgezackten Spitzen der benachbarten Höhen unterscheidet. Es folgt hier, über dem Wengener Riffkalke eine deutlich markirte Terrasse bildend, eine wenig mächtige Schichtmasse, welche aus plattigen, mergeligen, grünlichgrau bis schwarz gefärbten, zum Theil auch röthlichen Gesteinen besteht; auch hier erscheinen an der Grenze gegen den unterlagernden Riffkalk dickere, gelbgefärbte, steinmergelartige Bänke. Die kleine Spitze des Monte Penna fällt wohl schon dem Hauptdolomite zu. Auch am nächstliegenden Gipfel des Monte Fistolo findet man noch lose Stücke des weicheren Gesteins der Terrasse vom Monte Penna, ein Zeichen, dass diese Ablagerung noch vor nicht zu langer Zeit hier vorhanden war. Schon aus der Ferne bemerkt man, dass die Mächtigkeit des Riffkalkes am Monte Fistolo noch dieselbe ist, wie jene des Monte Penna und nur der Aufsatz der Kuppe des Monte Penna fehlt darüber. Petrefacten habe ich in diesen Schichten nicht gefunden.

Schichten von Raibler Facies im Süden der Val Trompialinie.

Zug des Dosso Alto. Genau so wie in Judicarien der Kalkzug von S. Martino-Danzelino durchgehends durch eine wenig mächtige vorherrschend rothgefärbte Masse weicherer Schichten vom Hauptdolomite getrennt erscheint, ebenso schiebt sich zwischen den Wengener Riffkalk des Dosso Alto und den Hauptdolomit des Gebirges längs des unteren Caffaro und des Torrente Berga ein analoger Schichtcomplex ein. Von der nach Bagolino führenden Strasse aus sieht man unterhalb des jenseits des Caffaro liegenden Ortes Riccomassimo in der Tiefe der Caffaroschlucht, insbesondere rechts vom Torrente Riccomassimo grellroth gefärbte, weichere Gesteinsmassen sich nördlich dem senkrecht aufgerichteten oder etwas überkippten Hauptdolomite in conformer Schichtstellung anlegen, nördlich von welcher Gesteinszone ein schwacher Kalkzug folgt, unterhalb Riccomassimo durchstreichend, während der Ort selbst auf einer deutlich gegen Westen fortziehenden schwachgedeuteten Terrasse liegt, über der sich im Nordwesten graue Kalkabhänge erheben. Leider erwies sich die Caffaroschlucht an dieser Stelle gegenüber Riccomassimo als unpassirbar; man kommt wohl hinab zum Bache, aber nicht über denselben. Trotzdem blieb mir kein Zweifel, dass man es hier mit zunächst an den Hauptdolomit anschliessenden rothen Schichten von Raibler Facies gleich denen von Bologna zu thun haben müsse, denen sich gegen Norden ein Zug von Riffkalken und sodann in regelrechter Unterlagerung wohl auch die übrigen liegenden Schichten bis zum unteren Muschelkalk hinab anschliessen werden. Liegt doch diese Gegend im directen Fortstreichen der Schichten des Val della Berga, von dem sogleich die Rede sein soll. Lepsius sagt pag. 235: „Der Caffaro hat hier im unteren Theile von Bagolino abwärts sich eingebettet in die Verwerfungsspalte zwischen dem nördlichen Buntsandsteinplateau und dem südlichen Stocke des Hauptdolomites. Jach stürzt der Esinokalk über den Muschelkalk vom Dosso Alto mit 60—70° in Südost, in prallen Wänden aufgeschlossen unter dem anliegenden Hauptdolomite. An der Verwerfung sind auf dem Quarzporphyr einige Schollen von Grödener Sandstein, Werfener Schiefer und Zellendolomit hängen geblieben. Auf dem Wege von Bagolino in's Val Riccomassimo begegnet man solchen isolirten Partien, auch einmal Muschelkalk dem Quarzporphyr aufsitzend, und unten im Tobel liegen Röthschichten, in die Verwerfung hineingezogen.“ Ich bezweifle, dass diese wenig klaren Mittheilungen in irgend Jemandem ein annähernd richtiges Bild der geologischen Verhältnisse am untersten Torr. Caffaro zu erzeugen im Stande sein können. Auch die Lepsius'sche Karte ist an dieser Stelle sehr wenig genügend, ja sie erreicht an Genauigkeit hier nicht einmal jene von Curioni.

Val della Berga ist nahezu in seiner ganzen Erstreckung an der Grenze zwischen den Wengener Riffkalken des Dosso Alto und den südlich davon liegenden Hauptdolomiten, also direct in dem uns hier zunächst beschäftigenden Niveau der Schichten von Raibler Facies eingerissen, eine Thatsache, die auf der Curioni'schen Karte sehr gut markirt ist, während Lepsius dieselbe nicht gekannt zu haben scheint. Die

Schichten von Raibler Facies des Val della Berga sind ebenfalls — wie in Judicarien — wenig mächtig und bestehen grösstentheils aus grellroth gefärbten, mergelig-schmierigen und grauen thonigen Schichten mit Einlagerungen von Kalken, werden an ihrer unteren Grenze von den Riffkalken durch die schon wiederholt erwähnten gelblichen steinmergelartigen Kalkbänke geschieden und gehen nach oben allmählig durch Wechsellagerung in den Hauptdolomit über. Es existirt nicht der mindeste Grund, an der absoluten Gleichalterigkeit dieser Schichten mit jenen oberhalb Cologna zu zweifeln. Die Aufschlüsse in diesem Niveau sind, wie es in der Natur der Sache liegt, auch hier nicht die besten. An der Stelle des mittleren Val della Berga, an welcher die Schlucht am schmalsten wird, erscheinen diese Schichten an der rechten Thal-seite, sonst überall — thalaufwärts, wie thalabwärts — bleiben sie an den linksseitigen Gehängen, so dass der Bach bereits im Hauptdolomite verläuft. An manchen Stellen ist ihr Fortstreichen schon durch die grellrothe Verwitterungsfarbe der Abhänge angedeutet. Endlich scheinen sie noch oberhalb der obersten Alphütte nördlich durchzuziehen und über den Kamm in's Val Trompia hinüberzustreichen.

Weiter im Westen resp. Südwesten von dieser Stelle habe ich dasselbe Niveau aufgeschlossen gefunden an dem Fusswege, der von Presegno in's Val Trompia führt, und zwar an jenem Punkte, an welchem sich dieser Weg nahe unter dem Kamme theilt. Hier treten, wie schon erwähnt, über den Hauptdolomitmassen des oberen Val Ponticello abermals Buchensteiner Kalke und Wengener Daonellschichten zu Tage und auch das rothe Niveau von Raibler Facies und die Steinmergelplatten in seinem Liegenden fehlen hier nicht. Die rothen Schichten streichen gegen Nordwest über den Sattel, den auch den Weg benützt, in's Val Trompia hinüber, überlagern die westliche Kalkkuppe — Riffkalk — und unterlagern die östliche Kuppe — Hauptdolomit — welcher letzterer wohl der bei Curioni und Lepsius wiederkehrende Name Corna del Mantice zukommt. In grosser Breite ziehen sie jenseits gegen Val Trompia hinab, ob sie sich aber in der auf der Karte angedeuteten Weise mit den aus Val della Berga herüberstreichenden Schichten verbinden, muss dahingestellt bleiben, da hier die grosse Querstörung des Val Ponticello durchzusetzen scheint, deren Existenz — wenigstens zwischen Dosso Alto und Corna del Mantice schon von Curioni pag. 233 seiner Geologia angedeutet wurde. Weiterhin gegen West von der zuletzt erwähnten Stelle fehlen den gegen Val Trompia gekehrten Abhängen des Doss-Altozuges, soweit sie in meinen Aufnahmsbereich fallen, die rothen Schichten wohl sicher. Erst um den Mte. Ario mögen sich dieselben vielleicht wieder einstellen.

Schichten von Raibler Facies im Gebiete des Val Sabbia.

An den Südabhängen der Pezzedakette. Die erste Andeutung vom Vorkommen eines entsprechenden Niveaus am Südabhange der Pezzedakette gibt Curioni pag. 175 seiner Geologia, wo er erwähnt, dass die Dolomite der Cornablacca (im Gegensatze zu der „*dolomia metallifera*“ des Dosso Alto) Hauptdolomit seien, da am Südabhange der Cornablacca eine Schichtgruppe vom Aussehen des „Keupers“ des Val Sabbia auftrete. Auch erwähnt er gleichzeitig, dass er im Schutte einige Myoconchen gesammelt habe; allerdings wird

nicht näher bezeichnet, ob an dieser Stelle oder etwa jenseits des Kammes an den Gehängen gegen Val Trompia.

In der That sind Schichten von Raibler Facies am Südgehänge des Pezzedazuges ebenso constant durchziehend anzutreffen, wie alle bisher behandelten älteren Niveaus. Man trifft dieses Terrain zunächst im Val Ponticello, wo es über jener Mauer von Wengener Riffkalk, die sich über den Wiesen von Presegno erhebt, eine zweite Terrasse bildet, welche insbesondere gegen Nordosten hin eine grosse Breite erreicht. Auch hier finden sich die oft hervorgehobenen steinmergelartigen Platten im Liegenden gegen die Riffkalke und darüber innerhalb der Weideflächen in Wasserrissen aufgeschlossen allenthalben die unten mehr kalkigen, oben mehr mergeligen und thonigen, in diesen Partien vorherrschend grellroth gefärbten Massen. In den kalkigen Niveaus findet man hier Bänke mit Petrefactenführung.

Ebenso deutlich ist dieses Niveau jenseits unterhalb der dem Val Dignone zugekehrten Hauptdolomit-Abstürze des Mte. Pezzeda erschlossen. Hier führt der Fussweg zwischen Ono und Val Trompia die längste Zeit hindurch beständig in diesem Niveau nach aufwärts, da sich die ganze Schichtfolge in einer eigenthümlichen Weise stark gegen Nordwesten hebt. Die Aufschlüsse sind hier nicht selten recht gute und versprechen auch an Petrefacten einiges zu liefern. Merkwürdig ist das Auftreten eines Eruptivgesteins innerhalb dieser Schichten, von welchem man an mehreren Stellen jenes Weges Aufschlüsse wahrnimmt. Es ist nach einer von Herrn C. v. John ausgeführten Untersuchung ein typischer Melaphyr. Die Vorkommnisse desselben treten keineswegs gangförmig auf, sondern scheinen vielmehr das Ausgehende einer Lagerdecke zu bilden. Weiterhin nach Westen umgibt das rothe Niveau von Raibler Facies noch, eine kleine Terrasse mit Alpenweiden bildend, von der südlichen Seite her den Gipfel des Corno di Po und zieht sodann über die Grenzen meines Aufnahmesterrains hinaus.

Schichten von Raibler Facies in der Tiefe des Val Sabbia und seiner Seitenthäler.

Im Süden ist, wie schon mehrmals hervorgehoben wurde, die ganze, in grosser Regelmässigkeit vom Hauptdolomite bis zum unteren Muschelkalke, ja vielleicht sogar bis zum Werfener Schiefer hinab aufgeschlossene Schichtfolge des Mte. Pezzeda und Corno di Po durch eine Längsstörung abgeschnitten, jenseits deren im Süden, in weit tieferer Lage, die hier in Rede stehenden Schichten in grosser Mächtigkeit abermals auftreten und eine weite Oberflächenverbreitung im mittleren und oberen Val Sabbia gewinnen, die fruchtbaren Umgebungen zahlreicher Ortschaften, insbesondere der Gemeinden Livemmo, Avenone, Ono, Lavenone, Treviso, Vestone, Nozza, Mura, Bione und Preseglio bildend. In Osten, Süden und Westen sind diese Aufschlüsse von den höheren Hauptdolomitgebirgen umringt, durch welche hindurch nur gegen Westen hin einige niedrige Einsattelungen in's Val Trompia hinüberführen, über welche auch jene rothen Schichten sich mit den gleichalterigen Ablagerungen in Verbindung setzen. Aus Nordosten tritt der Chiese in's Thalgebiet ein, den Hauptdolomit vorher durchbrechend,

und ebenso durchbricht er denselben bei seinem Austritte nach Süd-osten. Im Inneren sind die rothen Schichten von Raibler Facies von einigen — drei — parallelen, ellipsoidisch hervortretenden Aufbruchszonen älterer Gesteine unterbrochen, welche bereits im Vorhergehenden geschildert wurden; es sind das die Antiklinalen von Levranghe, Vestone und jene des Mte. Puneral; die mittlere derselben ist nur schwach angedeutet. Solchergestalt umgrenzt sich das Gebiet des „Keupers“ des Val Sabbia, der östlichste Ausläufer einer durch nahezu die ganze lombardische Triaszone streichenden Entwicklungsweise der zunächst über dem Wengener Riffkalke (Esinokalke) liegenden Ablagerungen.

Zahlreiche treffliche Beobachtungen in diesem Gebiete verdankt man Curioni, einige Mittheilungen darüber gab neuerlich Lepsius. Die Publicationen des besten Kenners dieser Gegenden, Professor Ragazzoni in Brescia, stehen leider immer noch aus.

Curioni kennt, wie schon erwähnt wurde, keinen Muschelkalk im Val Sabbia, für ihn ist hier das tiefstaufgeschlossene Glied „erzführender Kalk“, als welchen er die ganze Masse des Mte. Puneral einzeichnet, im offenbaren Widerspruche mit seinen eigenen Beobachtungen, da er ja im Texte die Kalke zwischen Ponte da Ré und Nozza für Raibler Schichten erklärt. Es ist Curioni übrigens keineswegs entgangen, dass auch im Val Tovere und im Val Dignone unter den rothen Schichten tiefere Niveaus zum Vorschein kommen, er erwähnt das pag. 208 aber nur ganz nebenbei und macht keinen Gebrauch davon bei seinen Einzeichnungen. Ebenso hat er constatirt, dass die südlich der Bruchlinie von Ono-Livemmo in tieferem Niveau erscheinenden rothen Schichten über den Sattel von Lavino und Toja in das Val Marmentino fortsetzen (pag. 180); leider berücksichtigt er aber auch diese Beobachtungen nicht bei der Construction seiner Karte, zieht vielmehr den Hauptdolomit des Corno di Po gegen die Kette des Corno di Sabbio und Savalle hinüber und erhält dergestalt eine Hauptdolomitkette, die nicht existirt.

Die besten Aufschlüsse der Grenzschichten zwischen dem hier zu besprechenden Horizonte der Schichten von Raibler Facies und dem unterlagernden Riffkalke (erzführenden Kalke), die ich im Val Sabbia gesehen habe, liegen in der Umgebung von Vestone, und zwar bei Nozza und im Val Dignone.

Den Aufschluss von Nozza hat schon Lepsius besucht (p. 92); er liegt am rechten Ufer des Torrente Nozza einige Schritte oberhalb dessen Einmündung in den Chiese und oberhalb des Ortes Nozza. Die hellen Wengener Riffkalke von Nozza (deren schon Curioni als „*Dolomia metallifera*“ erwähnt und welche Lepsius unmöglich übersehen haben kann, obschon er kein Wort davon sagt) fallen hier steil in Nordwest und sind zunächst überlagert von grauen mergeligen Schichten mit Kalkzwischenlagen und Kalkknollen von grauer Farbe; erst höher stellen sich die rothgefärbten, sandigen, mergeligen und tuffigen Massen ein. Die Kalke sind überfüllt mit Petrefacten, ähnlich wie bei Cologna, doch habe ich hier nichts besser Erhaltenes gefunden; vielleicht wegen zu geringen Zeitaufwandes. Lepsius erwähnt von hier des Vorkommens zahlreicher Gastropoden, *Turbo*, *Natica* etc., daneben *Trachyceras*formen und Pflanzenreste, doch scheint, nach diesen Anga-

ben zu schliessen, auch seine Ausbeute an gut erhaltenen und bestimm-
baren Arten nicht die reichste gewesen zu sein. Höher folgen nun die
rothen, sandigen, conglomeratischen, mergeligen und tuffigen Massen,
abwechselnd mit gelblich-grauen und grünlichen splitternden Mergel-
schiefern, hie und da auch von Eruptivgesteinen durchsetzt oder Ein-
lagerungen solcher enthaltend, deren schon Curioni von Nozza und
Sardello (pag. 208) erwähnt. Er schreibt die starke Störung und Auf-
richtung der Bänke, die man zwischen Sardello und Vestone und weiter-
hin gegen Treviso allenthalben beobachtet, dem Einflusse dieser Erup-
tivgesteine zu. Thatsächlich entspricht jedoch die hier herrschende
steile Schichtstellung den wiederholten Faltungen, deren insbesondere
aus den Aufschlüssen des Val Dignone schon mehrmals gedacht wurde
und welche das Auftauchen älterer Ablagerungen unter der rothen
Decke zur Folge haben. Eine solche Welle — zunächst nördlich vom
Puneralzuge — dürfte in der Richtung Sardello Vestone San-Liberale
verlaufen, denn in dieser Erstreckung liegen einzelne Kalkpartien, die
der gesprengten Masse des Wengener Riffkalks zugehören scheinen.
Ihre Schichtstellung ist eine sehr steile und unterhalb des nördlichen
Flügels derselben erscheinen oberhalb Vestone am Ausgange des Dig-
nonethals wohl auch Wengener Daonellschichten. Auch weiterhin an
dem gegen San Liberale hinaufziehenden Rücken dürften solche noch
aufzufinden sein. Nicht nur Schichtstellung und Lagerung, sowie Ge-
steinsbeschaffenheit sprechen für eine solche Deutung, sondern auch
der Umstand, dass in der Linie Sardello Vestone San-Liberale aber-
mals kalkige Schichten erscheinen, welche Petrefacten von Raibler
Habitus führen, wie sie hier gewöhnlich an der Basis der rothen Mas-
sen gegen den Riffkalk (vergl. Cologna und Nozza) aufzutreten pflegen.
Curioni schon nennt von Sardello (pag. 208) *Gervillia bipartita* und
Pflanzenreste, welche hier bei Gelegenheit von Versuchsarbeiten auf
Kupfererze gefunden worden sind. Nordwestlich bei Sardello (oberhalb
Nozza) kommt ein Graben herab, an dessen Ausgange am Fusse des
Abhanges zahlreiche Bänke schwarzen schieferigen Mergelkalkes an-
gerissen sind, welche zum Theil von Petrefacten erfüllt werden. Leider
sind dieselben hier nicht mit Schale erhalten. Die Hohldrücke zeigen
oft einen schwachen Malachitbeschlag, *Modiolen* oder *Mytili* herrschen
hier vor, was lebhaft an die Schichten von Cologna mahnt; daneben
liegen einzelne Steinkerne, die an *Corbis Mellingii* v. Hauer erinnern,
ohne aber dass es bei dem herrschenden Erhaltungszustande möglich
wäre, sie damit zu identificiren. Weiterhin im Fortstreichen dieses
Zuges citirt Lepsius pag. 92 nach Curioni das Vorkommen von
Gervillia bipartita und *Cardita spec.* von oberhalb des Convento di
Vestone. Noch weiter nach Osten verläuft der Weg, welcher nach Tre-
viso hinanführt, offenbar eine Strecke weit in diesen Grenzschiechten,
schneidet zum Theil wohl auch in die nächsttieferen, hier jedenfalls
äusserst reducirten Riffkalke, die, wie ich glaube, in einer eng zusam-
mengepressten Welle hier auftauchen, ein. Die Schichtstellung ist am
Anstiege dieses Weges nahezu allenthalben eine senkrechte, wie jene
der Kalkbänke östlich jenseits des Chiese bei Vestone, die ich für Riff-
kalk angesprochen habe. Ueber San Liberale hinaus, in welcher Gegend
die Welle ihr Ende zu erreichen scheint, legen sich die Schichten all-

mäßig flacher und nehmen ein Fallen nach Nordost an, gegen den Hauptdolomit oberhalb Treviso gerichtet. Zwischen Vestone und San Liberale stösst man hie und da auf die grauen petrefactenführenden Kalke von Nozza, in welchen nahe vor San Liberale unter anderen schlecht erhaltenen Petrefacten ein Exemplar von

Gervillia bipartita Mer.

sich fand, welches sehr gut übereinstimmt mit Stücken von der bekannten Localität der Raibler Schichten, Casa del Busso bei Esino. Daneben lag eine *Myoconcha*-artige Bivalve, ähnlich der von Cologna angeführten. Auch hier — wie bei Sardello — sind die Schichtflächen und Risse der grauen Mergelkalke stellenweise mit Malachit bekleidet. Im Hangenden der gesammten rothen Massen, nahe unter dem Hauptdolomite, findet sich hier Gyps, sowohl an dem von Idro heraufkommenden Wege, als auch zwischen Trebbio und Treviso di sopra aufgeschlossen. Curioni (pag. 209) kennt auch dieses Vorkommen, das sich nach seinen Angaben bis gegen Lemprato am Lago d'Idro erstreckt.

Nördlich von der oben besprochenen, wenig scharf gekennzeichneten Terrainwelle von Sardello Vestone San-Liberale liegt das nur mehr von der Antiklinale von Levranghe unterbrochene Hauptverbreitungsgebiet der rothen Schichten des Val Sabbia, welche sich im Norden bis an den — in Folge eines Längsbruches — darüber sich erhebenden Muschelkalk der Pezzedakette erstrecken, im Osten um den Ausfluss des Idrosees scheinbar regelmässig vom Hauptdolomit überlagert werden, jenseits des unteren Val Ponticello aber ebenfalls mit Querbruch an den Hauptdolomit des Mte. Serclere anstossen; im Westen liegt regelmässig darüber der Hauptdolomit des Corno di Savalle, südlich von welchem sich das rothe Terrain über den Sattel von Comero und Lodrino in das Val Trompia hinüberzieht. Innerhalb dieser nördlichen Ausbreitung der rothen Schichten im Val Sabbia taucht die schon oft erwähnte Antiklinale von Levranghe hervor, deren Riffkalke sich einerseits bis gegen Lavenone, anderseits über Belprato in die Tiefe des Val Tovere erstrecken. Die Schichtstellung im nördlichen Flügel dieser Welle ist eine flachere, im südlichen Flügel dagegen eine völlig senkrechte, zum mindesten in der Mitte der Längserstreckung dieses Flügels, also vorzüglich in den Aufschlüssen des Val Dignone.

Dem entsprechend sind auch die hangendsten Schichten, also die rothen Schichten von Raibler Facies im unteren Val Dignone nahezu durchaus senkrecht aufgerichtet und eine analoge Schichtstellung beobachtet man zwischen Vestone und der Kapelle S. Bernardo vor Belprato, und zwar fallen die Schichten des Abhangs oberhalb Vestone-Sardello zunächst steil Nordwest, stellen sich aber gegen S. Bernardo völlig senkrecht, entsprechend den Beobachtungen in der Tiefe des Val Dignone. Zwischen S. Bernardo und Belprato legen sich die Schichten des südlichen Flügels allmählig flacher und zwischen Belprato und „I morti di Barbaino“ beobachtet man ganz deutlich den Uebergang aus der steilen Stellung des Südflügels durch flacheres Südwest- und Westfallen in das Nordwestfallen des Nordflügels. Auch zwischen S. Bernardo und Belprato erscheinen im Liegenden der rothen Schichten gegen den Riffkalk die fossilführenden Bänke (Kalke und Mergelkalke) von Nozza

wieder. Wie bei Cologna treten auch hier Fischzähnen in ihnen auf. Zwischen Belprato und „I morti di Barbaino“ ist das rothe Niveau vom linksseitigen Gehänge des Val Tovere abgewaschen und zieht am rechtsseitigen Abhänge unter dem Hauptdolomite des Corno di Savalle über Mura durch Val delle Fratte gegen Navono, von wo aus es einerseits unter den südlich liegenden Hauptdolomiten sich durchschlingend in's Val Marmentino übertritt, andererseits über Livemmo und den Sattel von La Santa gegen Avenone und Ono fortstreichend das Hangendste der Welle von Levranghe bildet und schliesslich über die Höhen von La Era gegen Lavenone durchziehend, sich hier abermals mit dem Südflügel vereinigt und so den Aufbruch älterer Schichten von Levranghe allseitig vollkommen umgibt.

In ganz ähnlicher Weise erstreckt sich das Niveau der rothen Schichten von Raibler Facies um die ältere Masse des Mte. Punal, einerseits von Treviso über den Sattel zwischen Mte. Besumé und Mte. Gallo gegen Arviaco hinüberziehend, andererseits von Val Nozza durch Val Memmo gegen Bione und Agnosine sich erstreckend und südlich vom Aufbruche des Mte. Punal die fruchtbare Hügellandschaft von Presegli-Barghe zusammensetzend, jenseits der bei Sabbio Chiese einmündenden Bäche Trinolo und Brenda vom Hauptdolomit überlagert. Auch im Westen des Val Sabbia liegen in den hangendsten Schichten der rothen Massen Gypse und Anhydrite, so bei Comero und Mura im Südosten und bei Toja im Norden unterhalb der Hauptdolomitkette des Corno di Sabbia und Corno di Savalle (vergl. Curioni's Geologia pag. 180 und pag. 183).

In den südlichen Grenzdistricten gegen den Hauptdolomit ist hie und da, insbesondere bei Forno d'Odolo und längs des ganzen rechten Ufers des unteren Torr. Brenda die Wechsellagerung der hangendsten rothen Schichten mit den liegendsten Bänken des Hauptdolomits schön aufgeschlossen zu finden. Von der offenbar innerhalb der rothen Massen von Raibler Facies auftretenden, wahrscheinlich strom- oder lagerförmigen Eruptivmasse habe ich bei den wenigen Excursionen, die ich dortselbst machte, kein frisches, anstehendes Gestein gefunden; an der Strasse zwischen Barghe und Sabbio Chiese sah ich nur Tuffe. Lepsius beschreibt das Gestein von Presegli, pag. 186, als Porphyrit. Wie schon oben erwähnt, stecken in diesem Niveau auch schon weiter im Norden, unterhalb des Mte. Pezzeda Einlagerungen von melaphyrartigen Eruptivgesteinen und das Auftreten von Porphyriten an einer, von Melaphyren an anderen Stellen dieses Horizontes würde ein Seitenstück zu dem Zusammenvorkommen von Melaphyr- und Porphyritgesteinen im Gebiete von Recoaro und Schio bilden. Die mächtigere Anhäufung von tuffigen Materialien im Süden des Val Sabbia gegenüber der geringen Mächtigkeit dieser Schichtgruppe am Mte. Pezzeda, Dosso Alto und in Judicarien steht wohl ebenfalls im Zusammenhange mit dem Auftreten wirklicher Eruptivgesteine in dem südlicheren Verbreitungsbezirke dieser Schichten.

An der unteren Grenze der rothen Schichten des Val Sabbia gegen die liegenden Riffkalke beobachtet man auch hie und da, beispielsweise am Mte. Besumé ober Arviaco die schon von P'or bei P'ieve di Buono erwähnten groboolithischen, rothgefärbten Kalke, die vielleicht

noch dem Niveau des Riffkalkes selbst zuzuzählen sind. Bemerkenswerth sind auch die hie und da in den tieferen rothgefärbten Bänken der Schichten von Raibler Facies auftretenden Conglomerate mit Rollstücken der Esinokalke oder Riffkalke. Die besten und zusammenhängendsten Aufschlüsse in diesen höheren rothen Schichten des uns hier beschäftigenden Niveaus liegen wohl an der Strasse des Val Nozza oberhalb des gleichnamigen Ortes.

Es erübrigt hier nur noch, auf die Angaben Curioni's, p. 209 ff., hinzuweisen, insbesondere auf die Mittheilungen, welche er über einen Durchschnitt über die Höhen des Mte. Punal zwischen Vestone und Barghe macht, welche Mittheilungen ich leider mit meinen eigenen Beobachtungen durchaus nicht in vollständigen Einklang zu bringen vermag. Beim Abstiege von den Höhen des Mte. Punal gegen Barghe beobachtete Curioni in der Umgebung des Roccolo Girelli schwarzgraue Kalke, in denen er Encrinitenstielglieder, Terebrateln, Myoconchen, Corbis, *Gervillia bipartita*, *Avicula speciosa* und andere Fossilien fand. Er bringt diese Kalke in Zusammenhang mit den Kalken der Steinbrüche von Ponte da Ré in der Tiefe des Chiesethals, von denen ich oben gezeigt zu haben glaube, dass sie dem unteren Muschelkalke zufallen. Liegt nun eine Verkennung der Fossilien von Seite Curioni's vor? Oder findet sich hier auf der Höhe des Mte. Punal vielleicht wirklich noch ein Fetzen der *Gervillia bipartita*-Schichten? Die letztere Möglichkeit ist deshalb wohl als nicht ganz ausgeschlossen zu betrachten, weil Curioni auch „metallführenden Kalk“ von der Höhe des Mte. Punal erwähnt. Dass Curioni übrigens die Lagerungsverhältnisse am Mte. Punal gänzlich missdeutet hat, geht, wie bereits oben bemerkt wurde, schon daraus hervor, dass er einerseits den Kalk von S. Gottardo für „*dolomia metallifera*“ erklärt, weil er von den „Gervilliaschichten“ von Ponte da Ré überlagert werde, andererseits aber diese Schichten bis Nozza fortsetzen und hier von den rothen Schichten überdeckt sein lässt, ohne gelegentlich dieser Angabe des Kalkzngs von Nozza zu gedenken, der concordant über jenen Kalken von Ponte da Ré liegt und von ihm selbst kurz vorher ebenfalls als „*dolomia metallifera*“ erklärt wurde. Dass Lepsius den Curioni'schen Angaben vollkommen beipflichtete und ebenfalls mit dem Kalkzuge von Nozza nichts anzufangen wusste, wurde desgleichen erwähnt. Die senkrechte, zum Theil vielleicht überkippte Lagerung im Südflügel der Punalwölbung führte Curioni weiterhin zu der Annahme, dass die rothen Schichten von Barghe unter dem erzführenden Kalke von San Gottardo liegen müssen, während dieselben Schichten bei Forno d'Odolo als unter dem Hauptdolomite liegend, beobachtet wurden. Curioni kommt in der weiteren Verfolgung dieser Schwierigkeiten zu der Annahme, dass zwei rothe sandige und in Verbindung mit Eruptivgesteinen auftretende Niveaus im Val Sabbia existiren, eines unter dem metallführenden Kalke und ein zweites unter dem Hauptdolomite. Und darin hat er schliesslich nicht ganz Unrecht, denn, wenn ich seine Angaben über den Weg von Vestone zur Höhe des Mte. Punal recht zu deuten im Stande bin, handelt es sich hier um nachstehende Schichtfolge: Eruptivgesteine mit Conglomeraten und Sandsteinen von geringer Entwicklung, darüber heller Kalk mit Spuren von Galmei, darüber dunkler

Kalk mit *Gervillia bipartita*, also ganz evident eine Fortsetzung der Schichtfolge in der nächsten Nähe von Nozza am Chiese, wonach jene drei Glieder als Eruptivgestein der Wengener Daonellenschichten — erzführender Riffkalk von Nozza — petrefactenführende untere Kalke der rothen Val Sabbia-Schichten zu deuten wären. Der Fehler bei Curioni's Darstellung würde dann nur mehr darin liegen, dass er an der Südseite des Mte. Punal in Folge der gestörten Schichtstellung das rothe Niveau bei Barghe, welches den Hangendschichten des erzführenden Kalkes von Nozza entspricht, für dessen Liegendschichten genommen hat und so ganz nothwendig zu dem Widerspruche gelangte, dass dieselben rothen Schichten von Barghe-Preseglie-Odolo im Norden vom erzführenden Kalke, im Süden dagegen vom Hauptdolomite überlagert werden. Auch pag. 223 bei Curioni zeigt, dass er zwar eine Reihe von Beobachtungen über das Vorkommen der Eruptivgesteine innerhalb der jüngeren Trias gemacht hatte, aber nicht im Stande war, deren Niveaus mit hinreichender Schärfe zu präcisiren. Er unterscheidet hier Porphyre, die in Begleitung von Conglomeraten und Sandsteinen, aber ohne die „argille variocolori“, wechsellagernden Dolomite und Gypse der *Gervillia bipartita*-Schichten auftreten, von solchen, welche jünger sind und mit dem Niveau der *Gervillia bipartita*-Schichten in Verbindung stehen. In der Umgebung von Barghe scheinen nun beide Eruptivniveaus vorhanden zu sein, das ältere, welches den Wengener Daonellenschiefern und doleritischen Sandsteinen angehört, und das jüngere, welches den oberen, vorherrschend roth gefärbten, hier als Schichten von Raibler Facies ausgeschiedenen Ablagerungen entsprechen würde.

Hauptdolomit.

Während westlich der Judicarienlinie der Hauptdolomit auf die kleine Kuppe des Mte. Penna im Zuge des Cornovecchio beschränkt bleibt, besitzt derselbe östlich der Judicarien- und südlich der Val Trompialinie eine ausserordentlich grosse Oberflächenverbreitung und eine ganz erstaunliche Mächtigkeit. In der Gaverdinagruppe zwar ist sein Auftreten noch ein verhältnissmässig wenig ausgedehntes und nur am Westgehänge derselben erscheint er hier in voller Mächtigkeit. Südlich des Ledrothales dagegen setzt er nahezu für sich allein die Gebirge zwischen dem Garda- und dem Idrosee zusammen, als deren Centrum die Cima della Guardia gelten kann, bildet weiterhin die Oberfläche des Val Vestino und die Umgebungen des Val Toscolano, zieht sich entsprechend den tieferen Schichten blosslegenden Aufschlüssen des Val Sabbia sodann in eine engere Zone zusammen, welche in der Linie Sabbio-Pavone-Clibbio vom Chiese durchschnitten wird und erlangt westlich des Val Sabbia an den Grenzscheiden gegen das untere Val Trompia abermals eine bedeutendere Horizontalausbreitung. Westlich des Idrosee wird die im Mte. Serclere gipfelnde Gebirgspartie ebenfalls nahezu ausschliesslich vom Hauptdolomit zusammengesetzt, welcher gegen Val Ponticello in einem Querbruche an ältere triadische Ablagerungen anstösst, so dass der Gipfelzug des Mte. Pezzeda und Corno di Po tektonisch genommen nicht die Fortsetzung der Sercleremasse bildet,

obschon auch dessen grösste Erhebungen noch von Hauptdolomit gebildet werden. Das sind in kurzen Zügen dargestellt die Hauptverbreitungsbezirke des Hauptdolomits in dem von mir begangenen Terrain.

Hauptdolomit in der Gaverdinagruppe. Der Hauptdolomit, welcher zwischen Bondo und Tione in sehr schiefer Richtung auf das Streichen vom Arnobache durchrissen wird, erscheint als die directe südliche Fortsetzung des am Westabhange der Cima Tosa-Gruppe verbreiteten Hauptdolomites, der nördlich von Tione noch die Abhänge des Mte. Amolo zusammensetzt. Die Breite des Hauptdolomitzugs südlich bei Tione ist keine allzugrosse und es erscheint derselbe nahezu auf die tiefsten Gehänge beiderseits des Thaleinschnittes beschränkt. Im Westen reicht er bis zu dem Fusse des Mte. Gajola bei Bondo und wird schon halbwegs zwischen Bondo und Roncone von dem nächstliegenden Niveau der Schichten von Raibler Facies abgelöst, so dass er von da an weit nach Süden nirgends mehr an der westlichen Seite des Hauptthales auftritt. Erst bei Lodrone unterhalb Storo erscheint auch an der rechten Seite des Chiesethales der Hauptdolomit wieder. Östlich des Unterlaufes des Torr. Arno steigt der Hauptdolomit schon in der Nähe von Breguzzo an den Gehängen an und hält sich andauernd in dieser Höhe, indem er mit seinen oberen Bänken weiterhin den Mte. Maima (1701 Meter), den mit der Höhenangabe von 1630 Meter bezeichneten Ausläufer des Mte. Caubianc, den Mte. Flesch (1491 Meter) und andere Gipfel bildet und solchergestalt bis oberhalb Cologna und San Martino anhält; erst von Plubega an gegen Süden erscheint er in einem tieferen Niveau an den östlichen Gehängen des Chiesethals und hält hier an bis in die Nähe der Capelle San Lorenzo südöstlich gegenüber von Condino. Hier läuft eine bedeutende Störungslinie zwischen dem Gaverdinakamme und der Masse der Roccapagana durch, die ganz verschieden gelagerte Gebirgslieder von einander scheidet. Von Tione angefangen bis Condino stehen die Schichten des Hauptdolomites an der Westflanke des Gaverdinazuges vollkommen senkrecht aufgerichtet oder sind selbst etwas überkippt, ganz entsprechend der Lagerung der bisher besprochenen älteren triassischen Schichten, die in ihrem Liegenden zwischen Cologna und Tione auftreten. Der Gegenflügel dieses Hauptdolomitzugs kommt nur am nördlichen Ende des Gaverdinagebirges zum Vorschein, und zwar in der Tiefe der Abhänge des Mte. Sera und am Fusse des Mte. Cogorna zu beiden Seiten des Val Marza. Der Hauptdolomit fällt hier ziemlich flach nach Nordwest ein. Südlicher verschwinden diese Dolomite an den Gehängen des Gaverdinahauptzuges, da hier jüngere Ablagerungen anderer Gebirgsschollen längs Bruchlinien an diesen Zug sich anlegen.

Derselbe Querbruch, welcher zwischen Plubega und Condino die Hauptdolomite der Cadriakette gegen das Chiesethal vordrängt und die liegenden Partien derselben nebst sämtlichen älteren Ablagerungen von S. Martino thalabwärts verschwinden macht, lässt im Val de Concei, nördlich von Lenzumo in der nächst östlich liegenden Gebirgsscholle (die durch die Höhen des Mte. Toffin, Mte. Midelar, Mte. Meris und Mte. Viesch repräsentirt wird), ältere Schichten bis zum Hauptdolomit

inclusive erscheinen. Dieser Hauptdolomitpartie gehört zunächst an am linken Gehänge des Val Concei ein Keil von Hauptdolomit zwischen dem Graben, in dem der Weg zur Bocca di Tratt führt und dem nächst nördlich gelegenen, ebenfalls theilweise an der Bocca di Tratt seinen Ursprung nehmenden Val Sorda; ihre Fortsetzung findet diese Dolomitpartie am rechten Gehänge des Val di Concei zu beiden Seiten des Ausganges eines vom Mte. Cadria herabkommenden Seitenthal, das von den Umwohnern bald Val di Molini, bald Val Viesch genannt wird; von da an setzt der Hauptdolomit fort über den Kamm in südöstlicher Richtung bis in das nächstgelegene, zwischen Bezzecca und Tiarno di sotto in's Ledrothal ausmündende Seitenthal, welches auf der Karte ebenfalls den Namen Val di Molini trägt und unter dieser Bezeichnung bereits von Nelson Dale und Lepsius angeführt worden ist. Im Nordwesten wird diese Hauptdolomitpartie, soweit sie nicht an den erwähnten Querbruch stösst, regelmässig von jüngeren Bildungen überlagert, im Südosten dagegen stösst sie in einer abermaligen Bruchlinie zusammen mit einer dritten Gebirgsscholle, welcher die Hauptmasse des Gebirges zwischen Riva, Ledro und Ballino zufällt und die in unmittelbarem tektonischem Zusammenhange — (welcher nur durch das Auswaschungsthal des Ponale unterbrochen ist) — steht mit dem südlicheren Hauptdolomitgebiete zwischen dem Garda- und Idrosee. In dem der Gaverdinagruppe zufallenden Antheile dieser dritten Scholle erscheint Hauptdolomit nur in beschränkter Verbreitung am Fusse des Mte. Pari in der Erstreckung von Locca über Pieve di Ledro, Mezzolago und Molini bis Barcesina. Diesem Aufschlusse entspricht jenseits des Ledrothals das Hauptdolomitgehänge zu beiden Seiten des Assat di Peor auf das vollkommenste, aber während in der Gaverdinagruppe (Mte. Pari) der Hauptdolomit nur eine geringe Strecke weit unter der auflastenden Masse der jüngeren Formationen zum Aufschlusse gelangt, findet südlich des Ledro-Einschnittes das Gegentheil statt, d. h. es liegen auf weite Strecken hin die Hauptdolomite bloss und nur mehr einzelne Lappen jüngerer Gebilde ruhen, insbesondere gegen den der mittleren Scholle des Gaverdinagebirges zugekehrten Bruchrand, auf ihnen.

Hauptdolomit südlich von Val Ledro. Von dem als orographisch ziemlich einheitliche Kette zwischen Tione und Storo hinziehenden Hauptkamme der Gaverdinagruppe wird durch eine gegen Westsüdwest verlaufende Querstörung (in der Richtung Torrente Sache-San-Lorenzo bei Cordino) der südlichste Abschnitt, die Roccapagana, abgetrennt. Sie ist nur durch das Erosionsthal des Torrente Palosco (Val Ampola) von der Guardia-Laninogruppe getrennt, und gehört tektonisch wohl noch zu dieser, zum Theil vielleicht aber auch als südlichste Fortsetzung zur mittleren Scholle des Gaverdinastockes, zu jener des Mte. Toffin und Mte. Viesch. Die Lagerung der Hauptdolomitmassen ist südlich von jener Linie Tiarno-San-Lorenzo im Allgemeinen eine weit flachere, als in den Westgehängen der Gaverdinamasse. Die Begrenzung des ausgedehnten hier sich einstellenden Hauptdolomiterrains gibt im Westen die Judicarienlinie von Condino bis zum Idrosee und dieser See selbst bis Idro hinab, wo unter dem Hauptdolomite bereits die rothen Schichten des Val Sabbia aufzutauchen

beginnen; weiterhin bezeichnen die Ortschaften: Treviso, Arviaco, Sabbio Chiese, Agnosine und Bione die liegende Grenze des zusammenhängenden Hauptdolomitgebiets; dann schneidet die Längseintiefung des Lodrino- und Nozzathals den Hauptdolomit durch bis auf seine Unterlage und trennt von der südlichen Hauptmasse die hohe isolirte Kette des Corno di Sabbia und Corno di Savalle. Jenseits des Lago d'Idro liegt ein Hauptdolomitgebiet von nahezu dreieckiger Form, welches nur in beschränktem Sinne als Fortsetzung des Gebietes östlich vom See gelten kann, da der Einfluss der verschiedenartigen tektonischen Gestaltung zu beiden Seiten der Judicarienlinie sich auch noch dies- und jenseits des Sees geltend macht, zum mindesten noch im Norden von Anfo scharf genug hervortritt, während er von da gegen das südliche Ende des Sees sich allerdings allmählig verliert. Im Westen wird dieses Gebiet des Mte. Serclere ebenfalls von einer Bruchlinie begrenzt, jener des Val Ponticello und auch im Norden stösst nahe der Judicarienspalte der Hauptdolomit, wie es scheint, direct an die hier abzweigende Valtrompialinie an, wird aber westlicher, von Riccomassimo an durch das Val della Berga, regelmässig von den älteren triassischen Bildungen unterlagert. Die orographisch die Fortsetzung des Mte. Serclere-Stockes bildende Kette des Mte. Pezzeda und Corno di Po ist sowohl gegen Osten durch die Ponticellobruchlinie vom Serclere als auch im Norden durch eine Längsstörung von der Westfortsetzung des eigentlichen Dosso Alto-Kammes geschieden, bildet somit tektonisch genommen eine Scholle für sich, in welcher der Hauptdolomit kaum weit gegen Westen vom Gipfel des Corno di Po erhalten sein dürfte, jedenfalls aber nicht im Zusammenhange steht mit dem Hauptdolomit der Kette des Corno di Sabbia, wie dies Curioni's Karte im Widerspruche mit dessen eigenen Beobachtungen anzeigt. Sind die zwischen Dosso Alto und Mte. Pezzeda gemachten, allerdings etwas dürftigen Beobachtungen richtig gedeutet worden, so dürfte endlich auch noch die als Hauptdolomit eingezeichnete Gipfelmasse des Corno del Mantice als einer sowohl von der Scholle des Mte. Serclere, als auch von jener des Mte. Pezzeda verschiedenen Scholle angehörend aufzufassen sein, jener des eigentlichen Dosso Altozuges nämlich oder doch seiner unmittelbaren Fortsetzung gegen Westsüdwesten.

Schwieriger als die Liegendgrenze des Hauptdolomites ist dessen Hangendgrenze gegen Osten, Südosten und Süden mit kurzen Worten näher zu bezeichnen. Am Gardasee taucht als Hauptdolomit mit Sicherheit anzusprechendes Gestein erst südlich vom Ponale auf und bildet von da an bis südlich von Limone die Ufer des Sees. An dieser Stelle beginnt sich eine Scholle jüngerer Bildungen den Hauptdolomitbergen vorzulegen und stösst mit grösstentheils gegen den Hauptdolomit gerichtetem Einfallen in einer vielfach aus- und einspringenden unregelmässigen Linie am Hauptdolomite ab. Da das hangende Glied dieser jüngeren Massen fast durchwegs von mächtig entwickelter Scaglia gebildet wird, so erscheint der Contrast der weicheren, grellroth gefärbten, tieferliegenden östlichen Gebiete gegen die wüsten, felsigen, weissen Dolomitberge, die sich im Westen darüber erheben, allenthalben als ein ausserordentlich scharfer. Das Gebiet der Gemeinden von Tremosine, Tignale und Gargnano, sowie der weit landeinwärts

liegenden Ortschaft Costa sammt dem ganzen Laufe des Val Vione gehört dieser äusseren Zone jüngerer Bildungen an. Höchst merkwürdig sind die in dieses jüngere Gebiet sich vorschiebenden, allseitig von tiefer liegenden, scheinbar unter sie einfallenden Scagliamassen umlagerten Hauptdolomitrücken zwischen Priezzo und Sermerio bei Tremosine, sowie der Höhenzug des Mte. Asino und Dosso Piemp im Gebiete von Tignale. Diese ungleichmässige Begrenzung des Hauptdolomit-terrains hält an bis zum Torrente Toscolano. Jenseits desselben folgen über den nach aussen fallenden Hauptdolomiten nunmehr in regelmässiger Ueberlagerung die rhätischen und liassischen Gebilde; dieser regelmässig gelagerten Partie fällt auch schon der links vom Torr. Toscolano bleibende Mte. Castello sammt seiner Aussenzone zu. Der an dieser Stelle durchlaufende Querbruch, welcher sich weiterhin gegen Nordwest im Hauptdolomite des Toscolanogebietes zu verlieren scheint, ist schon vom See aus sehr auffallend wahrnehmbar. Von dieser Stelle an herrscht, wie gesagt, regelmässige Lagerung längs des Val di Campei durch Val Degagna und Val Sabbia und im Westen von letzterem ist durch die bekannten Rhätlocalitäten Vallio, Caino und Lumezzaue die südliche Begrenzung des Hauptdolomiterrains gegeben.

Das solchergestalt begrenzte Hauptdolomiterrain zwischen dem Garda- und Idrosee und in der Umgebung des Val Sabbia ist — abgesehen von einigen in seinen nördlichen Gebieten auftretenden jüngeren Schollen fast ganz frei von jüngeren Ueberlagerungen und stellt sich da, wo es seine grösste Breite erreicht, dar als ein überaus wüstes, von gewaltigen, steilwandigen Felsschluchten durchfurchtes, äusserst wenig bewohntes, weil zum Theile auch wasserarmes Gebiet, durch dessen Mitte die österreichisch-italienische Grenzlinie verläuft.

Während der Hauptdolomit der nördlicheren Gebietsantheile, also speciell der Gaverdinagruppe ein helles, gleichmässig geschichtetes, sehr petrefactenarmes Gestein ist, erweist sich die Hauptmasse desselben weiter im Süden als vorherrschend lichtgrau, oft auch ziemlich dunkel gefärbtes, sehr bituminöses, von organischen Substanzen imprägnirtes, insbesondere in seinen höheren Partien weithin riesenoolithisch, sinterig oder sogar breccienartig ausgebildetes, streckenweise von Petrefacten überfülltes, förmliche Lumachellen enthaltendes Gestein. So ist es, besonders von Storo angefangen, gegen Süden der Fall.

Die Mächtigkeit des Hauptdolomites im begangenen Gebiete ist als eine geradezu riesige zu bezeichnen. Lepsius berechnet dieselbe auf circa 2000 Fuss; das dürfte indessen weit unter der Wirklichkeit zurückbleiben. Am Westgehänge der Cadriakette erlaubt die vollkommen senkrechte Stellung sämmtlicher Schichten eine annähernd genaue Abschätzung der einzelnen Mächtigkeiten, jene des Hauptdolomits würde hier für die meisten Punkte wohl mindestens 4000' betragen und doch scheint es mir, als ob der Hauptdolomit der Guardia-Laninogruppe, beispielsweise in dem endlosen Anstiege des Val Bondo oberhalb Tremosine, wo Schicht über Schicht regelmässig folgt und von Störungen nirgends eine Spur sich zeigt, noch weit mächtiger sein müsse. Und dabei ist zu beachten, dass hier noch nicht einmal die untere Grenze des Hauptdolomits erreicht ist. Auch südlich des Torrente Caffaro, wo der Hauptdolomit ebenfalls bei nahezu senkrechter Stellung in seiner

vollen Mächtigkeit aufgeschlossen ist, dürfte dieselbe weit über 3000' betragen.

Eigenthümlich ist der Umstand, dass in dem Gebiete südlich von Ledro innerhalb des Hauptdolomites dunkelgefärbte, sehr bitumenreiche Partien sich einstellen, die aus der Hauptmasse bald durch allmähigen Uebergang sich entwickeln, bald aber auch sehr unvermittelt aufzutreten pflegen und dann in Folge ihrer verschiedenen Verwitterbarkeit oft Anlass zu von denen des Hauptdolomits sehr abweichenden Terrainformen zu geben pflegen. Ich habe lange Zeit hindurch geglaubt, es würden sich diese Partien auch auf der Karte ausscheiden lassen, es hat sich das aber schliesslich als nahezu unmöglich — wenigstens bei der mir zu Gebote gestandenen Zeit — herausgestellt und ich muss mich daher darauf beschränken, die Hauptverbreitung dieser Einlagerungen anzugeben. Schon Güm̃bel („Streifzug durch die Bergamasker Alpen“, pag. 170) erwähnt dieser Einlagerungen, die zum Theil mit dünnschieferigen bis blätterigen Zwischenlagen in Verbindung stehen und er vergleicht die speciell am Ausgange des Val Ampola bei Storo auftretenden intensiv schwarzen schieferigen Kalke in Folge des häufigen Auftretens von Fischschuppen in ihnen mit den Asphaltschiefen von Seefeld in Nordtirol, hebt aber ebenfalls hervor, dass dieselben so innig mit dem Hauptdolomite verbunden seien, dass sie ebenso wenig wie jene Asphaltschiefer der Nordalpen von den Dolomiten streng geschieden werden können. Man findet diese Gesteine oberhalb Storo im Val Ampola zur linken Seite unterhalb des Dosso del Vent, rechterseits aber in der von Alpenwiesen eingenommenen, felsenfreien Partie des Abhangs, an welcher die Hütten Mursul, Paghera u. a. stehen. Die Lagerung ist hier, wie überhaupt nächst des Ausganges des Val Ampola, eine sehr unregelmässige. Während die Gehänge des Dosso del Vent horizontale Schichtstreifung zeigen, analog der ganzen Umgebung (Cima Spessa, Mte. Bragon u. s. f.), hängen unmittelbar an der Strasse am Fusse desselben die bituminösen, schieferigen Massen in wirrer Lagerung verstürzt an den Wänden herab, zum Theil senkrecht gestellt und diese anscheinend verstürzte Lagerung setzt sich auch am Fusse des dem Orte Storo zugekehrten Abhanges des Dosso del Moro fort. Es kann das eine einfache Unterwaschungsfolge sein, wahrscheinlicher aber ist die Annahme, dass zwischen diesen verstürzt aussehenden Partien und den horizontal geschichteten Wänden des Dosso del Moro und Dosso del Vento eine Bruchspalte durchsetzt, die etwa in der Fortsetzung der Valtrompialinie liegen würde. Für letztere Annahme spricht wohl der Umstand, dass man auch an der rechten Thalseite in der Region der erwähnten Hütten und Alpenwiesen eine äusserst gestörte Lagerung wahrnimmt, so dass hier die bituminösen Schichten von der Höhe der Sponda del Sole gegen Südwesten steil herabschiessen und zwischen jener Höhe und dem eigentlichen Kamme der Roccapagana eine engzusammengepresste Mulde zu bilden scheinen, vielleicht auch gegen die Roccapagana selbst mit Bruch abschneiden. Sollte sich das bestätigen, so hätten wir hier wohl die Fortsetzung jener Störungslinie vor uns, welche die östliche von der mittleren Scholle des Gaverdina-gebirges trennt; in der That ist diese noch am Lago d'Ampola (westlich desselben) sehr deutlich zu beobachten und würde dann vermuth-

lich über die Gegend der Alpe Bisti und zwischen Sponda del Sole und Roccapagana durchsetzen und am Dosso del Moro an dem hier von Westsüdwest her durchsetzenden Querbruche ihr Ende erreichen. So viel ist wohl sicher, dass die oberhalb Storo auftretenden bituminösen Schiefer und Kalke nicht unter der Masse des höher oben im Val Ampola aufgeschlossenen Hauptdolomites liegen, sondern im Gegentheile jünger sind als dieser Hauptdolomit des Val Ampola, da sie von diesem wegfallen und ihn an der Westseite der Sponda del sole unterschieden überlagern. Die untersten Abhänge des Dosso del Moro und Dosso de Vento aber müssen als zur Masse der Roccapagana gehörend aufgefasst werden und es mögen die hier vorhandenen Unregelmässigkeiten der Lagerung am Ausgange des Val Ampola vielleicht noch durch die Ausnagung dieses Thales verstärkt worden sein.

Eine grosse Rolle beginnen diese bituminösen dunklen Gesteine innerhalb des Hauptdolomits zu spielen südlich von Storo, wo sie zunächst die Abstürze unterhalb Bondone bilden, in der Umgebung dieses Ortes allenthalben anzutreffen sind, von da an den Gehängen des Mte. Calva oberhalb des Idrosees in's Val Piombino hinüberziehen, sich aus diesem südlich vom Ransusattel über die flachen Gehänge des Mte. Stino in das Gebiet von Hano erstrecken, weiterhin die ganze bewohnbare Oberfläche des Val Vestino nahezu ausschliesslich zusammensetzen, hier äusserst mächtig entwickelt in der Umgebung der Orte Moërna, Armo und Magasa auftreten, über den Mte. Puria südlich der Cima della Guardia in's Val S. Michele hinüberziehen, wo sie in der Umgebung von S. Michele von Nelson Dale angetroffen wurden, weiterhin Theile der Kette des Mte. Narone und Mte. Molvino bilden und noch im Val Bondo oberhalb Capella di Val Corner auftreten, hier schon weniger deutlich von der Hauptmasse des übrigen Hauptdolomites sich abhebend. Südlich von Hano erstrecken sie sich gegen den Mte. Riseco und Mte. Palino und sind an den Höhen zwischen Val Treviso und Val Degagna, insbesondere oberhalb Eno, ebenfalls sehr verbreitet. Jenseits des Sees bilden sie förmliche Gesteinszüge im Hauptdolomite des Val Re und Val Tese bei Anfo, sowie sie auch südlich von da im Mte. Canale sehr mächtig entwickelt sind.

In der Erstreckung Bondone — Hano — Val Vestino — Val S. Michele scheint es, als ob sie einen mittleren Horizont in der Gesamtmasse des Hauptdolomites einhalten würden, da bei vorherrschend sehr flacher Lagerung einerseits die heller gefärbten dickbankigen dolomitischen Massen der Kette des Mte. Calva, Mte. Cingla, Cima Cablone, Cima Tombea, Cima Guardia darüber liegen, andererseits in ihrem Liegenden die ebenfalls heller gefärbten und massigen geschichteten Dolomite am See gegenüber von Anfo, im unteren Val Funghi, weiterhin im Val Toscolano unmittelbar bei Turrano auftreten, sowie denn auch Nelson Dale unterhalb der schwarzen Schichten bei S. Michele abermals Hauptdolomit beobachtete. Ganz genau dasselbe wiederholt sich im Val Bondo bei Tremosine.

Nelson Dale hat (vergl. l. c. pag. 36 und 38) diese schwarzen Einlagerungen im Hauptdolomite des Val S. Michele und Val Bondo für ein bereits unterhalb der Masse des Hauptdolomitmiveaus liegendes Schichtglied auffassen zu müssen geglaubt, wogegen bereits Lepsius

(pag. 249) Einspruch erhebt. Nach letzterem Autor sind die schwarzen Kalke ebenfalls dem Hauptdolomite zuzurechnen und auch die Fossilien, die N. Dale aus ihnen, resp. aus den unter ihnen folgenden Dolomiten anführt, sind Fossilien des Hauptdolomits. Lepsius hat dieselben untersucht und fand (pag. 250) unter ihnen *Turbo solitarius* Ben., *Gervillia spec.* und *Myoconcha spec.*; sie stammen sämmtlich aus dem Val Bondo.¹⁾ Ebenso konnte Lepsius im Val S. Michele sich nur von der Anwesenheit von Hauptdolomit mit *Megalodus triquetus* und *Avicula exilis* überzeugen. Ich kann diese Angaben von Lepsius nach dem, was ich im Val Bondo sah, nur bestätigen. Auch Benecke („Trias und Jura“, pag. 36) fand in der Tiefe des Val S. Michele oberhalb Sermerio nur Hauptdolomit.

Steigt man vom Sattel des Mte. Nota in das Val Bondo hinab, so erscheinen in dessen oberstem Thalkessel, in welchem zahlreiche Quellen entspringen, unter den hellgefärbten, dickbankigen, felsengebenden Hauptdolomiten des Abstieges weichere, dünnplattige bis plattige, allgemein dunkler gefärbte, ebenfalls dolomitische und äusserst bituminöse Gesteine, die bei ganz concordanter regelmässiger Lagerung mit flachem Nordwestfallen gegen thalabwärts wieder in etwas hellere, dem gewöhnlichen Hauptdolomit ähnliche Bänke übergehen, so insbesondere von oberhalb Capella di Val Corner angefangen. Diese Gesteine halten an bis über S. Bartolomeo hinaus, an der linken Thalseite sogar bis nahe an den See, wo oberhalb Voltino endlich geschleppter *Ammonitico rosso* (Hornsteinkalk) und Biancone daranstossen. Man ist nicht im Stande, innerhalb dieser riesig mächtigen Schichtmasse irgendwo eine Störung wahrzunehmen, die zu dem Schlusse berechtigen würde, dass Wiederholungen der Schichten oder andere Unregelmässigkeiten in der Lagerung hier auftreten würden. In sehr tiefen Niveaus noch, insbesondere nahe oberhalb der Capella di Val Corner erwiesen sich diese Dolomite als sehr fossilreich — es mag das wohl der Ort sein, an welchem auch Nelson Dale sammelte — und enthalten hier ganze Bänke von Megalodonten und von anderen, dicht gedrängten Bivalven, leider alles in Steinkernen. Es ist beachtenswerth, dass auch die von N. Dale gesammelten Fossilien keineswegs aus den schwarzen, dünnplattigen Gesteinen selbst, sondern aus den schon unter diesen liegenden, wieder heller gefärbten Partien des Hauptdolomits stammen. Dasselbe gilt für Val S. Michele. Im Val Vestino erlangen, wie schon bemerkt, die aus Val S. Michele herüberstreichenden schwarzen bituminösen Massen in Folge der flachen Lagerung eine sehr grosse Oberflächenverbreitung. Zu beiden Seiten des Val Magasina bis zu den Wiesenflächen oberhalb Magasa hinauf steht das dunkle dolomitische Gestein an, dicker oder dünner geschichtet, meist eckig zerfallend, zum Theil schon sehr wenig dolomitisch, übrigens ganz lebhaft an die analogen Schichten des Val Bondo erinnernd. Das Einfallen ist ein flach nordwestliches, unter die höher liegenden Dolomite der Cima della Guardia und Cima Tombea gerichtetes.

¹⁾ Ammon („Gastropoden des Hauptdolomites“, pag. 16, Tab. I, Fig. 1) citirt *Natica comes nov. spec.* als nördlich von S. Bartolomeo in Gesellschaft des *Turbo solitarius* vorkommend; pag. 36 dagegen wird diese Art aus dem Assat di Peor erwähnt.

Die Cima Monga ist ein Rest dieser höheren Dolomite auf dem Gebiete der schwarzen Schichten. Vom Sattel südwestlich der Cima Monga durch die Wiesen hinab gegen Turrano erweist sich das schwarze Gestein als von noch mehr kalkiger Natur, zum Theil als wirklicher schwarzer, plattiger Kalk, ohne Petrefacten, wie denn überhaupt die Hauptmasse dieser dunklen Gesteine absolut petrefactenleer zu sein schien. Unterhalb dieser Massen tritt in der Tiefe des Val Magasina und bei Turrano im Val Toscolano selbst wieder dickbankiger, hellerer Dolomit auf, conform gelagert. Von Turrano an gegen Armo verquert man dunkle, abwechselnd dolomitische und mehr kalkige Gesteine von dem beschriebenen Typus, am Anstiege oberhalb Armo wieder eine mächtigere Masse bröckeligen dunklen Dolomites, der auch am linken Ufer gegenüber ansteht, gegen die südliche Abdachung der Costa Ranghi aber ganz allmählig in die deutlicher geschichteten, dünnplattigen, mehr kalkigen Gesteine überzugehen scheint. Die Abhänge dieser Gesteine, insbesondere jene unter Costa Ranghi, sowie die südlichen Gehänge des Rückens zwischen Armo und Persone, ferner jene westlich oberhalb Moërna, endlich zwischen Moërna und Hano zeichnen sich durch Mangel jeglicher Felsbildung, grüne Wiesenbedeckung und durch enorme Schutthalden von düster schwarzer Färbung an ihren tieferen Gehängen aus, so dass sie nicht im Entferntesten den Eindruck von Hauptdolomit-Landschaften machen. Wie schon erwähnt, erstreckt sich die Verbindung dieser dunklen Gesteine über Mte. Stino und durch Val Piombino gegen Bondone, wo sie sowohl weit in die Schluchten der Strada della Valle unter die hellen Dolomitmassen hinein aufgeschlossen sind, als auch die gesammte Mächtigkeit der am Abstiege von Bondone bis zum Chiesethale hinab anstehenden Massen für sich allein zusammensetzen und hier oft mit fischschieferartigen Zwischenlagen (sowie oberhalb Storo im Val Ampola) wechsellagern; nahe oberhalb Bondone (bei den Quellen) finden sich auch Spuren von Fischen darin.

Auf dem Wege zwischen Moërna und Hano tritt südlich in den Bacheinrissen unter dem schwarzen Niveau — sowie unterhalb Magasa und bei Turrano — wieder typischer Hauptdolomit heraus. Hano selbst liegt ganz im Bereiche der dünnsschichten, bituminösen, schwarzen Gesteine, die unterhalb Hano gegen Val Funghi zum Theile sehr mergelig werden, schuttartig zerfallen und lebhaft an die später zu besprechenden Mergelschiefer und Bactryllienmergel der rhätischen Schichten erinnern. In der Tiefe des Val Funghi, besonders gegen den See hinab, erscheinen auch hier wieder helle, klotzige Hauptdolomite darunter, welche die Uferfelsen an der östlichen Seite des Sees ausschliesslich zusammensetzen. Von Hano aus scheint das schwarze Niveau gegen Südwest sich auszubreiten und zum Theil die Höhen des Mte. Menos, Mte. Riseco und Mte. Palino zu bilden, denn zwischen Treviso und Eno trifft man dasselbe abermals an, ziemlich unregelmässig gelagert und in nicht sehr klaren Beziehungen zu der übrigen Masse des Hauptdolomites in dieser Gegend. Auf der Sattelhöhe zwischen den beiden genannten Orten fanden sich in schieferigen Zwischenlagen, die anscheinend diesem Niveau angehörten, zahlreiche Bactryllien.

Jenseits des Idroees (westlich) spielen dieselben dunklen Gesteine eine grosse Rolle im Mte. Canale und im Val Tese und Val Ré bei

Anfo. Auch hier war ich nicht im Stande, diese Gesteine von den übrigen Hauptdolomiten abzutrennen und auch hier machten sie den Eindruck von sowohl im horizontalen, wie im verticalen Sinne ganz unregelmässig begrenzten Vorkommnissen innerhalb der Masse des Hauptdolomits.

Zwischen Anfo und Lavenone scheint die ganze untere Partie des Hauptdolomits aus solchen Gesteinen zu bestehen, nördlich von Anfo schiebt sich in die typischen Hauptdolomite ein schmalerer Zug solcher Gesteine ein, der durch's Val Ré und Val Tese streicht. Wie schon erwähnt, ist es nirgends gelungen, in diesen Schichten Petrefacten zu finden, mit Ausnahme der Fischspuren bei Storo und Bondone und der Bactryllien zwischen Treviso und Eno.

So petrefactenarm die eben besprochene Ausbildungsweise eines Theiles des Hauptdolomits ist, ebenso reich an Petrefacten ist die unterhalb dieser Schichten liegende Masse hellerer Dolomite (vergl. Val Bondo) und ganz besonders die riesenoolithische Facies der hangenderen Schichten.

Storo ist eine altbekannte Fundstelle für Hauptdolomitfossilien. Schon Benecke („Trias und Jura“, pag. 35 und pag. 155) sammelte dortselbst zu beiden Seiten der Mündung des Val Ampola folgende Arten:

Turbo solitarius Ben.

Natica fallax Ben.

Cardita cfr. *multiradiata* Emmr. spec.

Megalodon triqueter Wulf. spec.

Dicerocardium Jani Stopp.

Pinna reticularis Ben.

Modiola pupa Stopp.

Gervillia cfr. *praeursor* Qu.

„ (*Avicula*) *exilis* Stopp.

Dactyloporiden.

Eine ganz ähnliche Fossilliste von dieser Localität gibt Lepsius pag. 238:

Gyroporella vesiculifera Gumb. erscheint darin als die bei Benecke unbestimmt gebliebene Dactyloporidenform.

Myophoria picta Leps. (Tab. I, Fig. 10) ist nach Lepsius gleich der von Benecke angeführten *Cardita*.

Pecten spec.

Gervillia spec.

Zu dieser letztangeführten *Gervillia* bemerkt Lepsius: „ähnlich *Avicula exilis*, aber mit Ligamentgruben“. Auch pag. 95 sagt der genannte Autor: „Oft begleiten diese Muschel (*Avicula exilis*) ganz ähnliche Formen, die sich durch mehrere Ligamentgruben als Gervillien documentiren, doch scheint in der That die häufigere Art eine *Avicula* zu sein.“ Bereits Benecke hat dieselbe Beobachtung gemacht, denn er erwähnt („Ueber die Umgebungen von Esino“, pag. 311), dass der Perna-artige Habitus der *Avicula exilis* es wünschenswerth machte, über die Beschaffenheit der Ligamentfläche Gewissheit zu

erhalten, umsomehr, als bei Storo mit Schalen von *Avicula* *cfr. exilis* zusammen ausgezeichnete Abdrücke von der Ligamentfläche einer *Gervillia* vorkommen. Es gelang aber Benecke nicht, trotz mehrfachen Präparirens, die Ligamentgruben an lombardischen Exemplaren der *Avicula exilis* zu finden.

Leider geht weder aus den Angaben von Benecke, noch aus denen von Lepsius mit voller Bestimmtheit hervor, ob sich dieselben von dem Nichtvorhandensein der Ligamentgruben bei *Avicula exilis* Stopp. mit vollkommener Sicherheit zu überzeugen im Stande waren. Sollte das nicht der Fall gewesen sein, so würde wohl in unserem Falle — wenigstens vorläufig — die Berechtigung vorliegen, die *Avicula exilis* wirklich als eine *Gervillia* anzusehen, da wohl kaum anzunehmen ist, dass in einem und demselben Gesteine äusserlich absolut nicht zu unterscheidende Formen auftreten sollten, von denen die eine eine *Avicula*, die andere ein *Gervillia* ist. Auch habe ich an einem für *Avicula exilis* anzusprechenden Exemplare vom Mte. Spesso bei Storo die Ligamentfläche mit deutlichen Leisten und Gruben präpariren können. Endlich spricht als weiterer Grund, *Avicula exilis* für eine *Gervillia* zu halten, der Umstand, dass dieselbe beinahe überall (auch bei Storo) mit *Gervillia salvata* Brunn. zusammen vorkommt, einer Art, die ja längst als *Gervillia* gilt und der *Avicula exilis* doch ebenfalls so nahe verwandt ist, dass man beide nur für wenig verschiedene Varietäten einer und derselben Form zu halten geneigt sein möchte.

Höher oben im Val Ampola, oberhalb des Wasserfalles, beobachtet man an der Strasse eine Bank voll *Megalodus triqueter* (Lepsius, pag. 237). In der Nähe fand Lepsius auch *Pinna reticularis* und *Myophoria picta*.

Im Val Sache oberhalb Tiarno di sopra kommen Megalodonten im Hauptdolomite vor. An der Roccapagana, und zwar auf dem plateau-förmigen Absatze von Terra a Monte nordöstlich oberhalb Storo, ist der Hauptdolomit ebenfalls äusserst petrefactenreich; hier sah ich insbesondere Bänke voll einer zierlichen kleinen *Avicula* oder *Gervillia* und eine kleine *Modiola*; es sind das vielleicht dieselben Arten, die bei Benecke als *Gervillia* *cfr. praecursor* Qu. und *Modiola pupa* Stopp. angeführt werden.

Im Val Lorina fand N. Dale (pag. 25) Megalodonten und *Turbo*.

Am Abhange des Mte. Bragon gegen das obere Val Lorina kommen nach demselben Autor (pag. 26) Megalodonten, *Turbo*, *Avicula exilis* und eine andere kleine Bivalve vor. Lepsius nennt (pag. 103 und 142) von dieser Stelle:

Gyroporella vesiculifera Gimb.

Avicula exilis Stopp.

Turbo solitarius Ben.

Megalodus triqueter Wulf. spec.

Natica spec.

Pleurotomaria spec.

Solen spec.

Südlich vom Lago di Ledro am Mte. Stadrinom (point 3, pag. 22) fand N. Dale die *Avicula exilis*; unterhalb S. Martino (pag. 20) *Pinna*

spec.; im rechten Arme des Assat di Peor (pag. 38) *Turbo* und eine Bivalve (man vergl. hier auch Ammon: Die Gastropoden des Hauptdolomites, pag. 36).

Sehr fossilreich ist der Hauptdolomit der Guardiaketten. Hier besonders beginnen sich jene riesenoolithischen, bituminösen Gesteine einzustellen, deren Aussehen so charakteristisch und deren Fossilführung eine so reiche ist. Am Anstiege von der Bocca Lorina zu dem zwischen den Gipfeln der Cima della Guardia und des Mte. Tombea in's Val Vestino hinüberführenden hohen Passe sammelt man zahlreiche Exemplare von

Gervillia exilis Stopp. *spec.*

Modiola spec.

Ähnliches Gestein setzt die isolirte Kuppe der Cima Monga östlich von Turrano zusammen.

Am Mte. Caplone fand Lepsius einen Korallenstock im Hauptdolomite. In den hangendsten Schichten dieser Stelle, nahe unter den rhätischen Ablagerungen der Alpenwiesen zwischen Bondone und Val Lorina liegen ebenfalls zahlreiche Fossilien, darunter wieder *Gervillia exilis* Stopp. *spec.*

An der Bocca della Valle (dem hohen Uebergange zwischen Bondone und Val Vestino) fanden sich:

Gervillia exilis Stopp. *spec.*

Arca aff. rudis Stopp.

Myoconcha spec.

Modiola spec. (dieselbe kleine Art, wie an der Roccapagana).

Pachyrisma spec. (?)

Turbo solitarius Ben.

Unterhalb der Abhänge der Cima Cingla am Wege zwischen Bondone und Moërna sammelte ich:

Gervillia exilis Stopp. *spec.*

„ *salvata* Brunn.

Turbo solitarius Ben.

Am Südabhange der Cima Spessa gegen die Alpenwiesen „Sull' Alpe“ liegen Fundstellen besonders schön erhaltener Schalenexemplare folgender Formen:

Gervillia exilis Stopp. *spec.*

Arca aff. rudis Stopp.

Pachyrisma spec. (?)

Turbo solitarius Ben.

Chemnitzia spec. (kleine, gethürmte, glattschalige Gastropoden).

Jenseits des Idrosee vom Mte. Censo bei Anfo nennt schon Curioni (pag. 232) die *Avicula exilis* Stopp. In der That ist der Hauptdolomit des Val Tese und Val Ré äusserst petrefactenreich und man findet hier mit leichter Mühe folgende Arten:

Gervillia exilis Stopp. spec." *salvata* Brunn.*Turbo solitarius* Ben.*Natica* spec.

Aus dem Val Canale di Val Sabbia nennt v. Ammon (l. c. p. 32) nach Stoppani den *Turbo solitarius* Ben.

Von der Corna Blacca (Mte. Pezzeda) führt Curioni (Geologia, pag. 232) Gyroporellen, Megalodonten und *Avicula exilis* Stopp. an.

F. v. Hauer sagt („Schichtgebirge der Lombardei“, pag. 35), dass er im Dolomite bei Pavone im Val Sabbia Spuren von *Megalodus triquetus* zu erkennen glaubte. An einer naheliegenden Stelle, südlich vom Torr. Trinolo bei Sabbio Chiese fand ich in den tiefsten Bänken des Hauptdolomits

Gervillia exilis Stopp. spec.*Turbo solitarius* Ben.

Desgleichen sah ich die charakteristische *Gervillia exilis* im benachbarten Val Degagna, und zwar hier in einer der höchsten und jüngsten Bänke des Hauptdolomits, sehr weit unterhalb des Ortes Degagna an der Strasse links vom Bache im anstehenden Gesteine.

Weiterhin im Westen, schon ausserhalb des von mir begangenen Terrains liegt der berühmte Fundort für Dicerocardien bei Caino an der Brescianer Strasse (vergl. Benecke, „Trias und Jura“, pag. 80).

Mit derselben lithologischen Ausbildungsweise und derselben Petrefactenführung scheint dieses im begangenen Terra in so ausserordentlich mächtig entwickelte Niveau des Hauptdolomits nach Westen fortzusetzen.

Rhätische Schichten.

Ohne hier auf die Meinungsdivergenzen bezüglich der Abgrenzung der rhätischen Ablagerungen nach unten einzugehen, sei zunächst vorausgeschickt, dass hier unter der Bezeichnung von „rhätischen Schichten“ der Complex der Ablagerungen verstanden sein soll, welche in dem zu besprechenden Gebiete zwischen der oberen Grenze des Hauptdolomits im Liegenden und sicheren Liasablagerungen im Hangenden auftreten. Dieser Complex theilt sich wieder in:

1. die Kössener Schichten, welche vorherrschend aus petrefactenreicheren weicheren Gesteinen, Mergeln, Mergelschiefeln, Mergelkalken u. s. f. bestehen.

2. Eine darüber sich einstellende Wechsellagerung von diesen weicheren Schichten mit compacteren und reineren Kalken und dolomitischen Bänken.

3. Eine hie und da als mächtige Kalkbänke, vorherrschend aber als Dolomite oder dolomitische Kalke auftretende Schichtmasse, deren Gestein zum Theil ganz das Aussehen des Hauptdolomits besitzt.

Diese drei Glieder entsprechen den Nummern 11, 10 und 9 der N. Dale'schen Schichttabelle.

Die Kössener Schichten — oder besser vielleicht die Contorta-Mergel — sind das Hauptlager der in unserem Bereiche auftretenden rhätischen Petrefacten; die mittlere Schichtgruppe führt zumeist nur Korallen (*Lithodendronbänke*) und Brachiopoden, von letzteren allerdings fast nur, aber überall häufig *Terebratula gregaria* Suess, sehr selten Megalodonten; ihr entspricht der „Lithodendronkalk“ von Lepsius, der Dachsteinkalk Gümbel's in den bairischen und nördlichen Tiroler Alpen. Die sub 3 angeführten, vorherrschend dolomitisch ausgebildeten Massen haben sich, soweit ich sie kenne, als fossilleer erwiesen und es können somit Zweifel darüber entstehen, ob sie noch zu den rhätischen Bildungen, oder ob sie besser vielleicht zum Lias zu zählen seien; stratigraphisch und petrographisch scheinen sie mehr zum Rhät hinzuneigen. N. Dale betrachtet dieselben auch thatsächlich noch als Theile des „Dachsteinkalks“, also als oberrhätisch. Lepsius dagegen kennt sie merkwürdiger Weise gar nicht, redet vielmehr nur hie und da gelegentlich von dolomitischen Schichten über seinem Lithodendronkalke, unter welch' letzterem er ausdrücklich die durch ihre ausgezeichnete Schichtung auffallenden mittleren, sub 2 angeführten Massen versteht und hat, wie weiterhin für viele Stellen gezeigt werden soll, dieses Niveau 3. das ich im Folgenden der Kürze wegen als „Grenzdolomit“ bezeichnen will, grösstentheils fälschlich für Hauptdolomit angesehen, eine Auffassung, welche von den nachtheiligsten Consequenzen, was die Richtigkeit seiner Einzeichnungen anbelangt, unausweichlich gefolgt sein musste. Dass dieses Dolomit-Niveau übrigens nicht etwa ein geringmächtiges, leicht zu übersehendes sei, geht schon aus den Angaben Nelson Dales hervor, welcher dasselbe auf 900' schätzt, aber vielleicht gerade diese grosse Mächtigkeit mag Lepsius dazu verleitet haben, Hauptdolomit darin zu sehen. Es ist dieser Grenzdolomit wohl zunächst mit jenen dolomitischen Massen zu vergleichen, welche in dem oft beschriebenen Profile der Rhätablagerungen bei Menaggio am Comersee über dem Lithodendronkalke mit *Terebratula gregaria* auftreten (vergl. Lepsius pag. 109). Auch das Niveau der brescianischen „Corna“, welches von den lombardischen Geologen, insbesondere von Ragazzoni und Curioni für untersten Lias gehalten wird, mag wohl zum Theile mit jenen Grenzdolomiten von Ledro identisch sein.

Beginnen wir mit der Darstellung der Verbreitung der rhätischen Schichten wiederum im Norden, so tritt uns unterhalb Tione übereinstimmend auf beiden Seiten des Sarcathals wohlentwickeltes rhätisches Terrain entgegen, und zwar im Norden zwischen Preore und Ragoli (schon im Aufnahmegebiete des Herrn M. Vacek gelegen), im Süden — an der Basis der Gaverdinamasse — zunächst dem Sarcathale, in nahezu halbkreisförmiger Erstreckung und muldenförmiger Lagerung das nordöstliche Ende dieses Gebirgszuges umgebend. Der kleine Hügel, an welchem die Strasse nach Zuclo von der Hauptstrasse abzweigt, ist noch Hauptdolomit, welcher eine Verbindung mit den Hauptdolomiten nördlich der Sarca andeutet. Man befindet sich hier nahezu in der Axe der Mulde des Cadria-Kammes. Unter den riesigen Schuttmassen, welche hier terrassenförmig die Abhänge des Sarcathales überdecken, bleiben die rhätischen Schichten grösstentheils verborgen, erst nahe östlich von

Zuclo am Rande der Schlucht, die hier vom Monte Salvia herabkommt, hat die (obere) Strasse rhätische Kalke angeschnitten, welche hier schon flach gegen Westen einfallen, also bereits dem östlichen Flügel angehören. Der ganze Anstieg von da gegen den Durone-Sattel bewegt sich ununterbrochen in den tieferen rhätischen Schichten; das Lithodendron-Kalkniveau ist hier nicht besonders auffallend entwickelt; die steilen Abstürze und Felswände oberhalb des Wegs am Fusse der Cima Sera bildet der Grenzdolomit. Erst südlich vom Durone-Sattel am Abstiege gegen Rango tritt unter den weicheren rhätischen Ablagerungen stellenweise Hauptdolomit hervor. An der Höhe des Passes selbst liegt Eocän, Scaglia, Biancone und oberjurassischer Hornsteinkalk, sehr gewunden, im Allgemeinen aber südwestlich fallend, daher die obersten Schichten des Monte San Martino bildend, dem Rhät des Fusses der Cima Sera unmittelbar an. Im Val Marza sind die Aufschlüsse ungenügend, colossale Schuttmassen bedecken hier die tieferen Gehänge; unter dem fortlaufenden Gesimse des Grenzdolomits ziehen die rhätischen Kalke und Mergel durch und da sich die gesamte Masse gegen Südosten hebt, so dürften die mächtigen Felswände des Monte Cogorna gegen das Becken von Stenico aller Wahrscheinlichkeit nach bereits dem Hauptdolomite zufallen und die rhätischen Schichten hoch oben an den Abhängen liegen. Ich habe indessen den Cogornarücken nicht erstiegen, konnte deshalb hier nur sehr schematische Einzeichnungen vornehmen. Es läuft aber, wie sich von den Gipfeln des Monte Gaverdina und Monte Tenera recht gut wahrnehmen lässt, hier unterhalb des Cogornahauptkammes die Verwerfung zwischen der Cadria-Gaverdinascholle und der Scholle des Monte Toffin durch. Die Gaverdinaspitze selbst gehört schon dem Grenzdolomite des Ostflügels der erstgenannten Scholle an, die Kuppe des Monte Tenera dürfte noch dem nächsttieferen (Lithodendronkalk) Niveau dieser Scholle zufallen, tiefere Schichten sind hier nicht aufgeschlossen, da die liassischen Massen des Toffinkammes und der Pianezzespitzen hier anstossen und längs der Verwerfungslinie an den rhätischen Schichten der Gaverdina geschleppt erscheinen. Erst nördlich oberhalb Ballino wird der Fuss des Cogorna frei von den Massen der südlich anliegenden Toffinscholle und hier dürfte derselbe schon aus Hauptdolomiten gebildet sein. Die Lepsius'sche Karte zeichnet zwischen Tione und Ballino in unzusammenhängender Weise an drei verschiedenen Stellen Streifen von rhätischen Schichten ein, und zwar am Cogorna oberhalb Ballino, an den Ostabhängen der Seraspitze und oberhalb Bolbeno und Zuclo an den Gehängen des Monte Pizzò. Ueber diese Vorkommnisse entnimmt man dem Texte bei Lepsius (pag. 259) Folgendes: „Südlich des Albertosattels steht Hauptdolomit in hoher Wand an“. . . . — „Sowohl in dem Thälchen oberhalb Bolbeno als auf der Ostseite der Seraspitze liegen schwarze Kalke zunächst auf dem Hauptdolomite, deren Versteinerungen ihren rhätischen Charakter anzeigen. Doch ist, wie überall in dieser Gruppe, die Lagerung der rhätischen Schichten eine ausserordentlich verworfene u. s. f.“ — Und weiter: „Am Abhange des Monte Cogorna fand ich Spiriferen ¹⁾ in

¹⁾ Die erwähnte Brachiopodenform beschreibt Lepsius pag. 364, tab. V., Fig. 11 als *Spirifer orthiformis*. Für einen rhätischen Spirifer ist die Form eine etwas ungewöhnliche; sie erinnert einigermaßen an Rhynchonellen aus dem Formenkreise der *Rh. amphitoma* oder *pedata*.

einem dolomitischen Kalke oberhalb Ballino, welche nur rhätischer Zeit angehören können. Darüber lagern in grosser Mächtigkeit die Liaskalke. Sie sind synclinal dem Val Marza zugewendet; auf dem Monte Cogorna fallen sie in Nord-West 25—30°, an der Seraspitze und am Monte Turig fallen sie im Allgemeinen nach Süd-Ost.“

Zu diesen Angaben von Lepsius ist Folgendes zu bemerken: Die Einzeichnung am Cogorna mag richtig sein; ich habe darüber kein Urtheil, da ich dort selbst zu wenig gesehen habe. Falsch sind die Angaben über die Lagerung am Monte Turig und an der Seraspitze, welche beide noch zum Ostflügel gehören und daher gegen Nord-West fallende Schichten besitzen. Geradezu unbegreiflich muss für Jeden, der das Terrain begangen hat, die Lepsius'sche Einzeichnung von Rhätmergeln an der Cima Sera und im Thale oberhalb Bolbeno und Zuclo erscheinen. Man versteht diese Einzeichnungen nur dann, wenn man aus den Auseinandersetzungen von Lepsius an anderer Stelle ersehen hat, dass er, was schon erwähnt wurde, den Grenzdolomit gewöhnlich für Hauptdolomit angesehen hat. Das geht übrigens schon aus den oben citirten Angaben hervor, da unter der südlich vom S. Alberto-sattel aufragenden Wand von Hauptdolomit nur die Wand des Grenzdolomits an der Basis der Cima Sera verstanden werden kann. Folgerichtig ist denn Lepsius dazu gekommen, über jener Wand des Grenzdolomits die rhätischen Mergel einzuzichnen, denn es konnte ihm ja das Vorkommen derselben längs des Weges von Zuclo zum Duronesattel unmöglich entgehen. Ueber die Bedenken, die ihm bei dieser Einzeichnung kommen mussten, denn er konnte ja ebenfalls nicht übersehen, dass diese rhätischen Mergel und Kalke in tieferem Niveau liegen und unter seinen „Hauptdolomit“ einzufallen scheinen, hat er sich aber sodann mit der Annahme, dass die Lagerung der rhätischen Schichten eine ausserordentlich verworfene sei, hinweggesetzt. Alles, was Lepsius zwischen Bolbeno und dem Duronesattel als Hauptdolomit einzeichnet, ist sohin nicht Hauptdolomit, sondern Grenzdolomit und die rhätischen Ablagerungen liegen nicht verworfen, sondern ganz normal an dessen Basis, in einer viel tieferen Höhenlage, als sie die Lepsius'sche Karte angibt.

Am ganzen Westabhange des Gaverdina-Cadria-Kammes zwischen Tione und Condino hat Lepsius nirgends rhätische Schichten, auf Hauptdolomit liegt hier Lias. Auf diese Einzeichnung, sowie auf die Verhältnisse des Val di Concei beziehen sich mehrere Stellen im Texte bei Lepsius. So pag. 105: „Grösstentheils fehlen die rhätischen Schichten zwischen Lias und Hauptdolomit der Gaverdina, sei es, weil die Auflagerung der Jurakalke oft eine verstürzte ist, sei es, weil die Dolomitfacies die Contortamergel verschlungen hatte.“ Weiter pag. 254: „Die Gaverdinagruppe gehört vermöge ihrer unregelmässigen Lagerung und Unzugänglichkeit zu den schwierigeren Gebirgen unseres Gebietes, die Grenze zwischen Hauptdolomit und Lithodendronkalk resp. Jurakalken ist dadurch erschwert, dass die auf der Südseite des Ledrothales so mächtig entwickelten Contortamergel grösstentheils fehlen.“ Endlich pag. 256: „Die schroffen Grate und Bergspitzen sind leider so unzugänglich und die Kalke so wenig versteinierungsreich, dass es schwer ist, etwa noch Dachsteinkalke vom Lias abzutrennen; jedenfalls sind

in diesen Bergen des oberen Val di Concei keine Contortamergel zu bemerken. Der ganze, an 1000—1500' hohe Westabhang des Cadriakammes aber ist Hauptdolomit, der in steilen Wänden hinabstürzt in das Adana- und Chiesethal.“ Diese Angaben von Lepsius sind jedenfalls als sehr gewagte zu bezeichnen, da sie die ungenügenden Beobachtungen nur allzudeutlich erkennen lassen. Hätte Lepsius nur ein einziges Thal an der Westseite des Cadria-Gaverdina-Kammes begangen, so würden ihm die rhätischen Schichten schwerlich entgangen sein; hat ja doch schon Benecke bei einem flüchtigen Durchschnitte zwischen Cologna und Tiarno oberhalb Cologna das Vorkommen bivalvenführender Gesteinsblöcke, welche wohl kaum etwas anderes als rhätische Schichten gewesen sein können (vergl. Trias und Jura, pag. 34) constatirt. In der That ziehen die rhätischen Schichten mitsammt dem Niveau des Grenzdolomites längs der ganzen Erstreckung zwischen Tione und Condino am Westabhange des Cadriakammes dahin.

Bei Tione selbst liegen die rhätischen Schichten sehr tief am Fusse der Gehänge unmittelbar über dem Orte Bolbeno, fallen nicht allzusteil in Nord-Ost, sind ziemlich petrefaktenarm, führen aber doch hie und da neben Gervillien, Modiolen u. a. ausgezeichnet schön erhaltene Hohldrücke von

Cardium rhaeticum Mer.,

sowie

Cardita austriaca v. Hauser.

Zwischen Bolbeno und dem Ausgange des Val Bolbeno führt die neuangelegte Fahrstrasse durchaus in rhätischen Schichten, über welchen die Abstürze des Grenzdolomites die Basis des Monte Zuclo und Monte Pizzo umgeben. Schon am Ausgange des Val Bolbeno wird die Schichtstellung rasch eine viel steilere und jenseits des Baches erscheinen sämtliche Schichtglieder bereits in der vollkommen verticalen Stellung, die für den Westabhang des Cadriakammes die herrschende ist. Am Querkamme des Monte Madrig ziehen die rhätischen Kalke und Mergelkalke in einer auffallenden Einsattlung nordwestlich unterhalb des mit der Höhenangabe von 1747 M. bezeichneten Gipfels, welcher selbst aus Grenzdolomit besteht, durch; im Val Gaverdina wurden sie bei der Malga Lanciada beobachtet und streichen von da östlich des Monte Maina nach Südwesten hinüber, während die Felsschroffen südwestlich oberhalb der genannten Malga wieder dem Grenzdolomit zuge zufallen. Bei Malga Lanciada fanden sich in losen Stücken grauen, wohl dem Lithodendron-Niveau zufallenden Kalkes Durchschnitte von Megalodonten. In dem Thale zwischen Monte Maima und Monte Canbianc liegen die rhätischen Kalke und Mergelkalke in zahlreichen losen Stücken im obersten Thalkessel und die Wände im Osten dieses Kessels bildet abermals der Grenzdolomit. Von da an streichen die rhätischen Schichten in der tiefsten Einsattlung zwischen dem Monte Canbianc und dem 1630 M. hohen Hauptdolomitberge oberhalb Malga Para durch. Jenseits des wilden, tiefeingerissenen Maracthals, dessen Schlucht die senkrechte Schichtung der gesamten Masse prachtvoll blosslegt, erscheinen die Kössener Schichten unmittelbar östlich von der Hauptdolomitkuppe des Monte Flesch an dem Wege zwischen Predatacci und der Malga Ringia; hier sammelt man

Terebratula gregaria Suess

in den splitternden grauen Mergelkalken der Lithodendronkalkstufe.
Ueber Malga Lack, in deren Süden die rhätischen Gesteine

Plicatula intusstriata Emmr.

Cardita austriaca v. Hauer

führen, ziehen die Contortaschichten in die felsigen Ausläufer des Monte Nozzolo hinein; von diesen Höhen bringt der südöstlich oberhalb Por in Wasserfällen über den Hauptdolomit herabschäumende Giessbach zahlreiche lose Stücke der rhätischen Gesteine mit. Mächtig entwickelt und petrefaktenreich, aber schlecht aufgeschlossen sind die rhätischen Schichten in der Schlucht, durch welche der Weg von Cologna nach Tiarno hinüberführt. Die rhätischen Kalke liegen hier bereits sehr hoch an den Gehängen und der Kamm gegen das obere Val Croina wird selbst wohl noch von den Grenzdolomiten gebildet. Hier sammelt man in den petrefaktenreichen Kalkblöcken:

Myophoria isosceles Stopp.

Arca spec.

Pinna (grosse Exemplare).

Avicula contorta Portl.

Ostrea spec.

Natica spec.

Nur wenig weiter gegen Südsüdwesten bilden die Contortaschichten die Kammhöhe selbst, insbesondere nahe nördlich von der Cima Pallone; von hier stammt aus den bivalvenreichen plattigen Kalkmergeln

Modiola minuta Goldf. spec.;

aus den splitternden dichten Mergelkalken

Terebratulula gregaria Suess.

Die Cima Pallone selbst besteht aus Lias, der hier unmittelbar an die rhätischen Schichten anstösst. Zwischen beiden läuft die mehrfach erwähnte Querbruchlinie durch und man hat sonach von dieser Stelle an die Fortsetzung des Zuges rhätischer Schichten weiter westlich und tiefer an den Abhängen zu suchen. In der That erscheinen die rhätischen Ablagerungen auch in nicht gar zu grosser Höhe über der Thalsohle des Chiese zunächst südöstlich von Plubega an dem von Cologna nach dem Giovosattel führender Fusswege, nehmen weiterhin offenbar die ganze Terrasse ein, auf welcher gegenüber Cimego die zerfallene Alphütte Caino steht und erscheinen noch in den tiefeingerissenen Gräben unterhalb dieser Hütte, so dass der Hauptdolomit hier ganz auf den Fuss des Abhangs beschränkt bleibt. Unterhalb Caino im Anstehenden jener Gräben fand sich

Gervillia cfr. *Galeazzii* Stopp.;

in losen Blöcken des splitternden dichten Mergels, welche von da hinab häufig am Wege zu finden sind, wieder

Terebratulula gregaria Suess.

Südlich der Terrasse von Caino scheint eine schwächer ausgeprägte Parallelverwerfung durchzuziehen, denn von da an erscheint der Haupt-

dolomit wieder mächtiger an den Gehängen und die rhätischen Mergel und Kalke werden weiter gegen die Höhen abgedrängt; sie liegen hier wohl in jener Terrasse, welche die über Porino sich hinziehenden Alpenwiesen trägt und über und über von mächtigem Glacialschutte bedeckt ist.

Am Wege, der von Caino zu jener Terrasse der Alpenwiesen von Porino hinauführt, wurde in weichen, schiefrigen Mergeln

Avicula contorta Portl.

gefunden. Oberhalb jener Terrasse gegen die Dolomitmassen des Kammes bemerkt man in den Wasserrissen zahlreiche Blöcke des splitternden, grauen, Brachiopoden führenden Zwischengesteins der Lithodendronstufe und sammelt auch hier aus demselben leicht in Menge die für diesen Horizont so charakteristische

Terebratula gregaria Suess.

An der weiterhin durchlaufenden Querstörung von Tiarno-S. Lorenzo erreicht dieser Zug rhätischer Schichten im Westflügel der Gaverdina-Cadria-Synclinale sein Ende.

Wenden wir uns nun wieder zum Ostflügel dieser Synclinale. Wir haben gesehen, dass im Sarcathale unterhalb Tione die Axe der Mulde durchläuft, dass von da an die rhätischen Schichten im Ostflügel unterhalb der Seraspitze ansteigen und wahrscheinlich über Val Marza gegen die Kammhöhe des Monte Cogorna hinaufziehen, vielleicht längs des Cogornakammes über die Teneraspitze bis in die obersten Anfänge des Val di Concei reichend, in ihren hangendsten Lithodendronkalken wenigstens. Ueber ihnen breitet sich, flach gelagert, der Grenzdolomit aus, der im obersten Val Marza und überhaupt rings um die Höhen des Monte Gaverdina grosse Oberflächenverbreitung gewinnt, zwischen Gaverdina und Monte Turig über den Hauptkamm bis in's oberste Val Gaverdina hinübergreift, von der Bocca Gaverdina an gegen Südosten aber auf das Ostgehänge des Cadriakammes beschränkt bleibt, dessen liegendstes Glied an dieser Seite er bildet. Er streicht vom Monte Gaverdina herabziehend und eine etwas steilere Schichtstellung annehmend oberhalb der Malga Gui, sowie oberhalb der Querkämme des Monte Midelar und Monte Meris dahin. Im Val Viesch (Val Molini oberhalb Lenzumo) schneidet der oben erwähnte Querbruch durch und der Grenzdolomitzug findet an ihm sein Ende, da in der Ostflanke des gegen Westen verschobenen Hauptkammes so tiefe Schichtglieder nicht mehr zum Vorschein kommen. Es ist auffallend, dass Lepsius weder im Texte noch in der Karte vom Vorhandensein des hier besprochenen Dolomituges auch nur das Geringste erwähnt, während doch N. Dale denselben im Hintergrunde des Val di Concei und des Val Lomar gesehen und ganz richtig (pag. 50) für älter als die im Val Concei und Val Lomar aufgeschlossenen liassischen und jurassischen Gesteine angesprochen hat.

Gehen wir nun zur mittleren Scholle des Gaverdinagebirges über. Als dieser zufallend sind die Massen der Pianezze-Spitzen ober Ballino, der Kamm des Monte Toffin mit der Cina d'Impichea, die Berge Midelar und Meris westlich des oberen Val di Concei, endlich der Monte Viesch

sammt der Cima la Cingla und dem Monte Cava oberhalb Tiarno di sotto zu bezeichnen. Das Haupteinfallen in dieser Scholle ist ein steil gegen Nordwest gerichtetes, so dass die jüngeren Schichten innerhalb derselben an den nordwestlichen Rändern erscheinen, während gegen Südosten sich die tieferen Schichtglieder einstellen. Der öfters erwähnte Querbruch scheidet diese Scholle in zwei Theile. In dem nordöstlich gelegenen erscheinen hier zu besprechende Bildungen längs des Steilabsturzes der Toffin-Impichea-Masse zwischen Ballino und der Bocca di Tratt. Die gesammte Mächtigkeit der Felswand längs dieses Absturzes besteht aus Grenzdolomit. Derselbe taucht unter den mächtigentwickelten, dünngeschichteten, dunklen, liassischen Kalken zuerst im unteren Torrente Lecco südöstlich bei Ballino auf und hebt sich von da gegen die Cima d'Impichea, nördlich von der Bocca di Tratt gegen das Val Sorda hinüberziehend. Unter diesen Grenzdolomiten erscheinen Lithodendronkalke und Contorta-Mergel, welche in einer ganz merkwürdigen Weise an den tiefer liegenden Kreidebildungen der Höhen des Monte Leone, Monte Vender, Monte Fiesco, sowie an den oberjurassischen Schichten der Bocca di Tratt abstossen. Am mächtigsten sind die rhätischen Schichten im obersten Torrente Toffin aufgeschlossen; hier sind auch zugleich die Grenzverhältnisse gegenüber der östlicher anliegenden Scholle am schönsten entblösst. Weniger deutlich aufgeschlossen sind die Rhätschichten an der Basis der Impichea-Wand im obersten Val Grassi, aber noch an der Bocca di Tratt liegen lose Stücke offenbar rhätischen, von Petrefacten erfüllten Kalkmergels. Es ist beachtenswerth, dass schon Nelson Dale diese unterhalb der Impichea-Dolomite liegenden dunklen Schichten beobachtet und angeführt hat.

Lepsius dagegen erklärt auch die Dolomite des Impichea-Zuges (vgl. pag. 255; Profil XIII) für Hauptdolomit und sagt: „Val di Concei ist in seinem unteren Laufe ein Aufbruch im Hauptdolomite, in welchen rhätische Kalke und eine grosse Scholle von unterem Lias hineingestürzt sind. Der Vorberg zwischen Lenzumo, Bezzecca und Val di Molini ist dem dahinter aufragendem Hauptdolomite vorgeworfener Lias. Bei Lenzumo sind die Kalke auch auf der Ostseite des Thales dem Hauptdolomite vorgeworfen. Gleich oberhalb Lenzumo zieht die Verwerfung durch und das Thal ist nun beiderseits von hohen wilden Hauptdolomitklippen eingeschlossen. Hoch hinauf zum Zackengrate des Monte Pichea steigt der Hauptdolomit, indem er die Jurakalke des Monte Pari abwirft, während im Westen der Monte Viesch, ganz aus Hauptdolomit bestehend, die jüngeren Formationen auf seiner Schulter trägt. Weiter oben im Val di Concei kommen beiderseits graue Liaskalke mit Hornstein am Hauptdolomite herunter, ohne dass rhätische Schichten dazwischen lägen u. s. f.“

Diese Anschauungen und Mittheilungen von Lepsius sind nur theilweise richtig. Wahr ist es, dass gleich oberhalb Lenzumo eine Verwerfung (der Längsbruch zwischen der mittleren und östlichen Scholle der Gaverdina-Gruppe nämlich) durchläuft und dass das Thal oberhalb Lenzumo beiderseits eine Strecke weit vom Hauptdolomit eingeschlossen wird, aber dieser Hauptdolomit in der Tiefe des Val di Concei hängt weder mit dem von Lepsius für Hauptdolomit erklärten Dolomite des Monte Viesch, noch mit den Dolomiten des Monte Impichea

unmittelbar zusammen und dass nördlich von ihm und den Liaskalken des oberen Val di Concei die rhätischen Schichten fehlen, erklärt sich dadurch, dass zwischen Beiden die grosse Querstörung (man könnte sie der Kürze wegen als den Croina-Pallone-Bruch bezeichnen), deren Existenz schon wiederholt erwähnt wurde, liegt. Im Val Viesch (Val dei Molini) oberhalb Lenzumo kann man sich davon überzeugen, dass der Hauptdolomit der rechten Thalseite regelmässig von Contorta-Schichten überlagert wird, über welchen ebenso regelmässig die Dolomite des Monte Viesch folgen, welche demnach ohne Zweifel als Grenzdolomit anzusehen sind. Am linken Abhange des Val Viesch dagegen stösst der Hauptdolomit thalaufwärts unmittelbar an Hornsteinkalke des obersten Jura und an Kreide-Biancone an, so dass die unterste Ecke des linken Abhanges in diesem Thale tektonisch zu dessen rechtseitigem Abhange gehört, während der Monte Meris aus viel jüngeren Schichten besteht, unterhalb welchen längs der Nordseite des Croina-Pallone-Bruches gegen Osten hin immer ältere und ältere Bildungen zum Vorschein kommen, so im Hauptthale zunächst Lias im Norden gegen Hauptdolomit im Süden, wodurch sich das Fehlen rhätischer Schichten hier erklärt. Die Querverwerfung muss etwa in's Val Sorda hinein fortsetzen, hier aber werden die Verhältnisse schwierig, da der Natur der Sache gemäss etwa in dieser Region Grenzdolomit im Norden an im Süden der Bruchlinie liegenden Hauptdolomit unmittelbar anstossen muss und Dolomit von Dolomit in jedem Falle schwer zu trennen ist. Diese Partie links des Val di Concei bleibt daher, was die vollkommene Richtigkeit der Einzeichnung anbelangt, jedenfalls etwas problematischer Natur, so viel steht indessen wohl fest, dass ein Theil der Dolomitabhänge links oberhalb von Lenzumo thatsächlich dem Hauptdolomite zufällt, während andererseits die Masse des Dolomits im Impichea-Zuge durch das Auftreten von sicher rhätischen Schichten an ihrer Basis mit vollkommener Zuverlässigkeit als Grenzdolomit charakterisirt erscheint.

Die rhätischen Schichten des Val Viesch ziehen unterhalb des Monte Viesch über die Kammhöhe in's Val dei Molini (zwischen Bezzecca und Tiarno di sotto) hinüber, woher sie schon durch die Untersuchungen von Nelson Dale bekannt sind. Die Angaben dieses Autors über die genannte Localität (pag. 16) mögen hier folgen: Am Thaleingange beiderseits liegen dunkle, hornsteinführende Kalke, in beiläufig nördlicher Richtung einfallend. Höher oben im Thale findet man junge Conglomerate und noch weiter thalaufwärts Lagen von schwarzen Kalcken, wechselnd mit dünnen Bänken von sehr thonigem, schwarzem, zum Theil in schwarze Schiefer übergehendem Kalke; diese Schichten streichen in Südwest oder Südsüdwest durchs Thal und sind bis zu 60° aufgerichtet. Unter den südlichsten dieser Lagen befindet sich eine solche, die Korallen führt, weiter nach Norden eine andere voll von Mytili und anderen Bivalven. Noch weiter findet man dünnsschichtige thonige Kalke mit zahlreichen vegetabilischen Eindrücken — (offenbar Bacryllien). Dieser ganze Complex fällt unter den lichtgefärbten, dolomitischen Kalk ein, welcher höher bachaufwärts sich zeigt.

Ueber die Reihenfolge der Schichten im Val dei Molini bleiben nach N. Dale Zweifel, die Karte dieses Autors zeigt indessen, dass er den grauen hornsteinführenden Kalk am Thalausgange als liassisch, die

schwarzen petrefaktenführenden Schichten als rhätisch, das darüber folgende dolomitische Gestein als obere rhätische Schichten aufgefasst hat, demnach als dasselbe Niveau, welches hier als Grenzdolomit bezeichnet wurde.

Auch bei Lepsius finden sich (pag. 105) einige Angaben über das Val dei Molini: „Hier sind rhätische Schichten, auf dem Kopfe stehend, eingeklemmt in die Verwerfungsspalte zwischen unterem Lias und dem dahinter aufragenden Hauptdolomite; sie enthalten eine Luma-chelle von *Modiola rhätica* Leps., daneben *Leda percaudata* Gümb., *Pinna miliaria* Stopp., während die Thone erfüllt sind von *Bacryllium striolatum* Heer. Oberhalb folgen harte Kalkbänke, bestehend aus Stöcken der *Rhabdophyllia clathrata* Emmr.“ Und pag. 246 bemerkt Lepsius noch: „Die Schichten fallen hier mit 60—70° in Westnord-west, dem Hauptdolomite angeworfen.“

Wie aus voranstehenden beiden Citaten zu ersehen ist, hat N. Dale auch hier ganz richtig die gegenseitige Lagerung der Rhät-schichten und des Dolomites in ihrem Hangenden erkannt und gedeutet, während Lepsius die Grenzdolomit-Masse abermals für Hauptdolomit genommen und so nothwendigerweise äusserst verwickelte Lagerungs-verhältnisse erhalten hat (vergl. sein Profil II). Es erübrigt noch, hervorzuheben, dass an der vom Val dei Molini geschnittenen Bruchlinie zwischen der mittleren und der östlichen Scholle des Gaverdina-gebirges die zur Scholle des Monte Pari gehörenden Liaskalke des Vorberges von Bezzecca am Hauptdolomite der Viesch-Scholle geschleppt und senkrecht aufgerichtet sind, zum mindesten im Val dei Molini selbst.

Während die Hauptkette des Cadria-Kammes (Zug der Cima Pallone und des Monte Giovo) an der Querstörung von S. Lorenzo-Tiarno gänzlich abzubrechen scheint, erweist sich dem Anscheine nach die Hauptkette der Roccapagana-Masse im Süden jener Querstörung als die Fortsetzung der mittleren Gaverdina-Scholle, jener des Monte Viesch. Es fehlen derselben aber jüngere als rhätische Bildungen gänzlich und auch rhätische Schichten selbst treten nur noch in beschränkter Verbreitung über der herrschenden Masse des Hauptdolomits in diesem Gebirgsabschnitte auf, so insbesondere am Sattel zwischen dem Torrente Sache und den Rango-Wiesen oberhalb S. Lorenzo bei Condino und wohl auch auf jenen Wiesen selbst, obschon sie hier offenbar vom Gletscherschutt gänzlich überdeckt werden. Die an der Sattelhöhe auftretenden Rhätschichten lagern regelmässig über dem nordwestlich einfallenden Hauptdolomite der Kette Le Coste und sind ziemlich fossil-reich. Lithodendronkalk-Blöcke fallen sofort auf; in einzelnen derselben stecken zwischen den Korallenästen kleine, zierliche Exemplare der

Terebratula gregaria Suess.

Kalkmergelplatten sind stellenweise erfüllt von Hohldrücken des

Cardium rhacticum Mer.;

ein ganz ähnliches Vorkommen wurde bereits von Bolbeno bei Tione erwähnt.

Jenseits des Sattels ist die Lagerung nicht so klar; insbesondere das Verhältniss der rhätischen Mergel zu den in sehr regelmässiger

Schichtung sich erhebenden Kalkmassen oder Dolomiten der Cima di Visi hätte noch einer genaueren Begehung bedurft. Theils vom Abstiege jenseits der Sattelhöhe, theils aus Stücken, die in den Gräben, die der Weg gegen Condino zunächst unterhalb der Wiesen passirt, aufgenommen wurden, stammen folgende Arten:

Natica spec.
Myophoria isosceles Stopp.
Anatina spec.
Leda alpina Winkl.
Modiola minuta Goldf. spec.
Gervillia caudata Winkl.?
Pecten spec.
Plicatula Archiaci Stopp.

Südlich der Kapelle S. Lorenzo gegenüber Condino bringt ein Giessbach eine bedeutende Schuttmasse in's Thal herab, die sich gegen den Chiese vorschiebt. Auf diesem Schuttkegel sammelt man in rhätischen Gesteinsstücken, die wohl unzweifelhaft von der Höhe der Rango-Wiesen herabgeführt sind, neben einem Theile der eben angegebenen Arten auch noch:

Avicula contorta Portl.

Einzelne Stücke des rhätischen Gesteins sind ganz erfüllt von Bivalven und bilden einen förmlichen Muschelmarmor.

Die südwestliche Fortsetzung des Bruches zwischen Monte Viesch und der Scholle des Monte Pari scheint an den unteren Abhängen des Le Coste-Kammes gegen Val Ledro und Val Ampola hinzuziehen. An diesem Abhange nämlich erscheinen steilgestellte rhätische Kalke an den Hauptdolomit angelehnt, die in der Nähe der Wasserscheide in einem grossen Steinbruche aufgeschlossen sind. Hier fand Lepsius (pag. 253) *Terebratula gregaria* und *Rhabdophyllia clathrata* neben zahlreichen kleinen Bivalven. Die dolomitischen Gesteine in der Richtung gegen Tiarno di sopra, welche hie und da auch, kleine isolirte Kuppen bildend, mitten aus dem Thalboden aufragen, dürften demnach wohl dem Grenzdolomite entsprechen, wofür auch der Umstand anzuführen ist, dass südlich gegenüber Tiarno di sotto graue dünnsschichtige Liaskalke in derselben senkrechten Schichtstellung, wie sie oberhalb Tiarno di sopra die Rhätschichten zeigten, anzutreffen sind — das Ganze ist offenbar die Fortsetzung der Schleppungserscheinungen des Val dei Molini, nur dass hier gegen Südwest auch die nächsttieferen rhätischen Niveaus hinzutreten, was vielleicht auf eine allmälige Ausgleichung der Störungslinie in dieser Richtung hindeuten dürfte. Dass vielleicht noch die analogen Störungen im Hauptdolomitgebiete der Roccapagana oberhalb Storo mit dieser Störungslinie im Zusammenhange stehen, wurde bereits oben gelegentlich erwähnt. Eine genauere Begehung der Roccapagana würde indessen nothwendig gewesen sein, um das sicherzustellen.

Die rhätischen Ablagerungen an der westlichen Thalseite der Wasserscheidehöhen zwischen Val Ledro und Val Ampola sind nur durch die Thalauswaschung getrennt von der Masse rhätischer Bildungen,

welche von hier aus am östlichen Gehänge gegen Südosten ansteigend eine weitausgedehnte Oberfläche bedecken, die gesammten Gehänge zwischen Tiarno einerseits und der Linie S. Martino—Alpe Giù andererseits für sich allein zusammensetzen, über die Wiesenflächen beiderseits des Val Giugea hinanziehen zu den Tremalso-Alpen und hier unmittelbar in die gewaltig entwickelten rhätischen Massen des Monte Lanino (Monte Lorina, Cima Tavalò, Monte Camerone) übergehen.

Das ist das ausgebreitetste Terrain rhätischer Ablagerungen innerhalb des von mir begangenen Gebietes und wohl eines der interessantesten aller Rhätvorkommnisse der Südalpen überhaupt. Es besteht im Süden fast allein aus den beiden tieferen Schichtgruppen der Contorta-Mergel und Lithodendronkalke, in seiner nördlichen Hälfte ist es noch von bedeutenden Massen der Grenzdolomite, sowie zum Theil auch noch von liassischen Schollen (südlich der Linie Bezzecca—Tiarno) überlagert. Ueber Bezzecca hin steht es in unmittelbarem (nur oberflächlich durch die Thalauswaschung unterbrochenem) Zusammenhange mit den Rhät-Aufschlüssen der südwestlichen Abhänge des Monte Pari und durch diese mit jenen zu beiden Seiten der Ponale-Schlucht. Die rechts vom Ponale bleibende Rhätscholle des Monte Cadrione und Palaër ist nur durch die breite, bis auf den Hauptdolomit hinabreichende Einsattlung des Monte Nota und Monte Stadrinom von der zusammenhängenden rhätischen Decke des Lanin-Tremalso-Zuges getrennt. Dieses ausgedehnte Gebiet rhätischer Ablagerungen ist vorzüglich das Untersuchungsfeld Nelson Dale's gewesen, dessen ausserordentlich genaue und sorgfältige Beobachtungen im Nachfolgenden eingehend benützt worden sind und in jeder Hinsicht bestätigt werden konnten. Beginnen wir mit Nelson Dale bei Pieve di Ledro und zwar südlich gegenüber von diesem Orte an dem schönen natürlichen Profile der Kette des Corno-Zuges (Monte S. Martino bei N. Dale). Vom Fusse des hier senkrecht auf's Streichen durchschnittenen Bergzuges des Corno gibt N. Dale, pag. 11, folgendes Profil, von den tiefsten Schichten beginnend:

1. Dolomit, nach und nach dunkler werdend.
- 2 a. Eine dünne Schichte schwarzen Kalkes mit Austern.
- 2 b. Aehnlicher schwarzer, compacterer Kalk.
3. Dolomitischer Kalk, ähnlich dem Dolomite 1, gegen oben ebenfalls dunkler werdend.
4. Dunkelgrauer oder schwarzer Kalk in dünnen und gleichmässigen Lagen. In seinen unteren Partien liegt eine Schicht, etwa 3' dick, die ganz von Terebrateln erfüllt ist; die oberen Bänke enthalten Feuersteinknollen.

Alles fällt gegen Nordwest oder Nordnordwest ein. In den oberen Schichten sollen, wie Nelson Dale zu Bezzecca erfuhr, Ammoniten gefunden worden sein.

Es ist in dem angeführten Profile 1. Hauptdolomit, 2. Contortamergel und -kalk, 3. Grenzdolomit, 4. Lias. In den Contortamergeln liegen auch hier petrefaktenführende Bänke, in denen besonders

Modiola minuta Goldf. spec.
Cardita austriaca v. Hauer

auftreten. In den höheren Schichten (Lithodendronkalk) dieses Profils schaltet sich eine mergelige Bank voll

Terebratula gregaria Suess.

ein.

Besonders zahlreiche Beobachtungen sammelte N. Dale über die Lagerung der Schichten an der Kette des Monte Corno (zwischen Cima Casette und Pieve di Ledro). Point 1 bei N. Dale entspricht der Lage der Alpe Giù. Auch hier wird das Einfallen als ein nach Nord-west gerichtetes constatirt. Die Schichtfolge ist hier nachstehende:

1. Im Liegenden Hauptdolomit, nach oben dunklere Färbung annehmend.

2. Fester schwarzer Kalk mit thonigem Kalk und Schiefer wechselnd, an der Alpe Giù mit *Pinna*, *Pecten*, *Cardium*, *Mytilus*, *Natica*, *Bacryllien* (?) und Fischzähnen. Nach oben folgen schwarze Kalke mit dunkelbläulicher Verwitterungsfläche, welche bis unter die Felszacken der Corno-Kette anhalten, welche aus

3. sehr zähem, graulich gefärbtem, compactem, dolomitischem Gesteine bestehen.

Genau dieselbe Reihenfolge beobachtete N. Dale an dem Parallelrücken von S. Martino. Gleiche Beobachtungen machte Dale auch auf dem noch weiter nordwärts liegenden, mit den beiden Rücken von Giù und S. Martino parallelen Ausläufer der Corno-Kette. Auch hier fanden sich *Natica*, Bivalven, Echinidenstacheln und „vegetable impressions“ (*Bacryllien*?).

Indem Nelson Dale, pag. 20, nun zunächst die Schichtfolgen von Giù und S. Martino mit jener südlich von Bezzecca constatirten vergleicht und parallelisirt, kommt er zu der gewiss richtigen und unanfechtbaren Folgerung, dass der schwarze Kalk mit Hornstein, der im Thale über dem dolomitischen Gesteine 3 folgt, ebenso über dem dolomitischen Kalke, welcher die Corno-Gipfel bildet, folgen sollte und müsste, wenn derselbe hier nicht zufällig bereits abgewaschen wäre. Auf diese Weise gelangt N. Dale zu einem sicher festgestellten Normalprofile, in welchem

1. Hauptdolomit,

2. Schwarze rhätische Kalke,

3. Eine Masse von dolomitischem, heller oder dunkler gefärbtem Gesteine,

4. Dunkle, zum Theil hornsteinführende, ohne Zweifel liassische Kalke in vollkommen regelrechter Ueberlagerung aufeinanderfolgen.

Sehen wir gleich, was Lepsius über diese Gegenden mittheilt. Zunächst sind seinen Angaben einige Bestimmungen von Petrefakten zu entnehmen. Für die Localität S. Martino nennt er (pag. 105 und 248):

Ostrea alpina Winkl.

Lima punctata Sov.

Cardium reticulatum Dittm.

Pinna papyracea Stopp.

Gervillia angusta Münster.

Myophoria inflata Emmr.

Cidaritis spec.

Für die Alpe Giù wird angeführt: *Cardita austriaca* v. Hauer.

Das ausgezeichnete Profil der Corno-Kette hat Lepsius unglücklicherweise vollkommen missdeutet. Pag. 247 sagt er: „Von Pieve di Ledro zieht ein zackiger Grat von Hauptdolomit hinauf nach Süden zum Tremalzo; auf der Ostflanke dieses Casette-Grates sind bei der Capelle S. Martino und auf dem nächstsüdlichen Vorsprunge Schollen von Contorta-Mergeln hängen geblieben ¹⁾“. Hier gibt nun Lepsius in einer Anmerkung N. Dale's Profil vom Grate der Cima Casette wieder und bemerkt hiezu, dass er sich von so regelmässiger Lagerung, wie sie Dale angebe, nicht habe überzeugen können; freilich sei der Dachsteindolomit schwer vom Hauptdolomite zu unterscheiden. Dale habe ja sein Profil auch von verschiedenen Punkten der Cima Casetti zusammengesetzt.

Es ist schwer verständlich, wie Lepsius es über sich bringen konnte, sich mittelst dieser Anmerkung über so weitgehende Differenzen wegzusetzen, wie sie zwischen seinen und Nelson Dale's Beobachtungen und Anschauungen sich hier ergeben. Ich kann nur hinzufügen, dass N. Dale's Ansichten vollkommen richtig sind, während Lepsius hier abermals der Verkenntung des Grenzdolomits zum Opfer fällt (vergl. sein Profil XII). In Folge dieses Umstandes ist das Kartenfragment des Val Ledro bei N. Dale weitaus besser und richtiger als die Lepsius'sche Karte in dieser Gegend.

Indem nun Lepsius im Widerspruche mit den vollkommen klaren Lagerungsverhältnissen den Grenzdolomit als Hauptdolomit auffasst, kommt er zu seinen ganz merkwürdigen Ausscheidungen und zu äusserst ungewöhnlichen Profilen und gerade die aus diesem Fehler sich herleitenden Consequenzen haben ihn wohl hauptsächlich dazu verleitet, jene gewaltsamen tektonischen Vorstellungen sich anzueignen, die er durch sein ganzes Werk hindurch in zum Theile äusserst gewagten, der Gewaltthätigkeit der dadurch vorzustellenden Vorgänge angepassten Ausdrücken anschaulich zu machen sucht und welche in den durch die überlagernden Formationen „hindurchgestossenen“, „starren“ Hauptdolomiten, den auf diesen „aufgespiessten“ Rhätmergeln, den in die weitauseinanderklaffenden Bruchspalten „hineinstürzenden“ Liaskalken, den von einer Thalseite auf die andere, ja selbst über die ganze Breite des Garda-See's „hinübergeworfenen“, sowie anderen Schichtcomplexen „an- und vorgeworfenen“ Terrainschollen, den die jüngeren Formationen „mantelförmig um sich her abschüttelnden“ Dolomitklötzen und in zahlreichen anderen ungeheuerlichen Redewendungen ihren Gipfelpunkt erreichen, und die schliesslich allesammt darauf hinauslaufen, dem Hauptdolomite nahezu die Rolle eines sogenannten „activen“ Gebirgsgliedes zu ertheilen.

Schliessen wir nach dieser Abschweifung hier an, was über die Rhät-Ablagerungen nördlich des Ledro-Thales am Fusse des Monte Pari bekannt ist. Ueber die Schichtfolge, welche man am Austiege von Pieve di Ledro zum Monte Pari aufgeschlossen findet, theilt N. Dale,

¹⁾ Die Mittheilungen von Lepsius, pag. 253, besagen ungefähr dasselbe, von einer wörtlichen Reproducirung derselben kann daher wohl abgesehen werden.

pag. 13, Folgendes mit: Das Einfallen ist ein nach Nordwest gerichtetes, ziemlich stark geneigtes. Es folgen übereinander:

1. Dolomit, am Fusse des Gebirges zwischen Pieve und Mezzolago von der Strasse angeschnitten (Hauptdolomit).

2. Weicher, schwarzer Kalk, sehr thonreich, über 100' mächtig (Contortaschichten).

3. Dolomitischer Kalk, 800' (Grenzdolomit).

4. Harter, schwarzer Kalk mit Hornstein 600' (Lias).

Die sub 2. angeführten schwarzen Kalke, also die Contortaschichten, findet man auch aufgeschlossen in der Nähe eines Ziegelofens in dem kleinen, vom Monte Pari herabkommenden Thälchen, welches unmittelbar in Pieve selbst in's Hauptthal mündet. An jener Stelle fand N. Dale einige grosse Austern, Mytili und andere Bivalven, sowie einen kleinen Saurierzahn. Ebenso fand er die Kössener Schichten anstehend etwas oberhalb des Fussweges zwischen Pieve und Locca, auch hier Bivalven führend. Desgleichen constatirte er die Fortsetzung dieses Schichtencomplexes gegen Osten, und zwar in dem Seitenthale oberhalb Mezzolago.

Lepsius erwähnt von dieser letztgenannten Stelle (pag. 105 und 252) das Vorkommen von *Modiola minuta* Goldf. und *M. rhaetica* Leps. Im Uebrigen sind auch für diese Partie seine Angaben nicht sehr klar. Vor Allem zeichnet er den rhätischen Streifen an den Abhängen des Monte Pari wiederum in viel zu bedeutender Höhenlage ein. Ferner sagt er pag. 105: „Gleich hinter dem Wirthshause des Hauptortes Pieve di Ledro stehen am Fusse des Berges schwarze Kalke an, in denen einige Austernbänke, *Plicatula Archiaci* Stopp., sich einschalten.“ Pag. 252 liest man: „Bei Pieve di Ledro sind Contortaschichten am Hauptdolomite abgesunken; sie liegen gleich hinter den letzten Häusern von dem kleinen vom Pari herabkommenden Thälchen an am Fusse der Bergwand gegen Bezzecca hin; in schwarzen Thonen und Kalken liegt eine Austernbank, welche Benecke (Trias und Jura, pag. 33) erwähnt; es ist *Plicatula Archiaci* Stopp. Daneben im Kalke *Modiola rhaetica*. Dale fand hier einen Saurierzahn (pag. 15 l. c.) Etwa 1000' hoch steigt man in dem genannten Thälchen von Pieve aus aufwärts, bis man gleichfalls die schwarzen rhätischen Kalke über dem Hauptdolomite in der Fortsetzung der Partie oberhalb Mezzolago am Monte Pari antrifft. Doch sind hier die rhätischen Schichten stark verworfen und reducirt, auch die oberen Kalke und Dolomite bei dem Mangel an Versteinerungen schwer vom überlagernden Lias zu trennen.“

Ich habe mir die grösste Mühe gegeben, die Lepsius'schen Angaben mit jenen von N. Dale und meinen eigenen Beobachtungen in Uebereinstimmung zu bringen, aber umsonst! Die genaue Angabe der Localität, an welcher Benecke die erwähnten Austern fand, sucht man l. c. pag. 36 vergebens; es heisst nur „dicht bei Pieve“. Wenn aber Lepsius diese Angabe auf N. Dales' Fundorte bei Pieve (point 8 und 71) beziehen zu können und jene Fundorte mit einem auf seiner Karte am untersten Thalgehänge zwischen Pieve und Locca hinziehenden Rhätvorkommen identificiren zu können glaubt, so befindet er sich sicherlich in einem mehrfachen Irrthume. An der neuen Strasse zwischen Pieve und Locca steht bis zum halben Wege Hauptdolomit an und erst

gegen Locca hin können die rhätischen Schichten vom point 71 N. Dale's zum Thale herabkommen. Hat also Lepsius ober Mezzolago die rhätischen Schichten zu hoch eingezeichnet, so gilt für das Vorkommen von Pieve wohl das Gegentheil, sie sind in zu tiefer Lage eingetragen, wobei nicht behauptet werden soll, dass die Lepsius'sche Einzeichnung für Locca selbst unrichtig sei, denn über Locca und östlich von Bezzecca durchziehend müssen sich die rhätischen Ablagerungen beider Thalgehänge in Verbindung setzen. Aber der schmale Streif von Locca gegen Pieve existirt kaum in der von Lepsius angegebenen Weise und gerade auf diesen müssen sich alle jene Angaben, die von rhätischen Schichten unmittelbar bei Pieve reden, beziehen. Ferner begreift man nicht, warum Lepsius die Rhätpartie von oberhalb Mezzolago nicht auch weiter westlich oberhalb Pieve durchstreichen liess, umsomehr, da er sie ja in dem mehrfach erwähnten Thälchen oberhalb Pieve beobachtet hat?

Es bleibt noch hinzuzufügen, dass nördlich vom See der — oberhalb Pieve weder stark verworfene, noch sehr reducirte, sondern im Gegentheile mächtig entwickelte, wohl aber schlecht aufgeschlossene — Rhätzug in der Gegend zwischen Molina und Biacesa (etwa bei Barcesina) das Thalniveau erreichen muss, da sich hier beiderseits die höher liegenden kalkigen und dolomitischen Massen in die Ponaleschlucht gegen Osten hinabsenken. Von ihnen soll weiterhin noch die Rede sein. Vorerst wollen wir noch zu dem Hauptverbreitungsgebiete rhätischer Schichten südwestlich vom Lago di Ledro zurückkehren. Wie schon aus N. Dale's Beobachtungen hervorgeht, heben sich die in Nord-West einfallenden Rhätschichten gegenüber Bezzecca heraus, streichen unter den Grenzdolomitzkammen des Corno hin, legen sich lappenförmig über die aus Hauptdolomit gebildeten Stützpfiler der Cornokette bei S. Martino und Alpe Giù und erstrecken sich südlich von dem kleinen Gipfel der Cima Casette weit gegen Südosten, indem sie zu dem hochaufragenden Monte Tremalso (1970 M.) ansteigen, dessen Höhe aus den wohlgeschichteten Lithodendronkalken gebildet wird, während die Contortamergel in der Einsattlung zwischen ihm und dem nächsten in Süd-Ost liegenden, von N. Dale Monte Darzo genannten Hauptdolomitgipfel durchziehen. Die nordwestliche Kuppe des Monte Tremalso besteht schon aus Grenzdolomit, der von da einerseits an den Höhenkammen gegen Sta Croce, andererseits gegen Bezzecca hin am Monte Corno seine Schichtköpfe erhebend als weite, von zahlreichen Wasserriessen durchfurchte, gebogene (weil gegen Tiarno hin abermals in entgegengesetzter Richtung steilaufergerichtete Schichten zeigende) Scholle sich im Allgemeinen gegen Norden hinabsenkt und nur hie und da noch grössere Partien von Lias trägt, die sich wohl zu zwei ausgehnteren Lappen auf den Höhen rechts und links von den gegenüber Tiarno di sotto ausmündenden Einrissen concentriren; die Einzeichnungen sind übrigens hier schematisch, da ich von diesem Terrain-Abschnitte zu wenig gesehen habe. Unter dem Grenzdolomite des von der Cima Casette gegen Sta Croce ziehenden Kammes heben sich die rhätischen Schichten aus dem Val Ampola und dem oberen Val Ledro gegen Südosten — (auch am Anstiege gegen Sta Croce ist die Lagerung eine sehr gestörte, vielleicht noch im Zusammenhange mit den Ver-

hältnissen an der jenseitigen Thalseite) — ziehen oberhalb der Kapelle Sta. Croce durch über die weiten Wiesenflächen der Prati del Monte zu den Tremalso-Alpen und setzen sodann die mächtige Masse des Monte Lanino ganz allein zusammen. Hier tritt am allerschärfsten — in Folge der ausserordentlichen Mächtigkeit der rhätischen Schichten an dieser Stelle — die Unterabtheilung der ganzen Masse in die Contortamergel, die Lithodendronkalke und den Grenzdolomit hervor. Cima Tremalso besteht an ihrer Höhe aus Lithodendronkalk, ebenso die hohen Felsabstürze allseitig um den Monte Lanino. Zwischen Tremalso und Lanino ziehen oberhalb der Tremalso-Alpen die rhätischen Mergel über die Höhen zur Malga Prapian hinüber, wo sie sich mit den aus Val Assat kommenden Contortaschichten vereinigen; sie setzen unterhalb des Lanino im obersten Quellgebiete des S. Michele thals ein breites Wiesenband zusammen, laufen über Bocca Lorina in's Lorina-thal hinab und aus dessen nordöstlichem Quellbache über den Bragone-sattel wieder zu den Tremalso-Alpen zurück. Auf den Höhen des Lanino liegen über den Lithodendronkalken noch einige isolirte Reste von Grenzdolomiten, an ihren Felsformen auch aus der Ferne erkennbar. Die schönsten Aufschlüsse der rhätischen Schichten dieses Gebietes bietet bekanntlich Val Lorina. Dieselben sind von N. Dale und ganz besonders von Lepsius mit grosser Sorgfalt studirt worden, und zwar hat der Erstere vorzüglich den südöstlichen, der Letztere dagegen den nordöstlichen Quellbach berücksichtigt. Ich habe es nicht für zweckmässig gehalten, an diesen Localitäten abermals Detailstudien über die Schichtfolge vorzunehmen und muss mich daher grösstentheils auf die Wiedergabe des von beiden genannten Autoren Mitgetheilten beschränken, glaube jedoch, dass es nicht ganz überflüssig sein dürfte, durch einen genauer durchgeführten Vergleich der beiderseitigen Angaben dieselben in möglichsten Einklang zu bringen. Es sollen daher in Nachstehendem die von N. Dale und Lepsius gemachten Angaben über jenes interessante Profil nebeneinanderstehend folgen:

Schichtfolge der rhätischen Ablagerungen im Val Lorina,
und zwar:

Im nördlichen Quellbache des-
selben nach Lepsius l. c. p. 100 ff.

Hauptdolomit des Mte. Bragon im
Liegenden.

- I. Schwarze Thone, Schiefer und Mer-
gel als unterste rhätische Schichten,
50'.
- II. Plattenkalke und Dachschiefer, oft
papierdünn, dazwischen bituminöse,
schwarze Kalke. Darin *Modiola mi-
nuta* Goldf., *Modiola rhaetica* Leps.,
Gervillia praecursor Qu., Gastro-
poden, Pentacriniten etc., 95'.

Im südöstlichen Quellbache des-
selben nach N. Dale l. c. pag. 27 ff.

Hauptdolomit der Cima della Guar-
dia im Liegenden.

1. Schwarze Schiefer und Kalke mit
Ostrea, *Mytilus*, *Pecten*, *Cardium*,
Gervillia (?), Echiniden, Korallen und
Einlagerungen von dolomitischem
Kalke, 30'.
2. Zäher, lichter Kalk, 40'.
3. Schwarzer Schiefer mit Bivalven.
4. Schwarze, stark gefaltete Kalke, 15'.

- III. Schwarze Thone und Thonschiefer, kleinstückig zerfallend, 35'.
- IV. Zweite Plattenkalke und Dachschiefer mit Thonzwischenlagen. Plattenkalke bis 1' dick, 80'.
Ophiura Dorae Leps.
Cidaris Cornaliae Stopp.
Cardium reticulatum Dittm.
Modiola minuta Goldf.
" *rhaetica* Leps.
Gervillia praecursor Qu.
" *angusta* Münst.
Pentacr. cf. bavaricus Winkl.
Lucina Stoppaniana Dittm.
Lima punctata Low.
Ammonites spec. 3 Exemplare.
- V. Kleinstückige Thonschiefer, Mergel und schwarze Thone, mit einigen harten Kalkbänken, 45'.
- VI. Dritte Plattenkalke und schwarze, bituminöse Kalke mit Schiefen und Mergeln dazwischen. Oft sehr dünne, klingende Platten, 115'.
- VII. Schwarze Mergel und Kalke mit zwei Fuss starken gelben Bänken von Breccien, Kalkstücke mit Gyps verkittet. In der Breccie Klüfte mit Quarz ausgefüllt und in diesen waserhelle Quarz - Doppelpyramiden. Wechsellagerung mit schwarzen Mergeln und Thonen, 25'.
- VIII. Thonschiefer, Mergel und Steinmergel. Thon voll *Bactryllium striolatum* Heer., *Cerith. Hemes* Orb., *Cyrena rhaetica* Leps., 30'.
- IX. Schwarze Thone mit harten Kalkbänken und Mergeln wechsellagernd. Lumachelle voll weisschaliger Cyrenen, die Thone erfüllt von Bactryllien u. *Cerithium Hemes*. Hauptlager der Petrefacten, 40'.
Avicula contorta Portl.
Cardita austriaca Hauer.
Cyrena rhaetica Leps.
Cerith. Hemes Orb.
" *Donati* Stopp.
" *crassecostatum* Stopp.
Turbo Lorinae Leps.
" *fallax* Leps.
Ostrea alpina Winkl.
Plicatula Archiaci Stopp.
Gervillia praecursor Qu.
" *angusta* Münst.
Modiola minuta Goldf.
" *rhaetica* Leps.
" *gracilior* Leps.
Myophoria inflata Emmr.
" *Reziae* Stopp.
Leda percaudata Gumb.
Anatina rhaetica Gumb.
Bactryllium striolatum Heer.
5. Schwarze Schiefer.
6. Schwarzer Kalk, 10'.
7. Schwarze Schiefer, 30'.
8. Schwarzer Kalk und Schiefer; klingende Platten etc., 75'.
9. Schwarze Schiefer, 40'.
- 10—18. Wechsel von schwarzen Kalken mit dunklen Schiefen, welche gelbliche Lagen, die von kleinen Gastropoden erfüllt sind, führen; daneben zwei Bivalven und kleine vegetabilische Eindrücke (offenbar Bactryllien), ca. 100'.

Loligo-Schulpe.
Schmelzschuppen und
Fischzähne.

IX a. Bänke compacten Kalkes von 12 bis 15' Mächtigkeit, die um den ganzen Abhang des Lanino herumziehen.

X In den nächsten 200' wechsellagern die Thone und Mergel mit schwarzen, harten, bituminösen Kalken; letztere nehmen gegen das Hangende immer mehr und mehr zu. In den Thonen: *Bactryllien*, *Cyrena rhaetica* und *Cerith. Hemes*; daneben *Avicula contorta*, *Cardita austriaca* *Leda percaudata*. In den oberen schwarzen Kalken noch *Pinna miliaria* Stopp., *Gervillia angusta* Münster und *Cassianella spec.*

XI. Lithodendronkalk in einer Mächtigkeit von 500'. Schwarze, wohlgeschichtete Kalke mit etwas Thon und Mergel dazwischen Einzelne bis 17' mächtige Bänke von Dolomit und dolomitischem Kalk im oberen Theile. Besonders in den unteren Theilen Schichten ganz aus *Rhabdophyllia clathrata* Emmer. gebildet. Höher die *Terebratula gregaria* Suess, stets Lumachellen bildend.

19. Schwarzer Kalk mit bläulicher Verwitterungsfläche in dünnen Lagen. Fischzähne, *Pinna*, Korallen etc.

20. Schwarze Schiefer mit Bivalven.

21 a. Zwei nahe übereinander liegende Bänke von massigem, zähem, grauem Kalke, 15—20' mächtig.

21 b. Massiger, grauer Kalk, wechselnd mit schwarzen Kalken mit bläulicher Verwitterungsfläche. Wenige Fossilien. Glieder 19—21 zusammen ca. 1000' mächtig.

In der hier wiedergegebenen Schichtfolge lassen sich einige grössere zusammengehörige Complexe unterscheiden, und zwar:

I—VI. Mergel und Plattenkalke von ca. 400' Mächtigkeit mit mariner Fauna, dann über den

VII—X. Breccien und Rauchwacken an 300' Mergel und Thone mit *Avicula contorta*, *Cyrenen*, *Cerithien* etc., also zum Theil brackischer Fauna, endlich die

XI. Lithodendronkalke mit *Rhabdophyllia* und *Terebratula gregaria*, ca. 500' mächtig.

Die Gesamtmächtigkeit beträgt etwa 1200 Fuss.

1—18 (I—IX Lepsius) mit vorherrschend schieferiger Entwicklung, also Wechsel von schwarzen Schiefen mit Einlagerungen von Kalkbänkchen mit gelblicher Oberfläche und Bänken von schwarzem Kalke, in den unteren Partien mit *Ostrea*, *Pecten*, *Cardium*, *Gervillia* u. s. f., in den oberen Partien mit *Bactryllien*, Bivalven und kleinen Gastropoden — das Ganze ca. 1000' mächtig.

19—21 (X—XI Lepsius) mit vorherrschend kalkiger Entwicklung — ebenfalls ca. 1000' mächtig.

Die Gesamtmächtigkeit beträgt etwa 2000 Fuss.

Wie man aus dieser vergleichenden Tabelle ersieht, lassen sich die Angaben von Lepsius und Nelson Dale, was das Val Lorina anbelangt, sehr gut vereinigen, ein Umstand, der wohl ebenso für die Richtigkeit und Genauigkeit der einen, wie für die der anderen spricht. Eine Ausnahme macht nur Glied IX *a*, die mächtigen Kalkbänke, welche Lepsius wohl ohne Zweifel in Folge eines Versehens zu tief angesetzt hat (man vergleiche hier die von ihm selbst mitgetheilte Ansicht loc. cit. pag. 102) und die eigentlich an die Basis der Lithodendronkalkmassen gehören, demnach als XI *a* (entsprechend N. Dale's 21 *a*) zu bezeichnen und an der betreffenden Stelle einzuschieben wären. Das Vorhandensein dieser beiden mächtigen Kalkbänke hebt N. Dale besonders hervor, sie bilden in der That eine höchst auffallende Eigenenthümlichkeit des Lanino-Abhanges.

Als beachtenswerth sind die Lagerungsverhältnisse in Val Lorina hervorzuheben. Die Lagerung der rhätischen Mergel gegenüber dem Hauptdolomite ist eine etwas ungewöhnliche. Auf der Höhe des Bragonsattels nämlich stossen die Hauptdolomite des Monte Bragon unmittelbar an die mächtigen dritten Plattenkalke Lepsius' an, jenes Niveau, welches in den tieferen rhätischen Schichten den hervortretendsten Horizont bildet; gegen die Tiefe des Val Lorina hin erst treten die tieferen (von Lepsius mit den Nummern 5—1 bezeichneten) Schichten darunter auf. Pag. 241 sagt daher Lepsius: „Mit ganz bedeutender Verwerfung sind die rhätischen Schichten zwischen dem Hauptdolomite des Monte Bragon und Monte Caplone (westliche Fortsetzung des Monte Guardia) niedergesunken.“

Jenseits im südöstlichen, von N. Dale untersuchten Seitengraben liegen über dem Hauptdolomite der Cima della Guardia an der Bocca Lorina aber schon die tiefsten Schichten I von Lepsius, welche indessen wohl sicher erst den Schichten 3 Nelson Dale's entsprechen, während die Glieder 1 und 2 in dem Profile N. Dale's nur in der Thaltiefe beobachtet wurden, wie denn N. Dale, pag. 29, ausdrücklich betont, dass diese beiden Schichtglieder an der Bocca Lorina fehlen. Es ist somit auch auf dieser Seite am Sattel weniger als in der Thaltiefe von den älteren rhätischen Schichten vorhanden und auch an der Bocca Lorina müsste man somit eine Verwerfung zwischen Hauptdolomit und Rhätschichten annehmen. Andererseits aber scheint sowohl hier als am Bragone, und auch längs der beiden Thalfurchen die Ueberlagerung des Hauptdolomits durch die rhätischen Schichten eine concordante zu sein, da man allenthalben die Bänke des Hauptdolomites steil geneigt unter die rhätischen Mergel einschliessen sieht.

Dieses steile Einfallen des Hauptdolomits zeigt sich aber nur ganz nahe der Grenze gegen die rhätischen Ablagerungen, es scheint daher einer steilen, knieförmigen Biegung der Gesamtmasse zu entsprechen, während weiterhin thalabwärts im Val Lorina horizontale Lagerung des Hauptdolomites herrscht. Besonders deutlich ist das am Monte Bragon der Fall, dessen Masse in zwei ziemlich scharf contrastirende Theile zerfällt, eine westlichere mit horizontaler Schichtung und eine südöstliche, deren Bänke in der Richtung gegen das nordöstliche Quellthal des Val Lorina unter die daselbst aufgeschlossenen rhätischen Bildungen plötzlich mit sehr steiler Neigung einfallen. Wollte man nun auch

einen Bruch zwischen dem Hauptdolomite des Monte Bragon und den rhätischen Schichten annehmen, um die mächtigere Schichtfolge der letzteren in der Thaltiefe (resp. das Auftreten liegenderer Schichten, welche der Sattelhöhe fehlen) zu erklären, so fragt sich doch, was denn das Einfallen des Hauptdolomits unter die rhätischen Schichten längs der ganzen Linie zu bedeuten habe? Sollten nicht vielmehr diese tiefsten rhätischen Ablagerungen des Val Lorina als locale, etwa linsenförmige Einschaltungen aufzufassen sein, und könnte nicht vielleicht hier an der oberen Grenze des Hauptdolomits die rhätische Mergelablagerung an einigen Stellen früher begonnen haben, als an anderen, so dass wir hier in den obersten Hauptdolomitmassen und den untersten Rhätschichten etwa correspondirende Faciesgebilde vor uns hätten? Bei der entschieden gestörten Schichtstellung, welche rhätische Ablagerungen sowohl als Hauptdolomit des obersten Val Lorina aufweisen, wird die Entscheidung solcher Fragen hier schwerer sein, als an Orten, an denen die Lagerung eine ruhige ist.

Im Uebrigen stellen die rhätischen Schichten des Monte Lanino den Rest einer synclinal gebogenen Masse dar, was schon N. Dale und Lepsius hervorgehoben haben, und zwar ist deren nordwestlicher Schenkel steiler aufgebogen als der südöstliche, wie man insbesondere schön vom Tremalso aus wahrnehmen kann (vergl. N. Dale's Skizze Nr. 6).

Rhätische Schichten des Monte Cadrione. Blickt man von der Bocca Lorina gegen Nordosten, so sieht man jenseits des wüsten Hauptdolomitgebirges des Val S. Michele und des Val Bondo eine prachtvoll geschichtete Bergmasse sich erheben, jene des Monte Cadrione, das wahre Spiegelbild des Monte Lanino und Monte Tremalso. Der Monte Cadrione gehört dem Gegenflügel einer Anticlinale an, deren Axe man sich etwa durch den Monte Stadriom südlich vom Lago di Ledro verlaufend denken kann. Aus dieser Thatsache allein ist mit grosser Wahrscheinlichkeit der Schluss zu ziehen, dass dieselbe Formation, welche den Monte Tremalso bildet, auch an dem Aufbaue des Monte Cadrione mindestens in sehr hervorragender Weise, wo nicht ausschliesslich, betheiligt sein werde. Ich glaube daher, dass Lepsius im Unrechte ist, wenn er, nachdem er den Monte Tremalso und Monte Lanino als Rhät eingezeichnet hat, die Hauptmasse des Cadrione und der Cima Pallaër (bis auf ein dünnes Band von Lithodendronkalk an der Basis) für Lias erklärt; in meiner Auffassung finde ich Unterstützung bei Nelson Dale. Dieser gibt für den Kamm des Cadrione (Monte Nota), pag. 10, nachstehende Schichtfolge, welche vom Notasattel an in's Hangende vorschreitend (gegen Nordost) angetroffen wurde:

1. Hauptdolomit mit *Turbo*, Bivalven etc.
2. Dunkler, compacter und fester Kalk von schwarzer, oliven- und graulichbrauner Farbe, in den braunen Lagen mit einigen Rhynchonellen und einer kleinen *Natica*. Auch *Pinna* und eine Korallenschicht. Gegen oben übergehend in
3. sehr helles und zähes Gestein, mit einer einzigen Lage (westlich oberhalb S. Antonio) mit einigen Gastropoden, gegen oben noch heller, nahezu weiss; im Ganzen gegen 1000' mächtig.

Von südlich oberhalb Legos (Südwest ober Bré) kennt N. Dale in rhätischen Schichten *Pecten* 2 spec., *Natica*, *Mytilen*, *Pinna* und andere Bivalven, auch Korallen.

Wichtig ist N. Dale's Angabe (pag. 52), dass die oberen Gesteine seines Monte Nota (Cadrione) in den Monte Giumela und bis Riva fortsetzen, und bei Riva selbst von schwarzen hornsteinführenden Kalcken überlagert werden. Er deducirt daraus, dass die Gesteine der Ponalstrasse dem dolomitischen Niveau oberhalb der rhätischen Mergel und Kalke angehören müssen.

Diesen oberen dolomitischen, theilweise auch kalkigen Complex beiderseits der Ponale-Schlucht scheidet N. Dale noch von den unterlagernden, scharfgeschichteten oberen Massen der rhätischen Ablagerungen, welche evident den Lithodendronkalken des Monte Tremalso und Lanino entsprechen, hält ihn aber ebenfalls (pag. 60) noch für rhätisch. Ich glaube, dass man N. Dale hier vollkommen beistimmen kann. Soviel ich zwischen Riva und Molina, sowie in der Umgebung von Pregasina und S. Antonio gesehen habe, gehören alle diese Massen von helleren, hie und da dolomitischen, zum Theil äusserst dickbankigen Kalcken, welche gegen Riva immer mehr und mehr zu Dolomiten werden, ohne dass man eine scharfe Trennung von dolomitischen und kalkigen Niveau's vornehmen könnte, noch in den Bereich des oben als Grenzdolomit angeführten Horizonts. Ist das richtig, so wäre zwischen Riva und dem Ponale gar kein Hauptdolomit vorhanden; derselbe würde erst südlich vom Ponal-Falle am Ufer des See's sich herausheben, während die hier anhebende Terrasse von Pregasina dem Durchziehen der Rhät-Mergel entspräche.

Oberhalb Pre (man vergleiche hier die oben citirten Angaben von N. Dale!) breiten sich zwischen dem Hauptdolomit des Monte Martinel und den wohlgeschichteten Lithodendronkalkmassen des Monte Cadrione üppige Wiesen aus, deren Unterlage aus Contorta-Mergeln besteht. Man sammelt hier leicht aus lose herumliegenden Blöcken die typischen Bivalven. An den Abhängen zwischen dem Sattel des Monte Nota und der oberhalb Pregasina liegenden Malga Palaër, da wo der Weg den Rücken zwischen Monte Palaër und Monte Gazzo übersetzt, liegen ebenfalls noch die typischen petrefactenerfüllten Mergelplatten der Kössener-Schichten ¹⁾. Im obersten Thalkessel des Grabens östlich von jener Stelle fand sich in grauem Kalke ein Megalodus, der nur aus den oberen rhätischen Schichten stammen kann. Ueber der Malga Palaër ist die rhätische Terrasse noch sehr deutlich entwickelt, weiterhin oberhalb und bei Pregasina jedoch dürften ihre Gesteine schwerlich leicht nachzuweisen sein, schon des Gletscherschuttes wegen, der hier in enormen Massen aufgehäuft liegt. Auch in das obere Val S. Antonio zieht das Rhät tief hinein, erst unter Malga Vil schliessen die beiderseits herabkommenden hellen, zum Theil dolomitischen Kalke zusammen und sind vom Bache in einer äusserst pittores-

¹⁾ Durch diese, sowie die voranstehend gemachten Mittheilungen berichtigen sich auch die beiden Bemerkungen bei Lepsius, pag. 249: „auf dem Hauptdolomite fehlen unter den Monte Cadrione-Massen die eigentlichen Contorta-Mergel vollständig“ und pag. 251 „von Riva bis zum Ponale Hauptdolomit; darüber stark gebogen und verworfen die marmorisirten Jurakalke; Rhät nicht zu entdecken.“

ken Schlucht durchbrochen. Man hat hier eine muldenförmige Lagerung zu constatiren, deren Axe durch die Niederung von S. Antonio und jenseits des Ponale über Prati di sotto verläuft, also eine fast genau nordsüdliche Richtung einhält. Der östliche Flügel dieser Mulde steht sehr steil, insbesondere zu beiden Seiten der Ponale-Schlucht und über die Rocchetta gegen das untere Val Grassi hin, seine Schichten legen sich aber gegen Osten bald flacher — in anticlinalem Sinne, um gegen den See und gegen Riva hinab abermals ein plötzliches Einknicken in östliche Fallrichtung bei znm Theil äusserst steiler Schichtstellung anzunehmen. Oberhalb Riva hängen die grösstentheils dolomitischen Kalkbänke drohend gegen die Stadt herab; am Fusse lehnt sich grauer hornsteinführender Liaskalk dagegen an, steil aufgerichtet oder überkippt. Nur die Gipfel zeigen von dieser Seite flacher liegende oder gebirgseinwärtsfallende Schichtung. Uebergänge zwischen beiden Schichtstellungen sind an der Höhe der Abhänge ebenfalls deutlich wahrzunehmen.

In der Ponale-Schlucht sind diese Gesteinsmassen nur stellenweise dolomitisch, die dolomitischen von den nichtdolomitischen Parteen übrigens nicht zu trennen; das kalkige Gestein ist hellgelblich gefärbt, dickbankig, und erinnert an die unter den Noriglio-Schichten liegenden Massen des Aufschlusses im Val Arsa oberhalb Roveredo. Korallen, Echinodermenreste, Gastropoden-Durchschnitte erscheinen auf seinen Flächen.

Dasselbe Gestein steht am Wege von Biacesa zu den Prati di sotto hinauf an, auch hier zum Theile mit dolomitischen Parteen in unregelmässiger Weise abwechselnd. Der östliche Flügel der Mulde von S. Antonio setzt über die Rocchetta in gleicher sehr steil nach West-nordwest fallender oder senkrechter Schichtstellung in's Val Grassi fort, und man trifft in diesem nahe dem Thalausgange unterhalb Campi diese Gesteine wieder, in derselben Lagerung und hier wieder nahezu ausschliesslich aus Dolomit bestehend.

Val Vestino. Im Val Vestino, dem südlichsten bewohnten Gebiete von Tirol, verzeichnet die Lepsius'sche Karte — und zwar bei und oberhalb Magasa gegen den Monte Caplone und die Cima della Guardia — eine ziemlich ausgedehnte Partie rhätischer Schichten. Pag. 245 sagt der genannte Autor Folgendes: „Der grösste Theil des Val Vestino besteht aus Hauptdolomit; darauf lagern die rhätischen Schichten ziemlich stark verworfen und aufgespiesst von den starren Dolomiten. Die unregelmässige Lagerung macht es schwer, hier immer die Lithodendron-Kalke und Dolomite von den unterlagernden Hauptdolomiten zu trennen, denn die Contorta-Mergel sind meistens verworfen und verquetscht und über den Dolomiten vom Wasser fortgeführt. Das breite Plateau oberhalb Magasa, auf dem sich frische grüne Wiesen und Gebüsch ausdehnen, erkennen wir im Gegensatze zu den fast kahlen, zerklüfteten Dolomiten sogleich als rhätisch: zahlreiche Blöcke von Lithodendren, *Terebratula gregaria*, *Avicula*, *Modiola* bestätigen sogleich unsere Vermuthung; daneben sind vom Wasser die unteren Contorta-Thone angerissen, in denen wir *Avicula contorta* selbst, *Cyrena rhaetica*, *Cerithium Hemes*, *Leda percaudata*, *Cardita austriaca* und andere für diese Schichten charakteristische Versteinerungen in grosser Menge

finden. Die Schichten fallen vom Caplone-Passe nach Süden; die Lithodendronkalke sind abgerutscht auf den unteren Thonen und nach Süden auf den Hauptdolomit aufgeworfen. Die Häuser auf den oberen Wiesen sind gebaut aus schwarzem Lithodendronkalk. Zum Dorfe Magasa steigt man hinab über Lithodendronkalke — eine Abwechslung von plattigen grauen und schwarzen Kalken, grauen dolomitischen Kalken und weissen Dolomitbänken. Darunter liegen, wenig mächtig, aufgespiessst zwischen zerbrochenen Hauptdolomiten, Contorta-Mergel.“

Diese hier vollinhaltlich citirten Angaben von Lepsius fordern zu mancherlei Bedenken heraus, insbesondere, wenn man sie mit den Einzeichnungen der Lepsius'schen Karte vergleicht. In der That ist man, wenn man von dem hohen Uebergange zwischen Monte Tombea und Cima della Guardia herabsteigt, überrascht, tief unter den Hauptdolomit-Massen der Kette, auf deren Höhe man steht, die freundlichen grünen Wiesenflächen oberhalb Magasa zu erblicken und erwartet mit einiger Spannung, was denn da für Ablagerungen zu finden sein werden. Der Abstieg dahin durch die Hauptdolomite erscheint endlos. Diese Hauptdolomite der Cima Tombea und Cima della Guardia fallen vollkommen deutlich flach nach Nord resp. Nordwest ein und tauchen jenseits des Kammes ebenso deutlich unter die rhätischen Ablagerungen der Alpenwiesen oberhalb Bondone, sowie in Folge einer eigenthümlichen bereits besprochenen Knickung auch unter die rhätischen Schichten des Val Lorina hinab. Allenthalben gegen das Val Vestino hinab erscheinen Schichtköpfe und steile Abstürze. Obwohl durch die eigenthümliche Lagerung im Val Lorina vorbereitet und desshalb darauf achtend, ob nicht der Hauptdolomit der Cima Tombea in der Tiefe gegen Val Vestino ebenfalls mit plötzlicher steiler Knickung in südöstlicher Richtung einfalle, konnte ich mich doch von dem Vorhandensein einer solchen Knickung nicht überzeugen, sondern erhielt den Eindruck, als ob alles im Val Vestino Aufgeschlossene einem tieferen Niveau, als die Hauptdolomite der Cima Tombea sind, angehören würde. Ich war daher überrascht, am Fusse dieser Hauptdolomite, da, wo die Wiesenflächen oberhalb Magasa beginnen, noch im Gebiete des felsenbildenden Hauptdolomits selbst zahlreiche lose Blöcke rhätischer Schichten anzutreffen, Lithodendronkalke sowohl als Bivalvenplatten, und auf den Wiesenflächen selbst schwarze splitternde Mergelschiefer, die allerdings an die Rhätmergel des Val Lorina zunächst erinnerten, in Wasserrissen aufgeschlossen zu sehen; letztere erschienen mir petrefactenleer. Von da hinab nach Magasa selbst, sowie am linken, gut aufgeschlossenen Gehänge des Val Magasina gegen die Prati di rest hinauf wurde nirgends auch nur eine Spur von rhätischen Schichten gefunden und es gehören die hier auftretenden dunklen, dolomitischen, zum Theil auch mergelschieferartigen Gesteine ganz entschieden der eigenthümlichen Ausbildungsweise des Hauptdolomites an, von welcher oben ausführlicher die Rede war. Ich würde nun nicht anstehen, die oberhalb Magasa vorkommenden Rhätblöcke für lose Stücke, die von einer ehemals existirenden, auf den Höhen des Monte Tombea gewiss vor nicht allzu langer Zeit vorhanden gewesen, allgemeinen Rhät-Decke herrühren, zu betrachten, wenn nicht Lepsius aus anstehenden unteren Contorta-Thonen oberhalb Magasa zahlreiche Fossilien (vergleiche oben!) citiren

würde. Oder sollten die angeführten Fossilien nicht hier gefunden, von Lepsius vielmehr nur als überhaupt jene unteren Contorta-Thone charakterisierend genannt worden sein? Hier eine Entscheidung zu wagen, geht umsoweniger an, als meine eigenen Beobachtungen gerade für diese Partien des Gebietes zu wenig zahlreiche sind.

Rhätische Schichten zwischen Val Lorina und Val Inola. Nordwestlich der Kette des Monte Tombea und Monte Caplone begegnet man einer ausgedehnten Partie von rhätischen Ablagerungen auf den Wiesen Sull'Alpe nordöstlich oberhalb des Dorfes Bondone. Die rhätischen Schichten dieses Vorkommens besitzen eine ansehnliche Mächtigkeit, es fehlen ihnen aber bereits die höheren Glieder und nur die eigentlichen Contorta-Mergel sind noch erhalten. Ihre Schichtstellung ist eine ziemlich gestörte, sie fallen aber zweifellos ebenso von dem Kamme des Monte Caplone, auch von der gegenüber jenem sich erhebenden Cima Spessa (Monte Alpo) ab, sind sohin im Allgemeinen synclinal gelagert. Auf dem Wege, welcher von den Alpenwiesen zu dem Caplone-Sattel hinauführt, beobachtet man völlig klar, in der Nähe des mit der Höhenangabe 1538 Meter bezeichneten Punktes, die regelmässige Ueberlagerung des Hauptdolomites der Caplone-Kette durch die rhätischen Schichten. Auch hier — wie im Val Lorina — scheint der Hauptdolomit gegen den Fuss der Kette hin plötzlich steiler einzuknicken, um unter das Niveau der Rhät-Mergel hinabtauchen zu können. Weniger klar ist das Verhalten zwischen beiden Schichtcomplexen gegen Südwest und Nordost von diesem Punkte, gegen Nordost hin ist indessen das steile Einschiessen des Hauptdolomits am Fusse der Kette immerhin noch deutlich erkennbar. Lepsius (pag. 247) nimmt auch hier eine Verwerfung zwischen Hauptdolomit und Rhät an, ähnlich wie am Monte Bragone. Nahe über dem Hauptdolomite liegen hier an den Wiesen in den rhätischen Schichten zahlreiche, von Bivalven erfüllte kalkreichere Bänke, in denen wie überall Modiolen am besten erhalten sind, weiterhin gegen das Centrum der Mulde in hangenderen Niveaus stellen sich bröcklige Mergel ein, sowie plattige Kalke und alle die Ausbildungsweisen des Val Lorina. Gegen den Fuss der Cima Spessa hin beobachtet man zahlreiche Störungen und Biegungen, im Allgemeinen aber fallen die Mergel auch von der Cima Spessa ab und zwar unter einem beträchtlichen Neigungswinkel. Die Wände der Cima Spessa selbst zeigen horizontale Schichtung, ihrem Fusse gegen die Wiesen vorgelagert aber ist ein Felslabyrinth, welches aus zerrissenen Ueberresten von steil unter die Rhätmergel einfallenden Dolomiten besteht, so dass sich hier an der Nordwestseite der Synclinale dieselbe Erscheinung wiederholt, wie zwischen den Hauptdolomiten des Bragone und Monte della Guardia gegen das Val Lorina und ähnlich aber greller als an dem gegenüberliegenden Flügel des Monte Caplone.

Lepsius (pag. 247) hält dafür, dass der Zackengrat des Monte Alpo (C. Spessa) durch die flachen Gehänge der Contorta-Schichten hindurchgestossen sei und in der That ist der Contrast zwischen den Wiesenflächen der rhätischen Ablagerungen und den Wänden des darüber sich erhebenden Hauptdolomitcolosses ein so bedeutender und die Aneinandergrenzung scheint so unvermittelt (vergl. Lepsius, pag. 246), dass man jene gewaltsame Deutung bei Lepsius für diesen Fall

wenigstens begreiflich und einigermaßen gerechtfertigt finden kann. Allerdings hat Lepsius den Uebergang aus der Schichtstellung der Hauptdolomitwände des Monte Alpo in jene der vorlagernden Dolomite und Rhätmergel dabei ausser Acht gelassen. Noch ist zu erwähnen, dass Lepsius die gypshältigen Zellenkalke in den schwarzen Bactrylienmergeln auch hier fand. Aus diesem Niveau mögen vielleicht die schönen Quarzdoppelpyramiden (Marmaroscher Diamanten) stammen, welche von den Sennern nach Regengüssen hier gesammelt werden, nach Analogie des Val Lorina, wo ja Lepsius ebenfalls Quarzkristalle in diesen Schichten fand.

In einer recht sonderbaren Weise biegt sich die Fortsetzung der rhätischen Synclinalen zwischen Caplone und Monte Alpo in südwestlicher Richtung gegen Bondone hinab. Oberhalb Bondone auf den Casali-Wiesen trifft man zahlreiche lose rhätische Gesteine und nach der ganzen Configuration des Terrains ist kaum zu zweifeln, dass die Unterlage dieser Wiesen aus rhätischen Schichten gebildet werde. Unter den Petrefakten ist auch hier *Modiola minuta* Goldf. am leichtesten zu erhalten. Auch Lepsius (pag. 246) beobachtete dieses Vorkommen von Rhät, hielt aber die schwarzen, bituminösen Niveaus des Hauptdolomits um Bondone selbst, sowie bei Magasa, für Lithodendronkalk. Bondone selbst steht noch auf diesen Hauptdolomiten, die rhätischen Schichten sind erst höher in den Casali-Wiesen zu finden. Von hier nennt Lepsius *Leda percaudata*, *Cyrena rhätica* und Crinoidenplatten. Die Lagerung der rhätischen Schichten wäre hier gar nicht zu beurtheilen, wenn man nicht die Schichtstellung des darunter liegenden Hauptdolomits, insbesondere am rechtseitigen Gehänge des Val Inola, oberhalb Bondone, deutlich wahrnehmen könnte.

Rhätische Schichten westlich vom Idrosee. Die muldenförmige resp. synclinalen Lagerung der Rhätschichten zwischen Monte Spessa und Monte Caplone, in Verbindung mit dem eigenthümlichen Sichhinabsenken dieser Schichten gegen Bondone scheint eine Verbindung anzudeuten mit einer jenseits des Idrosee liegenden Partie rhätischer Schichten, deren Ausdehnung eine nur beschränkte, während ihr Vorkommen an sich von tektonischer Bedeutung ist. Der Hauptdolomit am unteren Caffaro besitzt, wie schon erwähnt, eine überkippte Schichtstellung, welche gegen Süden hin allmähig in eine senkrechte und in eine sehr steil gegen Südost fallende übergeht. An den südöstlichen Gehängen der das Val Levrizzo im Süd-Ost begleitenden Bergkette beträgt der Neigungswinkel des Hauptdolomits immer noch 50—60°. Weiter südlich dagegen, vom Val Viperone an, herrscht flaches Fallen nach Nord-West. Man hat es also hier mit einer Synclinalen zu thun, deren südöstlicher Flügel flach, während ihr nordwestlicher Flügel sehr steil einfällt. Die Axe dieser Synclinalen erstreckt sich in der Richtung von San Antonio gegen den Monte Meghe. In dieser Mulde des Hauptdolomits erscheinen nun als letzte Ueberreste jüngerer Ablagerungen rhätische Mergel und Kalke, die am Ufer des Sees selbst von den Strassen angeschnitten werden. Am Strasseneinschnitte unterhalb der Kapelle S. Antonio nördlich von Anfo fallen die rhätischen Schichten noch nach Nordwest; weiterhin trennt sich von der Hauptstrasse die nach Bagolino führende Strasse und unweit nördlich von dieser Stelle

erscheinen die rhätischen Schichten an beiden Strassen mit steilem Süd-Ost-Fallen besser aufgeschlossen. Es sind zum Theil Mergel, zum Theil knolligkalkige Bänke. An der unteren Strasse sammelt man leicht zahlreiche Exemplare der grossen, in den lombardischen Rhätablagerungen weitverbreiteten

ferner *Pholadomya lagenalis* Schafh.,
Modiola minuta Goldf. spec.;

an der oberen Strasse fand sich aus den Mergeln ausgewittert ein gut erhaltenes Stück von

Avicula contorta Portl.

Diese Rhätschichten von S. Antonio setzen gegen Südwesten fort als ein breiter, grüner Wiesenstreifen und heben sich zugleich derart, dass ihr Ende etwa südlich der Cima dell' Ora in die Luft ausstreicht. Unterhalb des von Val Re in's Val Levrizzo hinüberführenden Sattels trifft man noch — hier schon sehr reducirt — oberhalb der flach liegenden Hauptdolomite des Val Re und vor den senkrecht stehenden Hauptdolomitschichten der Cima dell' Ora typische petrefactenführende Rhätgesteine, zum Theil ganz ähnlich jenem des Cadriazuges, speciell der Fundpunkte oberhalb Cologna und Condino. Von Petrefacten wurden hier gesammelt:

Myophoria isosceles Stopp.
Anatina spec.
Avicula contorta Portl.
Modiola minuta Goldf. spec.
Ostrea spec. und andere Bivalven.

Die Axe der Synclinale setzt fort über die Einsattlung zwischen Cima dell' Ora und Monte Meghe, so dass letzterer noch dem südlichen, flachliegenden Flügel, Cima dell' Ora und deren Fortsetzung, der Monte delle Spezie dem steilaufergerichteten Nordflügel zugehören. Am flachen Nordabhange des Monte Meghe gegen den obersten Thalkessel des Val di Levrizzo liegen hie und da noch lose Stücke rhätischen Gesteines als letzter Rest der ehemaligen rhätischen Decke.

Rhätzug der lombardischen Aussenzone.

Der südliche, der lombardischen Aussenzone zufallende Zug rhätischer Schichten beginnt offenbar zwischen dem Hauptdolomite am rechten Ufer des unteren Val Toscolano und den darüber lagernden liassischen Massen des Monte Pizzocolo und Monte Le Spina, welche beiden Bergrücken zwischen Val Toscolano und Val Degagna eine einzige, nahezu ununterbrochene, steile Felswand, unter der eine weichere Terrasse durchläuft, dem Inneren des Gebirges zukehren. Im Gebiete des Torrente Toscolano habe ich sichere rhätische Schichten nicht gefunden; an der Stelle, an der ich den muthmasslichen Zug rhätischer Ablagerungen kreuzte (nordöstlich unterhalb Bocca della Spina) habe ich nur, allerdings in sehr ungenügenden Aufschlüssen, dünn-geschichtete dolomitische, etwas unebenflächige graue Mergel und nur wenige lose Stücke von Gesteinen, die an typische Rhätgesteine erinnerten,

zu Gesichte bekommen. Darüber, gegen die Bocca hinauf, den Sattel selbst bildend und noch in's Val Seterolo hinabziehend, lag helles dolomitisches Gestein, welches wohl sicher dem Grenzdolomite der Berge von Ledro gleichzustellen ist.

Im Val Degagna, und zwar an der Stelle, an welcher der Kalkzug des Monte Le Spina und Monte Presteno vom Thale geschnitten wird, bei Follo, nahe oberhalb Vobarno, sah ich in den Mauern am Wege so zahlreiche Blöcke evident rhätischer Gesteine, dass an dem Durchstreichen rhätischer Schichten unter der Kalkmauer der genannten Berge nicht gezweifelt werden kann. Besonders bemerkenswerth ist wohl für diese Stelle das Vorkommen von Platten sehr weicher, mergeliger Gesteine, die unmöglich von weither geführt sein können, sondern deren Anstehendes ganz in der Nähe sein muss. In einem Stücke solchen Gesteins fand sich

Avicula contorta Portl.

Weiterhin gegen Westen konnte ich das Fortstreichen des rhätischen Zuges bisher nicht verfolgen; es ist dasselbe übrigens durch die Untersuchungen von Ragazzoni und Curioni bekannt und durch die petrefactenreichen Localitäten Clabbio, Vallio, Caino und Lumezzane hinreichend markirt.

Rhätische Schichten von Eno im Val Degagna. Es erübrigt nur noch einer isolirten Partie rhätischer Schichten zu gedenken, welche hoch oben im Val Degagna, in der Flussgabelung unterhalb des Ortes Eno liegt. Dieses kleine Vorkommen befindet sich in äusserst verstürzter und verbrochener Lagerung zwischen allseitig sich erhebenden Massen von Hauptdolomiten in die Tiefe des Thales eingesunken. Es macht diese Rhätpartie den Eindruck, als ob sie durch allmälige allseitige Unterwaschung in diese Lage gerathen wäre. Man trifft innerhalb derselben alle Ausbildungsweisen der rhätischen Schichten, Bivalvenplatten, Cyrenengesteine, Bactryllienschiefer, besonders zahlreich aber Lithodendronkalke und in Blöcken von letzteren wieder etwas häufiger als gewöhnlich Brachiopoden, und zwar nicht nur die auch sonst häufige *Terebratula gregaria* Suess, sondern auch Bruchstücke von grossen Exemplaren der

Spiriferina uncinata Schafh.

nebst zahlreichen Jugendformen von Rhynchonellen.

Bekanntlich ist es bisher nicht gelungen, in den Gebieten östlich des Gardasees rhätische Schichten mit Sicherheit nachzuweisen. Dass auch hier rhätische Ablagerungen vertreten seien, dafür spricht wohl sehr eindringlich das Auftreten gewisser Fossilien in den obersten Partien des „Hauptdolomites“ dieser Gegenden, welche Fossilien, stammten sie aus sicher rhätischen Ablagerungen westlich vom Lago di Garda, man ohne Zweifel für specifisch bestimmbar halten würde. Es sind das insbesondere die in den oberen Dolomiten des Monte Baldo und des Monte Porto bei Campofontana (vergl. Verhandlungen 1878, pag. 59 und pag. 399) aufgefundenen Brachiopoden. Da Brachiopoden dem

Hauptdolomite sonst nahezu fehlen, die an diesen Localitäten vorkommenden Steinkerne von solchen aber mit *Terebratula gregaria* Suess und *Spiriferina uncinata* Schafh. äusserst genau übereinstimmen, so wird es nicht allzu gewagt erscheinen, in diesen oberen Partien des „Hauptdolomites“ im Osten des Gardasees Aequivalente des Rhät, speciell der oberen rhätischen Schichten der Lombardei und Judicariens, also der Lithodendronkalke und Grenzdolomite, sehen zu wollen. Es wäre doch ein allzusonderbarer Zufall, wenn östlich des Lago di Garda den geradezu als Leitfossilien der oberen rhätischen Schichten der Lombardei zu betrachtenden beiden Brachiopoden so ausserordentlich ähnliche Arten in einem wesentlich verschiedenen Niveau ebenfalls zahlreich auftreten sollten. Näher liegt hier wohl die ersterwähnte Annahme. Zugleich würde durch die Fixirung dieser obersten Dolomite als rhätischen Ablagerungen zufallend ein Anhaltspunkt gewonnen sein gegenüber jenen Bestrebungen, welche die veronesischen Liasbildungen immer wieder tief unter den „grauen Kalken“ im Bereiche der Dolomitmassen suchen möchten. Dass der Dolomit resp. eine dolomitische Entwicklung gerade hier in verschieden hohe Niveaus hinaufreichen könne, soll damit nicht bestritten werden, da mir sehr wohl bekannt ist, dass in diesen Gebieten selbst oberjurassische und cretacische Gebilde auf weite Strecken hin dolomitisch ausgebildet auftreten oder vielleicht besser, dass sie nachträglich dolomitisirt wurden.

L i a s.

Nachdem Benecke („Trias und Jura in den Südalpen“, pag. 34 und pag. 101) zuerst auf das Vorkommen liassischer Schichten vom Charakter des brescianischen Medolo im Val di Concei bei Pieve di Ledro hingewiesen hatte, hat zunächst N. Dale bei seinen Untersuchungen diese Ablagerungen mitberücksichtigt und innerhalb derselben eine Reihe sehr bemerkenswerther Funde gemacht, von denen insbesondere jener des Vorkommens von Ammoniten in den fucidenführenden höheren Liasschichten des oberen Val di Concei hervorzuheben ist; über diesen Schichten wurde von ihm das Vorhandensein brachiopodenreicher Ablagerungen constatirt. Diese Funde wurden später von Lepsius weiter verfolgt und die von N. Dale gesammelten Cephalopoden zugleich näher untersucht. Nach Lepsius stammt zunächst ein als *Arietites hungaricus* Hauer spec. bestimmtes Fragment aus dem Kalke des Vorberges von Bezzecca (l. c. pag. 121, bei N. Dale pag. 18) und charakterisirt diese Schichten als unteren Lias. Die von der Glera di Val di Concei von N. Dale mitgebrachten Ammoniten, welche in Brauneisenstein umgewandelt sind und aus fucidenreichen grauen Kalken von Medolo-Facies stammen, wurden von Lepsius als *Lytoceras fimbriatum* Sow., *Phylloceras heterophyllum* und *Ph. Nilsoni* Héb., *Harpoceras radians* Rein. und *H. cfr. complanatum* Brug. bestimmt, besitzen also grösstentheils oberliassischen Charakter und sind demnach wohl der Fauna des „Medolo“ zu parallelisiren.

Der erwähnte unterliassische Ammonit der Gaverdinagruppe ist bis jetzt, so viel mir bekannt, ein Unicum geblieben, die Medolo-Fauna

dagegen ist in jenem Gebirge allenthalben verbreitet und leicht nachzuweisen.

Die Hauptmasse der liassischen Gesteine der Gaverdina besteht aus dünngeschichteten, dunkelgrauen bis schwarzen Kalken, die meist in sehr ebenflächigen Platten brechen, nur in ihren höheren Niveaus hellere Färbungen und zum Theil mergelige Beschaffenheit anzunehmen pflegen und durch ihre ganze Masse hindurch einen bedeutenden Kieselgehalt aufweisen, der sich bald in Schnüren, Knollen und Platten zeigt, bald durch die ganze Masse gleichmässiger vertheilt ist. Die untersten Lagen allein scheinen stellenweise, so besonders südlich von Bezzecca, ziemlich hornsteinfrei zu sein. Die hangenderen, im Allgemeinen heller gefärbten Partien, die ebenfalls weniger hornsteinreich zu sein, oder doch den Hornstein in der Masse gleichmässiger vertheilt zu enthalten pflegen, sind ausgezeichnet durch ihre sehr splitterige Beschaffenheit und durch das häufige Auftreten von fucoidenartigen dunklen Flecken an den Schlagflächen und erinnern dadurch sowohl, als durch ihre oft dünnen Mergelzwischenlagen ganz lebhaft an die liassischen Fleckenmergel der Nordalpen; sie sind die Lagerstätte der Medolo-Ammoniten. Mit den östlich der Gardasee-Linie auftretenden „grauen Kalken“ von Rotzo und Roveredo haben alle diese Ablagerungen nur eine äusserst geringe Aehnlichkeit.

Die Angaben, welche über die Verbreitung dieser liassischen Gesteine im Bereiche der Gaverdinagruppe bisher vorliegen, sind ziemlich spärlich bemessen. Nelson Dale hat sich mit ihnen doch nur nebenher beschäftigt, Lepsius aber hat gerade die Gaverdinagruppe äusserst stiefmütterlich behandelt.

Beginnen wir in der Besprechung derselben mit der Umgebung von Pieve di Ledro. Dieser Ort liegt innerhalb der östlichsten der drei durch Störungslinien getrennten Längsschollen der Gaverdinagruppe. Nach dem hervorragendsten Gipfel derselben könnte man diese Scholle die des Monte Pari nennen. Diese Scholle findet südlich des Ledrothales ihre unmittelbare Fortsetzung und es gehören derselben somit auch die südlich der Linie Bezzecca-Tiarno auftretenden Liaspartien an. Wir kommen hier wieder auf das N. Dale'sche Profil Nr. 1, pag. 13, zurück (vergl. oben). Ueber dem Grenzdolomite liegt hier nach N. Dale dunkelgrauer oder schwarzer Kalk in dünnen und gleichmässigen Lagen. In seinen unteren Partien schaltet sich eine bis 3' dicke Bank mit Terebrateln ein. In den hangenderen Partien liegen zahlreiche Hornsteinknollen; diese Partien sollen nach einer Mittheilung, die man N. Dale in Bezzecca machte, Ammoniten führen. N. Dale vergleicht die flintführenden Lagen im Hangenden dieses Profils ausdrücklich mit den Schichten des gegenüberliegenden Vorberges von Bezzecca und ebenso vergleicht er pag. 15 die gleichartigen Schichten des Vorberges von Tiarno di sotto mit jenen oberen flintführenden Lagen des südlicheren Aufschlusses. Da nun der von N. Dale bei Bezzecca gefundene Ammonit, welchen Lepsius als *Ar. hungaricus* Hauer spec. bestimmte, diesen hornsteinführenden Kalken entstammt, so ist dadurch das Alter der südlich gegenüber Bezzecca liegenden liassischen Ablagerungen ebenfalls gegeben, denn die Schichten dies- und jenseits des Val Ledro bei Bezzecca gehören

evident zu derselben Schichtmasse, wie schon ihr gleiches nordwestliches Fallen lehrt. Die Terebratelbank gehört demnach einem noch etwas tieferen Niveau an, als jener unterliassische Ammonit. Es ist schon erwähnt worden, dass man da, wo diese liassischen Schichten an die Bruchlinie gegenüber der Scholle des Monte Viesch stossen, eine Aufrichtung oder Schleppung derselben beobachten kann, so im Val dei Molini und südlich gegenüber Tiarno di sotto. Ich habe zu dem Profile südlich von Bezzecca nur noch hinzuzufügen, dass in den tiefsten, dunklen, hornsteinfreien liassischen Kalken desselben eine im Niveau von jener Terebratelbank schwerlich weitabweichende Brachiopodenfauna von evident liassischem Charakter vorkommt. Es wurden hier gesammelt und annähernd bestimmt:

Spiriferina cfr. *obtusa* Opp.

Spiriferina spec. (aff. der rhätischen *Emmrichi* Suess.)

Terebratula spec.

Waldheimia aff. *Ewaldi* Opp.

„ aff. *mutabilis* Opp.

„ aff. *Beyrichii* Opp.

Rhynchonella cfr. *retusifrons* Opp.

„ aff. *polyptycha* Opp.

„ plur. spec.

Ausserdem kommen *Pectines* vor, zierlich gerippte Arten, ähnlich denen der Hierlatzschichten, ferner Bänke ganz erfüllt mit kleinen cardienartigen Bivalven und andere, die ganz aus Zerreibsel von Crinoiden und Bryozoen bestehen. Alle Organismen sind sehr klein, zu den grössten Arten gehören noch die Spiriferinen. Alle diese Schichten liegen unter dem hornsteinführendem Niveau, welches auf die Ecke des Abhanges gerade gegenüber der Ausmündung des Val dei Molini beschränkt ist. Ich bin daher der Ansicht, dass Lepsius, wenn er den Lias von Bezzecca und Tiarno als unteren Lias erklärte, dies umso mehr für die Liaspartie südlich von beiden Orten hätte thun müssen. Anstatt dessen gibt hier seine Karte einen grossen Fleck von oberem Lias an, welcher auf Hauptdolomiten aufzurufen scheint, und gerade an der Stelle, an welcher die hornsteinführenden Kalke liegen, eine Partie von braunen Jura *id est* die später zu erwähnenden Rhynchonellenschichten im Hangenden des „Medolo“. Man sucht hier natürlich zunächst nach dem erläuternden Texte und findet denn auch folgende Stellen, welche sich auf die liassischen Schichten südlich des Val Ledro beziehen: Pag. 131: „Dieselben Trochitenbänke (Schichten mit *Rhynch. Clesiana*) mit den Brachiopoden sind auf der Südseite des Ledrothales nahe der Kapelle Sta. Lucia in einem kleinen Wasserrisse aufgeschlossen.“ Weiter pag. 123: „Endlich zeigen sich mit den Ammoniten in der Val di Concei zuweilen Terebrateln, welche südlich Bezzecca am Bergabhange eine Lumachelle bilden, mitten in den grauen Kalken; sie stimmen am besten überein mit *Terebratula punctata* Sow.“ Ich glaube nicht zu irren, wenn ich in dieser Terebratel die von N. Dale angeführte, in den tiefsten liassischen Bänken liegende Form vermute. Weiter sagt Lepsius: „Sowohl an der Glera, als bei Sta. Lucia im Val Ledro und an anderen Punkten sind die grauen Kalke des oberen

Lias überlagert von Trochitenbänken, in denen eine typische Doggerfauna liegt.“ Endlich pag. 253 findet man folgenden Passus: „Westlich des Grates der Cima Casette liegt eine bedeutende Scholle rhätischer und Liasschichten bei Sta. Lucia und Tiarno dem Hauptdolomite an. Die Scholle ist in der Mitte gebrochen, so dass oberhalb Sta. Lucia die Schichten eine synclinale Mulde bilden; östlich vom Casette-Grate fallen die Kalke in Nord-West 30–35°, westlich fallen sie vom Hauptdolomite des Val Ampola in Nord-Ost 25° gegen Tiarno hin. Im östlichen Flügel (an der Casette) finden wir folgende Lagerung: Die schwarzen Rhätkalke sind verquetscht am Hauptdolomite; darüber bauen sich mächtiger die grauen Liaskalke und Dolomite auf; unten fehlen Versteinerungen. Erst eine Terebratelbank auf der Höhe, etwa 1 Fuss mächtig, gefüllt mit *Terebratula punctata* Sow., lässt auf oberen Lias schliessen, da dieselbe Terebratel in der oberen Val di Concei mit *Ammonites radians* zusammenliegt; weiter hinauf stellen sich Hornsteinbänke ein, gerade wie im oberen Lias des Val di Concei. Endlich treffen wir nahe bei der Kapelle Sta. Lucia graue Kalke mit Trochitenbänken, Rhynchonellen und Terebrateln des braunen Jura; diese Schichten fallen mit 40° in Nord-West u. s. f. u. s. f.“ Leider sucht man bei Lepsius vergebens nach genaueren Bestimmungen dieser Rhynchonellen und Terebrateln von Sta. Lucia, obwohl derselbe in seinem palaeontologischen Anhang alle ihm bekannten Fundorte der betreffenden Species anführt, ein Umstand, der mich in der Vermuthung bestärkt, dass Lepsius die oben angeführten liassischen Brachiopodenschichten an dieser Stelle für die Schichten der *Rhynchonella Clesiana* gehalten hat. Wie schon erwähnt, hat weder N. Dale Angaben, welche auf das Vorhandensein jener von Lepsius bei Sta. Lucia eingezeichneten Schichten an jener Stelle schliessen lassen, noch habe ich mich von deren Existenz überzeugen können. Wären Ueberreste von ihnen in dieser Gegend vorhanden, so müssten sie der Lagerung nach wohl auf den Höhen der Vorberge von Bezzacca und Tiarno di sotto anzutreffen sein. Was Lepsius in der zuletzt citirten Stelle von den „über den verquetschten Rhätkalken“ sich mächtiger aufbauenden grauen Liaskalken und Dolomiten sagt, ist ganz verfehlt, da weder die Rhätkalke verquetscht, noch die Liaskalke mächtig sind, und die unglückselige Bemerkung, dass die Terebratelbank jener liassischen Schichten „auf der Höhe“ liege, lässt leider nur allzusehr der Vermuthung Raum, dass die Beschreibung der Schichtfolge jenes Durchschnittees mehr nach dem N. Dale'schen Profile I., pag. 13, als nach der Natur entworfen sein möge ¹⁾.

¹⁾ Nicht einmal die auch pag. 255 von Lepsius wiederholte Bemerkung des Zusammenvorkommens des *Amm. radians* mit der *Terebratula punctata* von Bezzacca S. ist man im Stande, bei N. Dale bestätigt zu finden (vergl. N. Dale, pag. 49; die hier angeführten Terebrateln stammen aus höheren Schichten als der *Amm. radians*). Dass Lepsius über das Lager dieser Terebratel übrigens gar nicht im Klaren war, beweist der Umstand, dass er dieselbe pag. 123 aus oberem, pag. 128 aus mittlerem Lias stammen lässt, wobei er offenbar speciell die Form aus dem oberen Val di Concei im Auge hatte. Letzterer Umstand lässt schliessen, dass sie auch im Val di Concei nicht mit *Amm. radians* zusammen gefunden worden sein konnte, denn wie könnte der mitvorkommende Ammonit sonst oberen Lias repräsentiren?

Die unterliassischen Hornsteinkalke von Bezzeca und Lenzumo sind beiderseits des Val di Concei um den letztgenannten Ort in Steinbrüchen aufgeschlossen. Der Lagerung nach sollten von Bezzeca gegen Lenzumo hin nach und nach jüngere Schichten sich einstellen; in der That stammt der erste, anscheinend oberliassische Ammonitenfund (vergl. Benecke, l. c. pag. 36) aus den Steinbrüchen von Lenzumo, doch sagt Benecke nicht, von welcher Thalseite. Am rechten Gehänge habe ich in dem Bruche unmittelbar oberhalb Lenzumo kein Gestein vom Aussehen des Medolo gefunden, nur Hornsteinbänke führende dunkle Kalke, anscheinend noch einem tieferen Niveau angehörend. Auch N. Dale (pag. 44) notirte daselbst noch dieselben Kalke wie bei Bezzeca, beobachtete aber einige Ammoniten-Abdrücke. Die Feuersteine sind hier ganz erfüllt von Spongiennadeln.

Dasselbe Gestein ist links gegenüber Lenzumo in grösseren Brüchen aufgeschlossen; sein Einfallen ist wie jenseits ein nach Nordwest bis Nordnordwest gerichtetes. Nördlich bei diesen Brüchen mündet der Seitengraben, in dem der Weg zur Bocca di Tratt hinaufführt. Dieser Weg ist für die Beobachtung der Lagerungsverhältnisse sehr ungünstig; die Schichtung ist hier eine ziemlich verworrene und gestörte, doch beobachtet man noch vorherrschend nordwestliches Einfallen. Nicht weit oberhalb der Stelle, an der der Weg in die rechtseitige Thalverzweigung eintritt, stehen schon oberjurassische Hornsteinkalke an. Gegen Südosten heben sich alle Schichten sehr bedeutend, entsprechend ihrem Einfallen und bilden die äusserst wenig aufgeschlossenen Abhänge des Monte Pari gegen Val Concei. An der nordöstlich streichenden Kette des Monte Savale bemerkt man bereits ein Einfallen gegen Südost, welches jenseits der Parikuppe gegen Malga Romai (Bromae der Karte) wieder einem nordwestlichen Einfallen Platz gemacht hat, so dass der Pari selbst in der Axe einer Synclinale liegt.

Weiterhin heben sich die Schichten gegen den Kamm des Monte Oro, welcher, gegen das Ledrothal hin durchschnitten, das prachtvolle Bild einer steilzusammengepressten Anticlinale mit nahezu dachförmiger Wölbung zeigt (man vergleiche die nach N. Dale, pag. 21, copirte Ansicht im Hintergrunde von Profil IX), schiessen gegen die Prati di sotto ebenso steil hinab gegen Südost, um sich jenseits dieser Einsattelung noch einmal nahezu senkrecht über dem darunter auftauchenden Grenzdolomite der Rocchetta aufzurichten. Abgesehen von dieser Längsfaltenbildung senkt sich die gesammte Masse des Monte Pari sehr bedeutend gegen Nordosten hinab, entsprechend dem Ansteigen aller Schichten gegen Südwest, welches südlich vom Ledrothale herrscht. So kommt es, dass südlich von Ledro der Lias nahezu fehlt, dass derselbe am Pari am gleichmässigsten erhalten und vertheilt ist, während gegen die Tiefenlinie von Pranzo-Ballino hin immer ausgedehntere Complexe von jüngeren Bildungen sich auflegen. An den Abhängen oberhalb Pieve di Ledro wies schon N. Dale die südlich von Bezzeca erschlossene Schichtfolge nach (l. c. pag. 13 und pag. 21).

Der Grenzdolomit ist hier, besonders am Aufstiege von Pieve zur Savale-Alpe riesig mächtig entwickelt, und es fragt sich, ob er nicht höher hinaufreicht, als jenseits am Zuge des Corno, wo er, im Thalprofile wenigstens, verhältnissmässig dünn ist. Er setzt oberhalb des

Contortamergelzuges mächtige Felspartien zusammen, über welchen in den mit unheimlicher Steilheit abfallenden Grasflächen die Liaskalke folgen, deren Aufschlüsse hie und da, beispielsweise zwischen Alpe Savale und Alpe Romai, geradezu nur mit Lebensgefahr zu begehen sein würden.

Es wird hier am besten noch eine Bemerkung über die Schichtmassen zu beiden Seiten des Ponale und bei Riva einzuschalten sein. Lepsius sagt darauf bezüglich, pag. 123: „Bemerkenswerth ist, dass die grauen Kalke nahe dem Gardasee aus weissem, dichtem Marmor bestehen; die Berge bei Tignale und Tremosine, der östliche Theil der Cima Palaër, des Monte Giumela, des Monte Pari (um Campi herum) u. s. w. sind aufgebaut zum Theil oder ganz aus lichtem Marmor, der undeutlich geschichtet dem Hauptdolomit aufruht und von Doggeroolith überlagert wird.“ Dieser Passus enthält zahlreiche Unrichtigkeiten. Sehen wir ganz ab von den bei Tignale und Tremosine auftretenden Bildungen, so sind zunächst die um Campi herum auftretenden Gesteine, insoferne man sie als lichte Marmore bezeichnen will, gewiss viel jüngere, grösstentheils tithonische Bildungen. Ich nehme an, dass sich jene Lepsius'sche Angabe speciell auf die Kette des Monte Fiesco und allenfalls auf den Monte Riva unterhalb des Pari bezieht. Denn um Campi südlich liegen liassische Hornsteinkalke, die über die Höhen gegen Prati di sotto und in den Monte Oro fortsetzen. Erst unter diesen Hornsteinkalken folgen die Dolomite und Kalke der Rocchetta (Monte Giumela bei Lepsius), die sohin mit jenen hellen Kalken oberhalb Pari nicht in dasselbe Niveau fallen. Die Massen der Rocchetta sind nur durch die Auswaschungsschlucht des Ponale von den gleichalterigen Schichten der Cima Palaër getrennt und gehören einem Horizonte unterhalb der grauen hornsteinführenden Kalke an, welcher so ziemlich mit dem, was hier als Grenzdolomit aufgeführt wurde, zusammenfallen wird. Ebenso wie bei Prati di sotto und bei Campi legen sich auch bei Riva jene grauen Hornsteinkalke des Lias diesen hellen dolomitischen und kalkigen Massen an und auf. N. Dale vertritt dieselbe Ansicht über das Alter jener hellen Kalke und Dolomite.

Jenseits des Pari liegt das ausserordentlich wenig aufgeschlossene Thal von Campi oder Val Grassi, in welchem die liassischen Schichten in Folge der allgemeinen Senkung gegen Nordost schon weit weniger ausgedehnt auftreten, resp. weit mehr von jüngeren Bildungen überdeckt erscheinen, als am Kamme des Monte Pari. Ueberdies liegen im Thale selbst bis hoch hinauf ausgebreitet glaciale Schuttmassen. Der Fiesco-Kamm fällt vorherrschend jüngeren Bildungen zu; auch gegen die Tiefenlinie von Pranzo-Ballino hinab liegt der Lias unter riesigen Schuttmassen und verrutschten Schollen nahezu gänzlich begraben. Unterhalb Campi in der Schlucht des Torrente Albola dagegen trifft man die in nahezu senkrechter Schichtstellung von den Höhen im Südsüdwesten herabziehenden Hornsteinkalke und darunter erscheint, gegen Riva hinab, der Grenzdolomit. Der Sattel zwischen Campi und Pranzo wird grösstentheils von Gletscherschutt bedeckt; nördlich davon liegen schon die vielfach gefalteten jüngeren Schichten des Fiesco-Kammes; südlich bilden die dunklen liassischen Hornsteinkalke die schroffen Felswände des Monte Tonibio, unter welchen die Strasse nach Pranzo ansteigt. Ihre

Schichtung ist eine äusserst gestörte, zerknitterte, zum Theil hängen sie unregelmässig über den Grenzdolomit, welcher gegen die Ebene von Riva darunter heraustritt, hinab und deuten so eine in Form einer der zahlreichen charakteristischen Kniefalten dieser Gegend auftretende Verbindung an mit jenen gleichalten Hornsteinkalken, die in Riva selbst dem Fusse des Gebirges angepresst sind. An der Strasse selbst beobachtet man in Mauern ausser den Hornsteinkalken auch zahlreiche Platten der helleren, fucoidenführenden Medologesteine, die an den Höhen offenbar anstehen müssen.

Der Monte Fiesco zeigt, vom Lago di Tenno aus gesehen, vollkommen deutlich eine synclinale Lagerung seiner Gipfelmassen, welche aus höheren jurasischen, zum Theil wohl auch schon aus cretacischen Bildungen bestehen. Er ist vielleicht als Fortsetzung der Synclinale des Monte Pari zu betrachten. Der nördliche Flügel dieser Synclinale des Monte Fiesco ist etwas steiler aufgerichtet als der südliche, die Schichten heben sich demgemäss gegen Nordwest wieder heraus und deshalb erhält man in der tiefeingerissenen Schlucht des Torrente Toffin abermals Aufschlüsse liassischer Kalke. Das Ansteigen dieser Kalke erfolgt bald in flacherer Weise, bald in einzelnen scharfen knieförmigen Knickungen, die im Kleinen getreu das Bild der grossen Kniefalten wiedergeben. Erst hoch oben im Torrente Toffin biegt sich alles plötzlich in entgegengesetzter Richtung um und schiesst steil unter die darüber sich erhebenden Massen von rhätischen Schichten und Grenzdolomiten, welche die Wände des Monte Impichea bilden, ein.

Aus dem Torrente Toffin ziehen die Liaskalke am Abhange des Monte Vender (Monte Tovacio) gegen Ballino hinauf und verschwinden etwa an jener Stelle des Thaleinschnittes, an welcher der Bach zwischen Monte Tovacio und Monte Leone in das Hauptthal mündet, unter der Thalsole. Auch hier hat man es wieder mit einer jener zahlreichen scharfen Kniefalten, eigentlich wohl mit der Fortsetzung jener Falte vom Monte Fiesco zu thun, indem die ganze Schichtmasse des Monte Vender und Monte Leone gegen Südost hin plötzlich sehr steil einzuschiessen beginnt und ihre Schichten jenseits, östlich der Strasse, nördlich vom See bereits nahezu oder vollkommen senkrecht stehen; dieser steilaufgerichtete Schichtcomplex wird von der Strasse in der Strecke zwischen dem obenerwähnten Seitengraben und dem Torrente Toffin derartig schief angeschnitten, dass die Fortsetzung der steilaufgerichteten Schichten des Rückens nördlich vom See am linken Ufer des Torrente Toffin unmittelbar oberhalb der Strassenbrücke an den Fuss des Monte Vender zu liegen kommt.

Durch dieses Vorkommen eben ist die Verbindung mit dem steilaufgerichteten nördlichen Flügel der Synclinale des Monte Fiesco angedeutet. An der Strasse oberhalb des Sees und am Anstiege zum Monte Vender begegnet man zahllosen Blöcken des hier durchziehenden höheren Niveaus des „Medolo“ mit Ammoniten und Nautilen von meist schlechter Erhaltung. Das Gestein ist äussert splitterig und scheint einen bedeutenden Kieselgehalt zu besitzen. Besonders häufig sind an dieser Stelle Bruchstücke von grossen, dichtgerippten *Coeloceras*- oder *Stephanoceras*-Arten, am nächsten wohl vergleichbar dem *Stephanoceras Mortilleti Menegh.* Daneben liegen, wie an anderen Fundpunkten dieser

Fauna, Harpoceraten vom Typus des *H. radians*, *Phylloceras*-Arten u. a. m.

Lias in der mittleren Scholle der Gaverdinagruppe.

Gehen wir zu der mittleren Scholle der Gaverdina über, so begegnen wir zunächst ausserordentlich mächtig entwickelten liassischen Schichten in dem schwer zugänglichen Kamm des Monte Toffin. Der Grenzdolomit der Impicheawand senkt sich in nordöstlicher Richtung gegen Ballino herab, so dass man am Eingange zur Schlucht des Rivo Lecco über den jüngsten cretacischen Bildungen der Parischolle ansteigend denselben nur noch in sehr geringer Mächtigkeit erschlossen findet; in nordwestlicher Richtung wird er überlagert von steil nach Nordwesten einfallenden, hie und da etwas verbogenen, dünn-schichtigen, grauen Liaskalken. Diese wilde Schlucht des Rivo Lecco wird höher völlig unpassierbar; da, wo der Thalweg durch einen Wasserfall gesperrt erscheint, liegen im Bache zahlreiche von oben herabgeführte Blöcke und Platten des Medolo-Gesteines. Von hier stammt ein ziemlich gut erhaltenes Stück eines

Harpoceras cfr. *Domarense* Menegh.

Die Liaskalke streichen quer durch den Toffinkamm und erscheinen jenseits desselben im oberen Val Concei wieder, mit demselben steilen Einfallen nach Nordwest. Weiterhin im Westen des Val Concei, in den Kämmen des Monte Midelar und Meris werden diese Gesteine von beträchtlichen Massen oberjurassischer und cretacischer Bildungen überlagert. Gegen die westliche Scholle des Gaverdinagebirges hin ist der ganze nordwestliche Rand der Toffin-Meris-Scholle in der ausgezeichnetsten Weise scharf aufgebogen, eine Erscheinung, die man ebenso im Val Viesch und im Val Lomar, wie im Val di Concei selbst und von den Höhen der Cima Tenera aus ganz deutlich auch in der Tiefe der Schlucht des oberen Rivo Lecco beobachten kann. Die hellergefärbten, ammonitenführenden, fleckenmergelartigen Medologesteine treten erst weit oben im Val di Concei auf, an dem rechten Gehänge, dem Einfallen gemäss, früher als am linken, wo sie erst in der Umgebung der Glera, dem Zusammenflusse der beiden obersten Quellbäche erscheinen. In dem linksseitig gegenüber dem von der Cima Lanciada herabkommenden Graben gelegenen Seitenthälchen findet man noch ausgedehnte Aufschlüsse der steilgestellten Hornsteinkalke, sie sind äusserst petrefactenarm und führen nur hie und da einzelne zerdrückte Brachiopoden oder Bivalven. An der rechten Thalseite des Val di Concei, am Ausgange jenes erwähnten Grabens, und schon tiefer im Hauptthale selbst — hie und da unter conglomerirten Schuttmassen auftauchend — stehen hellere hornsteinärmere, Medolo-artige Kalke an, die selten kleine Brachiopoden führen, während man die Cephalopoden, die wohl aus noch etwas höheren Schichten stammen, am besten in den colossalen Geröllmassen der Glera sammelt, insbesondere an jenem gewaltigen Schuttkegel, der sich aus dem östlichen Graben herauschiebt. Von hier stammen die, pag. 122, von Lepsius angeführten Arten:

Ammonites radians Rein. spec. 12 Exemplare

" *heterophyllus* Sow.

" *Nilssoni* Héb. (= *Calypso* Orb.)

" cfr. *complanatus* Brug.

" cfr. *fimbriatus* Sow. oder *cornucopiae* Y. und B.

Belemnites spec.

Terebratula punctata Sow. cfr. (über diese Art vergleiche man das oben Angeführte).

Diese Fossiliste bin ich durch folgende Arten zu bereichern in der Lage:

Harpoceras cf. *Boscense* Reyn.

" *Domarense* Menegh.

Stephanoceras crassum Phil.

Phylloceras Partschii Stur. } in grossen Exemplaren

" *Mimatense* Orb. }

Terebratula spec.

Am rechten Ufer des von Osten zur Glera herabkommenden Baches stehen die ammonitenführenden Kalke des Medolo auch an und darüber erheben sich in schroffen Wänden die Schichten des nächsthöheren Niveaus, jenes der *Rhynchonella Clesiana*. Diese höheren Schichten erscheinen in dem Durchschnitte des zweiten, von der Malga Gui herabkommenden Baches synclinal gebogen, oder besser gesagt, ihr nördlicher Flügel ist an den Grenzdolomiten der Cadria-Gäverdina-Hauptkette steil aufgerichtet und geschleppt. In den Gräben unmittelbar unterhalb der genannten Alphütte kommen auch in diesem aufgerichteten Gegenflügel die Medologesteine mit Phylloceraten u. s. f. wieder zum Vorschein.

In dem zwischen Monte Midelar und Monte Meris vom Corno Lomar herabkommenden Seitengraben des Val di Concei (Val Lomar bei N. Dale) dürften liassische Niveaus in der mittleren Gaverdinascholle nicht mehr erschlossen sein, zum mindesten nur mehr über dem „Medolo“ liegende Schichten auftreten. Oberhalb des senkrecht aufgerichteten Nordwestrandes jener Scholle begegnet man mächtigen Schuttanhäufungen, in denen zahlreiche Blöcke des Medolokalkes stecken, die wohl schon von den höheren Abhängen des Cadriakammes stammen müssen. Im Val Viesch fehlen diese Schichten an der Oberfläche bereits vollständig, d. h. sind nicht mehr erschlossen, zum Theil auch durch den Croina-Pallone-Querbruch abgeschnitten.

Im Zuge des Monte Viesch habe ich weder die Medologesteine noch die tieferen dunklen hornsteinreichen Liaskalke beobachtet, zweifle aber nicht im mindesten daran, dass sie an den Südosthängen zwischen Cima la Cingla und Monte Cava nachzuweisen sein werden. Zahlreiche Medoloblöcke, die in den Schuttmassen oberhalb Tiarno di sotto am Fusse des Monte Cava zu finden sind, mögen wohl zum grössten Theile von jenen Höhen stammen.

Lias in der westlichen Scholle der Gaverdinagruppe.

Der den zuletzt besprochenen Vorkommnissen am nächsten liegende Punkt, an welchen liassische Schichten innerhalb der westlichen Scholle der Gaverdina auftreten, befindet sich im Einrisse des Torrente Sache oberhalb jener Stelle, an welcher der nach Coudino führende Weg die aus Hauptdolomit bestehenden Gehänge des rechten Ufers zu ersteigen beginnt. Man findet hier am linken Bachufer, zum Theil auch noch an das rechte Ufer herüberziehend, steil nach Nordwest fallende, hornsteinarme, dickbankige Liaskalke; darüber dürfte, nach zahlreich umherliegenden losen Stücken zu schliessen, ohne Zweifel auch noch „Medolo“ liegen.

Weiterhin gegen Nordosten bildet das Medolo-Gestein die tiefsten Gehänge der Montagna di sopra, noch weiter gegen das Val Croina jedoch scheint er an den östlichen Abhängen des Pallonezuges zu fehlen, da hier allenthalben das Eocän der mittleren Scholle unmittelbar an Biancone, der hier das Liegendste des Pallonezuges bildet, anstösst.

Dagegen ist der Lias wieder im Cadriazuge, nordöstlich vom Sattel zwischen Monte Viesch und Monte Croina regelmässig gelagert anzutreffen. Die liassischen Massen bilden hier oberhalb der Zone der felsbildenden Grenzdolomite und unterhalb der aus compact zusammengepressten oberjurassischen und cretacischen Massen bestehenden Gipfel eine steilabschüssige, wiesentragende Fläche, in deren Einrissen man allenthalben die dünn-schichtigen dunklen Kalke des tieferen Lias und die helleren Medolo-Gesteine aufgeschlossen finden kann. In den Gräben unterhalb des Monte Cadria selbst wurden in den letzteren Schichten *radians*-artige Harpoceraten und *Phylloceras*-Formen gesammelt. Weiterhin am Fusse des Corno Lomar fanden sich

Harpoceras cfr. *Ruthenense* Reyn.

„ *Domarense* Menegh.

„ *pl. sp.*

Phylloceras spec.

Auch am Anstiege von der Malga Gui gegen die Cima Lanciada findet man die Medologesteine wieder. Hier fällt das Fortstreichen der Muldenaxe nicht mehr mit dem Kamme des Gebirges zusammen, sondern bleibt westlich desselben und die tieferen Schichten des Ostflügels beginnen mehr oder weniger tief in die oberen Anfänge der Thäler an der Westseite hinabzureichen. Am Monte Gaverdina selbst zieht der Grenzdolomit bereits in das oberste Val Gaverdina hinab, in dessen obersten Schluchten die dunklen dünn-schichteten Hornsteinkalke des Lias prächtig aufgeschlossen sich darüber lagern, während die Axe der Synclinale etwa bei Malga Gaverdina vorbei mitten durch die Einsattelung zwischen Monte Turig und Cima Madrig gegen das Val Bolbeno hinüberzieht. Die felsigen Ausläufer des Kammes südlich oberhalb der Malga Gaverdina sind besonders schön aufgeschlossen; ihre Liaskalkplatten schiessen steil gegen Nordwest ein, darüber lagern sich am Kamme selbst zwischen der Bocca Gaverdina und dem der Cima Lanciada zunächst gegen Norden folgenden unbenannten Gipfel die Medolo-

Gesteine. Jenseits des obersten Val Gaverdina, am Kamme zwischen der Cima Gaverdina und dem Monte Turig steigen die liassischen Kalke gegen Südost an und setzen in ansehnlicher Breite und von mehrfachen kleineren Aufwölbungen unterbrochen in schon sehr flacher Lagerung die Schneide gegen den Monte Turig hin zusammen. Am Anstiege von Malga Gaverdina gegen Nordosten trifft man die Medolo-Gesteine in zum Theil sehr mergeliger Ausbildungsweise, auch hier mit Cephalopoden, darunter

Harpoceras *cfr. radians* Rein. spec.

Der Monte Turig selbst, sowie die gegenüberliegende Salviaspitze sind schon von höheren Schichten gebildet. Der Lias zieht am oberen Abhänge gegen Val Marza durch und erreicht an der Cima Sera abermals eine beträchtliche Verbreitung. Es sind an dieser Bergspitze selbst über den Grenzdolomit-Wänden nur mehr die schwarzen, hornsteinreichen, äusserst petrefactenarmen, unteren Niveaus des Lias anzutreffen. Erst südwestlich oberhalb der Malga Stablo am Gehänge des Monte Frisec stellen sich darüber die Medolokalke ein, in ihren tieferen Lagen nicht selten eine am ehesten mit *Monotis megalota* Mojs. (Jahrbuch, 1873) zu vergleichende, gesellschaftlich auftretende Bivalvenform führend, etwas höher ebenfalls die vorzüglich aus Harpoceraten bestehende Cephalopodenfauna. Von da schlingt sich der Lias herum über den Monte Pizzo und den Monte Zuclo in's Val Bolbeno, solchergestalt die Verbindung des östlichen Flügels mit dem westlichen Flügel der Cadria-Synclinale herstellend. Nördlich vom Val Bolbeno herrscht gegen die Muldenaxe hin auch im westlichen Flügel flache, zum Theil gefaltete und zerknitterte Schichtstellung. In nordwestlicher Richtung aber stellen sich auch hier schon die Schichten plötzlich steil auf und südlich des Bolbenothales herrscht bereits die senkrechte Schichtung des Cadria-Westflügels ausschliesslich. Nur an dem Wege, welcher von der Alphütte des oberen Val Bolbeno unterhalb der Kuppe des Monte Madrig nach Westen über den Kamm führt, kann man auch hier noch eine flache Lagerung der Schichten zunächst der Axe der Synclinale finden, aber die Aufrichtung in die senkrechte Lage erfolgt hier bereits so nahe der Axe, dass man auf jenem Wege schon den Medolo in völlig verticaler Lagerung findet; derselbe ist hier gut aufgeschlossen und bildet einen Theil der Madrigspitze selbst. Auch hier sind Ammoniten im anstehenden Gesteine zu finden, die man aber mit geringerer Anstrengung aus den losen Platten in der Tiefe des Val Bolbeno, besonders nahe unterhalb der Alphütte, sammeln kann. Auch an dieser Stelle wurde eine Anzahl von Harpoceraten, in denselben Gesteinen aber auch flache, indifferente Bivalvenformen, ähnlich den von Roveredo aus den „grauen Kalken“ bekannt gewordenen Thracien und Pleuromyen gefunden.

Wichtig ist, hervorzuheben, dass in der Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt

Terebratulula Rotzoana Schaur.

Spiriferina *cfr. rostrata*

Bivalven der Noriglio fauna

liegen, welche aus dem Val Bolbeno bei Tione stammen und ganz und gar identisch mit Vorkommnissen der grauen Kalke von Roveredo, Loppio und Torbole sind. Dieselben wurden von Herrn Bergrath H. Wolf im Jahre 1857 gesammelt. Herr Bergrath Wolf war so freundlich, mir einen Einblick in seine Tagebücher aus jener Zeit zu gestatten, und ich darf hier wohl hervorheben, dass derselbe schon auf jenen Uebersichtstouren die Schichtfolge und die Lagerungsverhältnisse zwischen Tione und Ballino vollkommen richtig gedeutet und in einem Profile dargestellt hat, welches mit dem hier beigegebenen nahezu gänzlich übereinstimmt.

Val Gaverdina habe ich in der Region des Westflügels der Mulde nicht begangen, in seinem linken Seitenthale aber, jenem, in dem die Malga Lanciada liegt, findet man, wenn auch keine genügenden Aufschlüsse, so doch oberhalb jener Alphütte zahlreiche liassische Blöcke und Platten, unter welchen jene von Medolohabitus ebenfalls nicht arm an Petrefacten sind. Es stammen von hier:

Harpoceras cfr. *pectinatum* Menegh.

Stephanoceras aff. *muticum* d'Orb.

Phylloceras spec.

Pecten spec. (eine fast glatte, äussert zartgerippte Art)

Terebratula cfr. *Renieri* Cat. (kleines Exemplar).

Ich bemerke hiezu, dass alle diese Arten in einem und demselben Gesteinsstücke gefunden worden sind. Die angeführte Terebratula gleicht, abgesehen von ihrer geringen Grösse (11 Millimeter Länge) der Form der Rotzschichten vollkommen genau.¹⁾

Von der zuletzt besprochenen Stelle streicht der Lias durch die Westflanke des Monte Canbianc und ist in einem der prächtigsten Aufschlüsse entblösst im obersten Maracthale oberhalb der hochgelegenen Malga Ringia in dem steilen Kämme, welcher vom Cadria-Hauptgipfel zum Monte Flesch hinabläuft. Hier sind auch die tieferen hornsteinführenden Liaskalke wieder einmal besser aufgeschlossen. Ihre weitere Fortsetzung finden die liassischen Schichten unterhalb der obersten Abstürze der zusammenhängenden Masse des Monte Cadria und Monte Croina und oberhalb der Malga Lack ist der Thalboden ganz übersät mit den herabgestürzten Blöcken und Platten der Medologesteine, in denen man hier bei hinreichendem Zeitaufwande gewiss sehr Vieles sammeln könnte. Auf den abgewitterten Schichtflächen erblickt man allenthalben kleine in Brauneisenstein umgewandelte *Phylloceras*-Formen und zierlich gerippte Abdrücke von Harpoceraten.

Zwischen dem Monte Croina und dem Monte Nozzolo hindurch setzt von da aus die gesammte liassische Schichtfolge hinüber in's oberste Val Croina und lässt den Hauptkamm westlich liegen.

Diese obersten Anfänge des Val Croina sind schlecht aufgeschlossen und von Wiesenflächen eingenommen, überdies auch von grossen Schuttmassen erfüllt. Hier läuft der oft erwähnte Querbruch durch und

¹⁾ *Stephanoceras muticum* Orb. und *Monotis megalota* Mojs. werden von Cuvioni, Geologia, pag. 264, auch aus unterem Lias von Brescia citirt. Vielleicht stammen die Arten des Val Lanciada ebenfalls aus einem tieferen Niveau des Medolo!

jenseits desselben erscheint der liassische Zug ein Stück weiter gegen Südwest gertickt an den Abhängen der Cima Pallone wieder und ist von da östlich an der Malga Pallone vorbei bis gegen den vom Giovosattel herabkommenden Einschnitt verfolgt worden. Vom Nordgehänge der Cima Pallone stammen

Harpoceras cfr. *Boscense* Reyn.

Phylloceras spec.

Am Südgehänge desselben Gipfels wurde das Medologestein anstehend und ebenfalls ammonitenführend beobachtet. Weiterhin scheint der Grenzdolomit, der hier sehr mächtig wird, vielleicht bis in höhere liassische Ablagerungen heraufzureichen, oder der Lias so reducirt zu sein, dass er an der Kette zwischen Monte Giovo und Monte Rango im westlichen Flügel überhaupt nicht mehr nachzuweisen war, während er im östlichen Flügel dieses Gebirgsabschnittes, wie schon erwähnt, beobachtet wurde, und zwar in der Tiefe des Torrente Sache.

Eine kleine in gänzlich verstürzter Lagerung befindliche Partie liassischer und jurassischer Gesteine liegt an den untersten Gehängen des Chiesethales, nordöstlich vom Condino, in dem Winkel, welchen hier der Fluss südwestlich unterhalb der Alpe Caino bildet. Es sind hier sowohl unterliassische Hornsteinkalke, als auch Medologesteine anzutreffen; die Schichten fallen steil in's Gebirge und die ganze Partie, deren Ausdehnung eine sehr geringe ist, erscheint wie angeklebt am Hauptdolomite. In dem Medolo finden sich auch hier Spuren der in Brauneisenstein umgewandelten Ammoniten. Ob auch die wenigen Bänke grauer, dickbankiger Kalke östlich unmittelbar gegenüber Condino, neben der Brücke, etwa zu liassischen Ablagerungen gehören, musste unentschieden bleiben. Sie sind analog dem benachbarten Hauptdolomite vollkommen senkrecht aufgerichtet, haben aber weder mit diesem noch mit den herrschenden liassischen Ausbildungsweisen eine grosse Aehnlichkeit.

Lias am Gardasee.

Die liassischen, jurassischen und cretacischen Ablagerungen längs des Westufers des Gardasees habe ich bisher nur sehr flüchtig begangen, hauptsächlich den Zweck verfolgend, ihren Verbreitungsbezirk von dem der landeinwärts anstossenden Hauptdolomite abzugrenzen. Sie beginnen bekanntlich unterhalb Limone, und speciell liassische Schichten sind wohl schon unterhalb Ustecchio und von da bis gegen Gargnano am Ufer des See's vorhanden, reichen zwischen den Gebieten der Gemeinden von Tremosine und Tignale in der Schlucht des Torrente Campione bis gegen Sermerio aufwärts und sind ebenso im Val Vione erschlossen, welche letzteren Aufschlüsse unmittelbar mit der ausgedehnten Aufwölbung liassischer und jurassischer Ablagerungen des Monte Denervo zusammenhängen. Von da an reichen sie nach Süden bis gegen das Val Toscolano. Jenseits desselben herrscht regelmässige Ueberlagerung von innen gegen den Aussenrand des Gebirges und die Massen des Monte Pizzocolo, Monte Le Spina und La Marmera sind vor-

herrschend liassisch. Ich habe eine nähere Gliederung dieser Ablagerungen schon deshalb nicht durchzuführen versucht, weil die hier vertretenen Gesteine wieder einen von dem der nördlichen Vorkommnisse ziemlich abweichenden Charakter besitzen und wohl am besten im Anschlusse an die genauer bekannten liassischen Bildungen von Brescia zu studiren sein werden. Medologesteine nennt schon Curioni vom Monte Castello bei Tignale, woher er, Geologia, pag. 275 *Ammonites radians* und *Belemnites clavatus* citirt. Auch zwischen Muslone und Piovere trifft man diese liassische Facies und besonders mächtig entwickelt erscheinen die Medologesteine an den Südgehängen des Monte Pizzocolo; sie haben hier ganz den splittrigen, fleckenmergelartigen Habitus wie im Ledrogebirge und führen zahlreiche in Brauneisenstein umgewandelte Ammoniten, die, auf den hellen Gesteinsplatten ausgewittert, sofort in's Auge fallen.

Es erübrigt zum Schlusse dieser Darstellung der im begangenen Gebiete auftretenden liassischen Bildungen nur noch auf die Verschiedenheit der hier westlich vom Gardasee vorhandenen Faciesentwicklung gegenüber den „grauen Kalken“ von Südtirol hinzuweisen. Es dürfte in palaentologischer Hinsicht nicht angehen, diese „grauen Kalke“ ohne weiters den grauen Kalken des Ledrothals parallelisiren zu wollen, denn der *Harpoceras radians*, welcher im Museum zu Roveredo liegt und aus den *Chemnitzia-terebra*-führenden Schichten von Noriglio stammt, ist doch wohl zu schlecht erhalten, als dass man in ihm mit Bestimmtheit eine mittel- oder eine oberliassische Art erkennen könnte. Die Medoloschichten der Gaverdina gehören den oberen Partien der bisher für liassisch gehaltenen Ablagerungen in jener Gebirgsgruppe an. Ueber den Noriglio- und Rotzo-Kalken an der Etsch, insbesondere gegen Süden hin, lagern sich noch äusserst mächtig die Oolithe und gelben Kalke von S. Vigilio auf. Diese Entwicklung des Etschthals und des Monte Baldo reicht herüber über das Sarca-Thal und ist am Monte Lumason bei Ballino ebenfalls noch anzutreffen, während hier knapp daneben im Westen bereits die Ausbildungsweise des Monte Gaverdina auftritt. Es ist auf diese auffallenden Unterschiede zu beiden Seiten der Tiefenlinie von Ballino bereits an anderer Stelle hingewiesen (vergl. Verhandlungen, 1881, pag. 52) und daselbst auch des Fundes von oberliassischen Ammoniten, insbesondere des *Harpoceras bifrons* Brug. gedacht worden, welcher Fund aus jenen gelben Kalken, speciell aus Einlagerungen in diesen, die zunächst an die Murchisonae-Schichten des Caps S. Vigilio erinnerten, stammt. Sollte sich, woran ich kaum zweifle, eine vollständige Uebereinstimmung der Entwicklung in den Gebirgen zwischen Ballino und Arco mit jener des Etschthals und des Monte Baldo herausstellen, so würden auch noch die Bilobata-Schichten und die Oolithe von S. Vigilio ihrer weitaus überwiegenden Hauptmasse nach als liassisch zu gelten haben, was schon dann weniger überraschen wird, wenn man bedenkt, dass ja die unteroolithischen Murchisonae-Schichten bei Torri bereits über jener Hauptmasse der Oolithe und nahe unter den Posidonomyengesteinen der Klauszone liegen. Die Noriglio-Kalke mit der Flora von Rotzo würden

somit noch etwas tiefer, vielleicht in die unteren Theile des oberen oder selbst in den mittleren Lias hinabzuversetzen sein und man könnte sie dann immerhin im Ganzen und Grossen mit dem Medolo des Westens parallelisiren, da dieser ja neben oberliassischen auch mittel-liassische Faunenbestandtheile führt und nach Meneghini (Paragone palaeontologico dei vari lembi di Lias superiore in Lombardia 1875) wohl als eine Ablagerung von etwas höherem Alter als die oberliassischen rothen Ammonitenkalke der Lombardei zu betrachten ist. Es bliebe dann für die immer noch mächtigen Ablagerungen unterhalb der Rotzo- und Noriglio-Schichten, sowie für jene hornsteinreichen Kalke im Liegenden des Medolo als Aequivalent der brescianische „Corso“, den ja bereits Lepsius mit den *Ammonites-hungaricus*-führenden Kalken von Bezzecca vergleicht. In den brachiopodenführenden tiefsten Schichten südlich von Bezzecca könnte man vielleicht noch eine Vertretung des brescianischen „Saltrio“ vermuthen, um die Analogie vollständig zu machen.

Der Dogger würde demnach immer mehr und mehr restringirt, was übrigens mit allen bisher, sowohl in den Südalpen, als im Apennin, als auch im Bakonyerwalde (vergl. die Arbeiten von Zittel und Boeckh) gemachten Erfahrungen durchaus nur im Einklange steht. Die Murchisonae-Schichten von S. Vigilio (neuestens werden solche auch vom Südfusse des Monte Grappa bei Bassano citirt, vergl. Taramelli: Monogr. stratigr. e palaeont. del Lias nelle provincie venete 1880, pag. 33 und A. Secco: Guida geologica alpina di Bassano e dintorni pag. 98) bleiben bisher immer noch der einzige Repräsentant tieferen Doggers in den Südalpen. Wenn indessen Lepsius, pag. 129 ff. seine Schichten mit *Rhynchonella Clesiana* so ohneweiters mit Murchisonae-Schichten und zugleich mit den Schichten der *R. bilobata* parallelisirt, so dürfte dagegen doch insoferne ein Einwand zu erheben sein, als diese Rhynchonellenschichten der Gaverdina wohl nicht zunächst mit der sehr beschränkten Zone des *H. Murchisonae*, sondern in erster Linie wohl mit der gesamten Masse der *Bilobata*-Schichten Beneckes. resp. mit den gelben Kalken und hellen Oolithen des Monte Baldo und des Hochveronesischen in Parallele zu stellen sein würden. Für diese Parallelisirung spricht, wie ich glaube, das massenhafte Vorkommen der bezeichnenden Rhynchonellen in den gelben Kalken und Oolithen des Monte Baldo mindestens ebenso stark, als das Zusammenvorkommen der *Rh. Vigili* mit den Ammoniten der Murchisonae-Schichten bei Torri für die Gleichstellung dieses Horizonts mit den Rhynchonellenschichten westlich vom Gardasee¹⁾ spricht. Das Hinaufreichen der Rhynchonellen in die Murchisonae-Schichten würde eben als ein Beweis für die innige Verbindung dieser Schichten mit den oberliassischen Ablagerungen, welche Verbindung ja auch bereits für andere Gegenden betont wurde, gelten können.

In diesem Sinne und mit Rücksicht auf das Auftreten von *Harpoceras bifrons* in dem gleichaltrigen Niveau bei Tenno würden also die

¹⁾ Uebrigens führt Meneghini neuerlich in den Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., 9 März 1879, pag. LXXI, auch *Terebratula Lossii* und *Rhynch. Clesiana* Leps. aus den Murchisonae-Schichten von S. Vigilio an.

demnächst zu besprechenden Rhynchonellenschichten der Gaverdina-gruppe, welche Lepsius für typischen Dogger erklären zu können glaubte, höchstwahrscheinlich noch als dem oberen Lias zufallend zu gelten haben.

Rhynchonellenschichten.

Für dieses von Lepsius für Dogger erklärte Niveau erscheint aus den eben angeführten Gründen die vorläufige Anführung unter einem ganz indifferenten Namen am gerathensten. Wenn die schon von Lepsius betonte Uebereinstimmung dieser Ablagerungen mit den *Rhynchonella-bilobata* Schichten Benecke's richtig ist und wenn es sich bewahrheitet, woran ich kaum zweifeln kann, dass die Schichten mit *Harpoceras bifrons* von Tenno in den hangenderen Partien der gelben Kalke und Oolithe des Monte Baldo, deren Aequivalenz mit den Bilobataschichten schon Zittel hervorgehoben hat, liegen, so würden wir in der Hauptmasse der Rhynchonellenschichten der Gaverdina thatsächlich ebenfalls noch liassische Ablagerungen vor uns haben und eine etwaige Vertretung der Murchisonae- und Klaussschichten würde erst an der oberen Grenze derselben zu erwarten sein.

Die Brachiopodenarten der Rhynchonellenschichten der Gaverdina stimmen auf's Beste überein mit den in den gelben Kalken und Oolithen des Monte Baldo und des Hochveronesischen vorkommenden Formen. Unter den zwischen Rovere di Velo und Squaranto gesammelten Rhynchonellen befinden sich zahlreiche Stücke, die mit solchen vom Rivo Lecco bei Ballino vollkommen identisch sind; es sind das insbesondere die schärfergerippten Formen der *Rhynchonella Clesiana* Leps. Mit diesen zusammen sammelt man im Rivo Lecco wieder Formen mit gerundeteren Rippen, welche nicht so weit hinaufreichen, wie bei der vorher genannten Abart; das ist zugleich der Typus der *Rhynchonella Clesiana* vom Monte Baldo (vergl. Verhandlungen, 1878, pag. 399). Unterhalb der Malga Cengio rosso im Nord-Osten von Velo liegen wie bei Ballino beide Formen in denselben Schichten.

Die westlich oberhalb Ferrara am Monte Baldo vorkommende *Rhynchonella Vigilii* ist von der gleichnamigen Art des Rivo Lecco absolut nicht zu unterscheiden; selbst im äusseren Aussehen, resp. Erhaltungszustande gleichen beide einander zum Verwechseln, nur dürfte man in der Gaverdinagruppe selten so schön erhaltene Exemplare finden, wie sie am Monte Baldo häufig vorkommen. Im Hochveronesischen dagegen scheint die *Rhynch. Vigilii* sehr selten vorzukommen, indessen ist ein von dem Fundorte unterhalb der Malga Cengio rosso stammendes, von mir in den Verhandlungen, 1878, pag. 59, als der *Rhynch. triplicosa* Qu. zunächststehend angeführtes Exemplar auch nichts anderes als eine comprimirtere Form der *Rh. Vigilii*, wie sie sich am Monte Baldo neben den aufgeblähteren Stücken ebenfalls findet.

Dem petrographischen Charakter nach sind die Rhynchonellenschichten des Monte Gaverdina graue, dünn- oder dickbankige, sehr kieselreiche Gesteine, deren abgewitterte Oberfläche ausserordentlich rauh zu sein pflegt und die oft ein wahres Fossilzerreibsel vorstellen.

Die Organismen sind durchaus verkieselt, meist aber schlecht erhalten und nur einzelne Bänke innerhalb der ganzen Masse pflegen wohl-erhaltene Petrefacten zu führen.

Die Fauna ist, sowie jene der entsprechenden Schichten im Osten des Gardasees, eine äusserst artenarme. Wenn Lepsius, pag. 129, sagt: „Der grösste Theil des braunen Jura in unserem Gebiete ist gebildet aus einem grauen, feinoolithischen Kalksteine“, so gilt das wohl nur für die nordöstlichen und nördlichen Theile des von ihm begangenen Gebietes. In der Gaverdinagruppe dagegen ist von eigentlichen Oolithen innerhalb dieses Schichtcomplexes wenig oder nichts zu bemerken.

Verbreitung der Rhynchonellenschichten.

In der Scholle des Monte Pari ist zunächst die Gipfelmasse des Monte Pari als diesen Schichten angehörend eingezeichnet worden, und zwar nach der Angabe bei Lepsius l. c. pag. 258: „Auf der Höhe des Monte Pari stehen die braunen Jurakalke, graue Hornsteinkalke mit Crinoidenbänken, noch in ziemlicher Mächtigkeit an.“ Von der Bocca di Tratt kennt N. Dale diese Schichten, und zwar beobachtete er dieselben (pag. 45) südöstlich von der Alphütte gleichen Namens. Im Torrente Toffin und weiterhin westlich vom Lago di Tenno am Abhange des Monte Tovacio stehen diese Schichten in ansehnlichen Felswänden zu Tage und in zahlreichen losen Blöcken der Schutthalden darunter findet man leicht die charakteristische Rhynchonellenfauna. Insbesondere wird wohl die massige Wand westlich oberhalb der Sägemühle zwischen dem See und dem Dorfe Ballino (näher dem See) grösstentheils diesem Niveau zufallen; hier treten zum Theile schon hellergefärbte, klotzige Kalke auf, welche an die Ausbildungsweise der östlicher gelegenen Bilobataschichten erinnern; darüber, höher an der Strasse aufgeschlossen, liegen auch dunkle gebänderte Kalke und Mergelkalke¹⁾.

Der Scholle des Monte Toffin fällt zunächst der schon von Lepsius gekannte Fundpunkt im Rivo Lecco (Val Tenera) bei Ballino zu. Hier fand der genannte Autor (l. c. pag. 131) in den grauen brachiopodenreichen Kalken *Terebratula Lossii* Leps., *Rhynchonella Clesiana* und *Rh. Vigili* Leps. Nach seiner Mittheilung möchte man vermuthen, er habe diese Gesteine hier anstehend gefunden; ich habe in jenem Thaleinrisse nicht so weit vordringen können und musste mich begnügen, die Brachiopoden aus herabgeschwemmten Blöcken zu gewinnen.

Besser aufgeschlossen und leichter zugänglich sind diese Schichten im oberen Val di Concei, in der Umgebung der Glera, wo sie N. Dale zuerst auffand (l. c. pag. 48). Derselbe beobachtete hier, und zwar im nordöstlichen Seitengraben über dem ammonitenführenden Medolo eine massive Lage von dunkelgrauem Kalke, 30—50' dick, mit zwei Arten von *Rhynchonella*, zwei Arten von *Terebratula*, einem Ammoniten, einem

¹⁾ Ueber die Angaben von Lepsius bezüglich des Vorkommens dieser Rhynchonellenschichten bei Sta. Lucia im Val Ledro wolle man das beim Lias gesagte vergleichen.

Fischzähne, mit Echiniden und Pectines. Ueber diesen Schichten sah er noch eine grosse Masse dunkler Kalke mit dünnen Feuersteinlagen, in ihren unteren Partien mit dem Muschelkalkstein wechsellagernd, welcher auch hier noch Rhynchonellen und Pentacriniten führt. Die hier von N. Dale gemachte Angabe betreffs des Vorkommens von Ammoniten in diesen Schichten ist bisher vereinzelt geblieben. Lepsius sagt pag. 131: „Hier an der Glera, über den grauen Kalken mit *Amm. radians*, folgen dunkle Oolithe. Die Brachiopodenbänke darin sind reich an Versteinerungen; ausser den genannten Rhynchonellen (*Rh. Clesiana* und *Rh. Vigili* Leps.) und der *Terebratula Lossii* sind *Cidarisreste* häufig.“ Ich glaube nochmals hervorheben zu sollen, dass man von einer oolithischen Beschaffenheit der rauhen Kieselkalke, die die Rhynchonellenfauna führen, so gut wie nichts bemerkt. Auch N. Dale scheint diese oolithische Beschaffenheit entgangen zu sein. Vielleicht glaubte Lepsius diese Beschaffenheit nur mit Rücksicht auf das angenommene Doggeralter dieser Schichten gar so sehr betonen zu müssen?

Sehr gute Aufschlüsse bietet der Weg, welcher von der Glera zur Malga Gui hinaufführt. Hier liegen zu tiefst über dem Medologesteine die hornsteinreichen, grauen, mit sehr rauher Oberfläche verwitternden Brachiopodenkalke in zum Theile sehr mächtigen Bänken, sodann ein ansehnlicher Complex vorherrschend gebänderter, dunkler Mergelkalke, mit Crinoidentrümmergesteinen wechsellagernd und das höchste Schichtglied an dieser Stelle bildend. In den Rhynchonellenschichten beobachtet man ganze Bänke voll sehr schön erhaltener Exemplare der *Terebratula Lossii* in allen Wachstumsstadien, unter ihnen nur spärliche Rhynchonellen, welche wieder in anderen Bänken vorherrschen. Leider sind diese schön erhaltenen Stücke aus dem Gesteine deshalb schwer zu gewinnen, weil sie meist hohl und mit Quarzkrystallen erfüllt, daher ausserordentlich spröde und splittrig sind und bei der leisesten Erschütterung wie Glas zu zerfallen pflegen. Auch Arten von *Lima* fehlen hier nicht; es sind ganz ähnliche Formen, wie sie auch im Hochveronesischen, z. B. bei *Osteria Spiazzi* oberhalb Velo mit diesen Rhynchonellen vergesellschaftet vorkommen.

Weiterhin gegen Südosten habe ich weder in der mittleren noch in der westlichen (Cadria-) Scholle der Gaverdinagruppe die Rhynchonellenschichten selbst beobachtet. Dass sie übrigens nicht fehlen, geht aus den Angaben von Lepsius hervor, welcher sie (pag. 257) an den Hütten zwischen dem Monte Viesch und dem Monte Croina mit *Rhynchonella Clesiana*, *Cidaritenstacheln* und *Trochitenbänken* anstehend fand. Ich habe dieses Vorkommen nicht beobachtet, möchte aber vermuthen, dass dasselbe noch der Scholle des Monte Viesch angehört, obwohl das gerade hier ohne eigene Beobachtung schwer festzustellen ist, da zwischen Monte Viesch und Monte Croina der Croina-Pallone-Querbruch durchläuft, zu dessen beiden Seiten an dieser Stelle die Höhenlage der gleichaltrigen Schichten beider Schollen eine nur wenig verschiedene ist, wie man insbesondere an den oberjurassischen Hornsteinkalken der Cima la Cingla einerseits und des Monte Croina andererseits recht deutlich sehen kann.

In der Cadriascholle, der westlichsten innerhalb der Gaverdinagruppe, und zwar im Hauptzuge des Monte Cadria selbst habe ich nur im Norden die Rhynchonellenschichten mächtiger entwickelt angetroffen; zweifle aber nicht, dass sie auch längs der ganzen übrigen Erstreckung aufzufinden sein werden, indem beispielsweise an der Cima Pallone zwischen dem Niveau des Medolo und den bunten oberjurassischen Hornsteinkalken noch ein sehr ansehnlicher, schlechtaufgeschlossener Raum bleibt. Unter dem, Val Concei zugewendeten Absturze des Corno-Lomargipfels wurden diese Schichten übrigens schon durch N. Dale (pag. 47) nachgewiesen. Sehr auffallend, weil mächtig entwickelt, treten diese Schichten aber erst am Monte Turig, Monte Madrig, Monte Salvia und Monte Frisec auf, rings um das oberste Val Bolbeno; hier fehlen jüngere Ablagerungen und die Rhynchonellenschichten setzen für sich allein die Gipfel zusammen. Ihre Entwicklung ist nahezu dieselbe, wie unten im Val di Concei zwischen der Glera und der Malga Gui. Insbesondere beiderseits an den Gehängen oberhalb der Alphütte des Val Bolbeno, dann an dem Wege, der über den Kamm in's Val Zuclo führt, sowie am Nordwestabhange des Monte Salvia sind reiche Fundstellen der öfterwähnten Brachiopodenfauna zu verzeichnen. Monte Salvia und Frisec (sowie Monte Turig) gehören hier noch dem Ostflügel der Cadria-Synclinale, die übrigen Punkte schon dem Westflügel an. Aber auch weiter gegen Südwesten fehlen diesem Westflügel die Rhynchonellenschichten nicht; sie wurden insbesondere oberhalb Malga Lanciada in zahlreichen petrefactenerfüllten Blöcken gefunden und dürften auch wohl noch weiter gegen Süden, wenn auch hoch an den unzugänglichsten Stellen der Abhänge liegend und vielleicht nicht so petrefactenreich und typisch entwickelt, wie um die Gaverdinaspitze selbst, aufzufinden sein.

Oberjurassische Ablagerungen.

Ueber den eben behandelten Rhynchonellenschichten folgen im begangenen Gebiete Gesteine, in welchen noch die Vertretung des veronesischen *Ammonitico rosso*, oder genauer der Acanthicusschichten und des Diphyakalks ziemlich sicher nachweisbar ist. Die tiefern Partien der hieher zu zählenden Ablagerungen bestehen grösstentheils aus dünnbankigen, bunt, roth, grün und grau gefärbten Hornsteinen, innerhalb deren nur hie und da, besonders gegen oben einige Bänke von an die typischen Knollenkalke des *Ammonitico rosso* erinnernden Gesteins auftreten; darüber folgen compacte Massen dickbankiger bis klotziger, weissgefärbter, hornsteinreicher Mergelkalke von eigenthümlich muscheligen Bruche und marmor- oder porcellanartigem Aussehen, wodurch sich dieses Niveau von dem höher folgenden dünnbankigen und meist mehr mergeligem Kreide-Biancone, mit dem es übrigens stets nahezu untrennbar zu einer einzigen Felsmasse verbunden zu sein pflegt, unterscheidet. Unter jener Felswand der vereinigten Biancone- und Diphyaschichten pflegt man meist schon von weitem ein düster röthlich gefärbtes Band, den bunten Hornsteinkalken entsprechend, durchziehen zu sehen. Petrefacten sind in diesen Gesteinen, wie schon die Aus-

bildungsweise derselben vermuthen lässt, sehr selten und beschränken sich auf einige Aptychen, Belemniten und sehr spärliche Vorkommnisse meist ganz abgerollter Ammoniten. Von einer Unterabtheilung in palaeontologisch charakterisirte Zonen kann somit keine Rede sein, nur die petrographische Aehnlichkeit kann hier als Grund gelten, wenn man in jenen Ablagerungen die Vertretung beider der in den veronesischen Vorbergen und im Etschthale weitverbreiteten Horizonte der Acanthicusschichten und des Diphyakalks erblicken will. Auch östlich des Lago di Garda spielen ja Hornsteinbänke, beispielsweise an der Kette des Monte Magnone unterhalb Madonna della Corona, eine sehr grosse Rolle in den entsprechenden Niveaus. Die übrigen östlich vom Gardasee bisher nachgewiesenen Zonen der Transversariusschichten ¹⁾, der Klausschichten und der Murchisonaeschichten fehlen palaeontologisch im Westen des Sees bisher gänzlich, ob sie überhaupt vertreten sind, lässt sich gegenwärtig weder behaupten noch verneinen. Sie alle zusammen nehmen ja auch östlich vom See nur einen sehr beschränkten verticalen Raum ein und sind fast durchaus nur in localen Vorkommnissen nachgewiesen. Westlich vom Gardasee aber ist man schon in die Region der lombardischen Aptychenschiefer- und Majolica-Entwicklung, deren Petrefactenarmuth bekannt ist, eingetreten.

Doch gehen wir zur Darstellung der Verbreitung dieser Schichten über:

In der Scholle des Monte Pari fehlen den höchsten Erhebungen des Gebirges diese jungen Schichtglieder bereits vollständig. An dem rechten Gehänge des Val Grassi habe ich diese Ablagerungen nur an einer Stelle eingezeichnet, in der felsigen Kuppe des Monte Riva nämlich, an welcher, aus der Ferne gesehen, die klotzigen Massen des Diphyakalks anzustehen schienen. Diese Einzeichnung bedarf daher einer Bestätigung.

Am Wege von Lenzumo zur Bocca di Tratt erscheinen die oberjurassischen, bunten, vielfach gewundenen und verbogenen Hornsteinbänke und rothen Knollenkalke, sowie die darüber lagernden hellen, klotzigen Diphyakalke schon in nicht allzubedeutender Höhe über dem Hauptthale, an den niederen Gehängen zum Theil längs des nördlich davon liegenden Hauptdolomits der Vieschscholle aufgebogen, an der Höhe der Bocca di Tratt aber gegen den Grenzdolomit der Impichea-wand einfallend. N. Dale hat (pag. 45) diesen Weg ebenfalls gemacht. Nahe der Alphütte fand er in den rothen Kalken dieses Niveaus einige Belemniten. Auch er betont das gegen Nordwest gerichtete Einfallen der in Rede stehenden Schichten an der Passhöhe.

Diese oberjurassischen Ablagerungen setzen, wohl zum grössten Theile für sich allein, die Höhen des Fiescokammes jenseits Val Grassi zusammen. Schon auf dem Wege von Pranzo nach Campi hat man westlich und nördlich über sich die anstehenden rothen und grünen Hornsteine und darüber die klotzigen hellen Diphyakalke. Die Lagerung im Kamme des Monte Fiesco ist eine vielfach gestörte, die ganze Masse

¹⁾ Man vergleiche hier auch Uhlig: Ueber das Vorkommen der Transversariusschichten bei Roveredo; Verhandlungen der k. k. geolog. R.-A., 1830, pag. 275.

ist hin- und bergewunden und die Schichten steigen im Allgemeinen gegen den Gipfel des Monte Fiesco an; derselbe wird gebildet von einer engen Synclinale mit nahezu senkrecht aufgerichtetem Nordwestflügel. Ein rothes Band zieht nicht allzutief unter dem Gipfel durch, nahe darunter eine massige Bank, wie sie für die Rhynchonellenschichten dieser Gegend charakteristisch zu sein pflegt. Der Gipfel selbst ist, ohne Zweifel, Diphyakalk und wohl auch noch ein Rest von Biancone. Von da an heben sich die Schichten immer noch gegen Nordwesten, bis sie endlich mit plötzlicher steiler anticlinaler Umbiegung unter die rhätischen Mergel des oberen Val Toffin einschiessen. Hier an der Grenze beider Schollen sind die obersten Schichten, vom Rhynchonellenkalke aufwärts, äusserst reducirt in ihrer Mächtigkeit, scheinbar verdrückt oder durch die muthmassliche Ueberschiebung der Impichea-Toffinmasse abgeschürft. Weiterhin nach Südost von dieser Bruch- und Ueberschiebungslinie, am Abhange des Monte Vender und Monte Leone erscheinen die oberjurassischen Schichten wieder in voller Mächtigkeit und sind bis an den Ausgang des Rivo Lecco unterhalb Ballino zu verfolgen. Von da an ziehen sie mit sehr steilem Ostfallen an der linken Thalseite hinab und durch den niedrigen, dem Monte Lumason vorgelagerten Bergrücken hindurch zum See, um endlich noch einmal oberhalb der Strassenbrücke am linken Ufer des Torrente Toffin zu erscheinen, wo sie in sehr zerrütteten, nahezu schuttartigem Zustande anstehen. Jenseits der Störungslinie des Thals von Ballino liegen über den allseitig gegen das Thal einfallenden gelben Kalken und Oolithen des Monte Lumason hie und da zwischen Ballino und dem See Schollen rother Knollenkalke, die zum Theile oder ganz dem eben besprochenem Niveau angehören.

Scholle des Monte Toffin und Monte Viesch. In der Toffinmasse sind mir keine Vorkommnisse oberjurassischer Schichten bekannt geworden. Sie könnten den tektonischen Verhältnissen nach nur auf den Höhen des Kammes gegen Cima Tenera liegen; ich habe indessen an dieser Stelle nichts derartiges gesehen. Erst jenseits Val di Concei, zwischen dessen oberstem Graben und dem von der Cima Lanciada herabkommenden Seitenthälchen dürfte auf der Höhe noch ein Rest von bunten Hornsteinkalken zu finden sein, da sowohl gegen die Glera hin als im Seitengraben an den entsprechenden Gehängen zahlreiche lose Blöcke dieses Niveaus zu finden sind. Auf der benachbarten Höhe im Südwesten, dem Monte Midelar, beobachtet man vom Abstiege durch den erwähnten, von der Cima Lanciada herabkommenden Seitengraben aus eine ganz deutlich in synclinalen Sinne geformte Masse von oberjurassischen und cretacischen Bildungen und in der Tiefe jenes Grabens sammelte schon N. Dale (l. c. pag. 50) in vom Monte Midelar herabgestürzten Trümmern jener Gesteine einen breitgeformten Aptychus und einen Belemniten. Im nächstfolgenden Thale dieser Seite (dem Val Lomar N. Dale's) liegen diese höheren Horizonte schon so tief, dass sie noch im Thalgrunde selbst anstehen.

In seinem unterem Theile durchquert diesen Bach eine synclinale Schichtfolge von *Ammonitico rosso* und Hornsteinen von bunter Färbung, von Diphyakalk und von Biancone mit ziemlich steil nach Nordwest fallendem südöstlichem und völlig senkrecht aufgerichtetem nordwestlichem

Schenkel. N. Dale (l. c. pag. 46) hat auch dieses Thal besucht und hier über dunkelgrauen Kalken mit dünnen Feuersteinlagen (ohne Zweifel den Rhynchonellenschichten, welche am Thalausgange anstehen) dunkelrothe Kalke mit grünem und rothem Feuerstein, darüber lichtere, compacte Kalke von marmorartigem Aussehen beobachtet. Höher im Thale sah N. Dale wieder eine ähnliche Masse von rothem Kalk mit Feuersteinen von derselben Art und Schichten ganz aus dunklen Hornsteinen bestehend. Diese beiden zuletzt beobachteten Niveaus sind gänzlich vertical aufgerichtet, während die weiter abwärts im Bache beobachteten Schichten nach Nordwest einfallen. In den oberen, vertical stehenden rothen Schichten fand N. Dale den Abdruck eines kleinen Ammoniten, dann zahlreiche Aptychen und wenige Belemniten. Indem er diese Beobachtungen zu einem regelmässigen Profile vereinigt (pag. 48), gelangt N. Dale zur Aufstellung einer unrichtigen Schichtfolge, in welcher über den innersten und hangendsten Massen der Mulde, über seinen lichten Marmoren, welche ohne Zweifel dem Diphyakalke und Biancone entsprechen, nochmals rothe feuersteinführende Kalke und Feuersteinlagen erscheinen. Die Glieder 7 und 8 seiner Schichtfolge (auf pag. 50) sind daher zu streichen, denn sie fallen mit Nr. 5 derselben Schichtfolge zusammen. Bei Lepsius sucht man vergebens nach einer Andeutung aller dieser Vorkommnisse. Die Synclinale der obersten jurassischen und cretacischen Bildungen des Val Lomar, oder was dasselbe bedeutet, der an der Cadriascholle aufgebogene Rand der Toffinscholle, setzt über den Monte Meris in's Val Viesch hinüber fort und ist hier derart von dem Croina-Pallone-Querbruche abgeschnitten, dass der Rücken zwischen den beiden obersten Gräben des Val Viesch, an dessen Südseite der Fussweg zu den Viesch-Alpen hinanführt, noch den jüngeren Bildungen des Monte Meris zufällt, während jenseits des Grabens an den Abhängen des Monte Viesch selbst rhätische Schichten anstossen und von der Ferne gesehen im Streichen und Fallen die unmittelbare Fortsetzung der cretacischen Ablagerungen des Monte Meris zu bilden scheinen. Tiefer thalabwärts stösst der Biancone an Hauptdolomit, indessen sind zwischen beiden an der linken Thalseite auch noch Spuren der bunten Hornsteinkalke zu beobachten. Ob in dem senkrecht aufgerichteten Nordwestflügel hier noch, wie im Val Lomar, *Ammonitico rosso* auftritt, habe ich nicht constatirt; der Wasserfall im Hintergrunde des Val Viesch stürzt über eine Schichtfläche von Biancone herab.

Um die Fortsetzung der hier besprochenen Vorkommnisse zu finden, muss man die Höhe des Sattels zwischen Monte Viesch und Monte Croina ersteigen. Hier liegen diese Schichten in der Kammhöhe der Cima la Cingla und ziehen über den Monte Cava in's unterste Croinathal hinab, wo sie nicht weit oberhalb Tiarno di sotto anzutreffen sind. Dieses Vorkommens erwähnt auch Lepsius, pag. 132 und pag. 256. In den rothen Kalken sammelte er *Perisphinctes contiguus* Cat. spec., *Aptychus latus* Mer., *Aptychus punctatus* Voltz und *Aptychus Beyrichii* Opp., sowie Belemniten. Leider ist aus der Lepsius'schen Darstellung nicht zu entnehmen, ob er diese Petrefacten oberhalb Tiarno im Thale oder hoch oben am Fusssteige unterhalb der Croina gesammelt hat; pag. 132 scheint für letztere, pag. 257 für erstere

Annahme zu sprechen. Auf jeden Fall ist seine Darstellung dahin zu berichtigen, dass der von Tiarno über den Monte Cava und unterhalb der Cima la Cingla hinaufziehende Zug von *Ammonitico rosso* nicht unmittelbar mit dem Zuge gleichen Gesteines in der Kette des Monte Croina und Monte Cadria zusammenhängt, denn zwischen der Cinglaspitze und der Croina läuft der Querbruch hindurch und der Unterschied in der Höhenlage, in welchem die Hornsteine und rothen Kalke unter beiden Gipfeln auftreten, ist, wenn auch nicht sehr gross, doch immerhin so bedeutend, dass er jedem Beobachter sofort auffallen muss. Wie schon erwähnt, ist aber die tektonische Fortsetzung jener Gebilde der Cima la Cingla nicht im Monte Croina, sondern in der Tiefe des Val Viesch zu suchen.

Bleiben wir in der Verfolgung der oberjurassischen Schichten gleich am Ostabsturze des Monte Croina stehen, so ist vor Allem zu bemerken, dass der von der Vieschalpe zur Croina hinaufführende Fussweg unterhalb der obersten Felsmassen zunächst in die bunten Hornsteinlagen einschneidet; über ihnen folgt in geringer Mächtigkeit rother Kalk- und Aptychenschiefer (von hier können vielleicht die oben nach Lepsius citirten Fossilien stammen) und sodann der klotzige porcellanartige Diphyakalk und der Biancone der Kreide. Alles fällt sehr steil gegen Nordwest. Der rothe Streifen ist unterhalb der Felswände des Cadria weiterhin gegen Nordosten zu verfolgen. Im obersten Anfange des Maracthales, unter dem Cadriagipfel selbst, reicht dieser Zug schon über den Kamm nach Westen hinüber. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich in der Scharte zwischen Corno Lomar und Cima Lanciada; nordöstlich von dieser letztgenannten Spitze überschreiten die oberjurassischen Bildungen des Ostflügels ein letztes Mal den Kamm, um zwischen Val Lanciada und Val Gaverdina ihr nördliches Ende zu erreichen. Jenseits Val Gaverdina zwischen Monte Turig und Monte Madrig dürften kaum mehr Spuren derselben in der Axe der Synclinale nachweisbar sein. Wenn Lepsius pag. 257 sagt, dass die Mulde von Jura- und Kreideschichten des Cadriagrates nach Nordost fortstreicht, stets den Kamm bildend, über Corno Lomar zum Monte Gaverdina und Monte Tenera, und diesem Ausspruche auch auf seiner Karte Rechnung trägt, so hat er das, was die beiden letzten Gipfel betrifft, wohl nur vermuthet und es hätte genügt, wenn er über die Verbreitung jener Bildungen in der angedeuteten Richtung sich etwas weniger bestimmt geäußert hätte.

Südwestlich oberhalb der Malga Gaverdina erfolgt für die oberjurassischen Schichten der Cadria-Mulde die Umbiegung aus dem steil nordwestlich fallenden östlichen in den senkrecht aufgerichteten westlichen Flügel. Das Fortstreichen dieser Schichten im westlichen Flügel ist demnach ein nahezu geradliniges. Das Hornstein-Niveau hie und da in Verbindung mit wenig mächtigen rothen Knollenkalken, die zum Theile Feuersteincinschlüsse von bizarren Formen führen, gibt auch hier einen sehr guten Leithorizont ab, welcher überall als Grenze zwischen den mächtigen, vorherrschend dunkelgefärbten Massen im Liegenden und den hellgefärbten Diphyakalken und Bianconeschichten im Hangenden scharf hervortritt. Die Hornsteinkalke ziehen südöstlich vom Gipfel des Monte Canbianc durch, sowie südöstlich oberhalb der

Malga Ringia des obersten Maracthales, sind zwischen Monte Croina und Monte Nozzolo in Spuren ebenfalls nachzuweisen und streichen von da in's oberste Val Croina hinab. Durch den Croina-Pallone-Querbruch ebenfalls verschoben, setzen sie auf der Höhe zwischen Val Croina und Cima Pallone wieder an, laufen an den Ostabhängen der Cima Pallone durch, und über die Montagna di sopra bis in die obersten Anfänge des Torrente Sache. Hier ist auch der östliche Flügel so tief hinab aufgeschlossen, dass die Hornsteinkalke in demselben erscheinen. Längs der Querstörung von Tiarno-S. Lorenzo ziehen die hangendsten Schichten der Pallone-Giovokette, also die oberjuras-sischen Hornsteinkalke, Diphyakalke und der Biancone, hinüber bis in's Chiesethal, wo die Hornsteinkalke speciell unmittelbar am linken Chiese-Ufer unter der Kapelle S. Lorenzo bei Condino anstehen.

Nordöstlich von Condino endlich liegt noch in dem bereits erwähn-ten isolirtem Vorkommen liassisch-jurassischer Schichten eine kleine Partie der bunten Hornsteine.

In einer ganz ähnlichen Entwicklung treten diese Schichten auch in der Scholle westlich des Garda-See's auf. Jedoch habe ich diese Gegenden viel zu flüchtig besucht, als dass ich eine genauere Darstellung ihrer Verbreitung geben könnte. Es sei nur hervorgehoben, dass hie und da auch Knollenkalke von weisser Farbe mit grünlichen Mergelbeschlügen, welche ausserordentlich der Südtiroler Entwicklung des Diphyakalks gleichen, sich finden, so am Monte Castello bei Tignale und in der Nähe von Terra di Sasso oberhalb Gargnano. In dem letztgenannten Orte sah ich in einer Mauerplatte solchen Kalkes auch gerollte Ammoniten (*Haploceras* cfr *Staszyczii*).

Kreide-Ablagerungen.

Die innerhalb des begangenen Gebietes auftretenden Kreide-Ablagerungen sind mit Ausnahme der Gegenden am westlichen Ufer des Garda-Sees nur mehr in beschränkter Verbreitung anzutreffen und bestehen, so wie in den östlich angrenzenden Südtiroler und venetianischen Districten aus zwei petrographisch einander ziemlich nahestehenden, fast nur durch ihre Färbung unterschiedenen Gliedern, deren unteres, der hellgefärbte Biancone, auch noch durch einen beträchtlichen Gehalt an Hornstein ausgezeichnet ist. Sowie von dem unterlagernden Diphyakalke, so ist der Biancone auch von dem oberen cretacischen Gliede, der meist grell gelbroth gefärbten Scaglia, nicht scharf zu trennen. Während in den nördlicheren Abschnitten, also speciell in der Gaverdinagruppe, der Biancone stellenweise eine sehr ansehnliche Mächtigkeit bei gleichzeitiger Abnahme der Scaglia erreicht, tritt längs des Westrandes des Garda-Sees gerade das umgekehrte Verhältniss ein, die Biancone-Ablagerungen erscheinen hier stark reducirt, stellenweise fast fehlend und die Scaglia tritt in enorm mächtigen Massen auf. Man wird also wohl kaum fehlgehen, wenn man diese beiden cretacischen Ausbildungsweisen nicht als fixe Horizonte, sondern vielmehr als einander theilweise vertretende Faciesbildungen ansieht. Die Fossilarmuth der cretacischen Ablagerungen westlich vom Lago di Garda scheint

eine noch grössere zu sein als östlich von jenem See; im Biancone findet sich hie und da ein *Aptychus*, innerhalb der im Hochgebirge gelegenen Reste dieser Ablagerungen wird ausserdem jede Spur besser erhaltener Organismen durch die starke Fältelung und Biegung der Schichten, die von einer weitgehenden Zersplitterung, Verrutschung der einzelnen Trümmer und Wiederverkittung der Fragmente durch Kalkspathadern begleitet ist, verwischt. Auch Lepsius (pag. 134) nennt nur das Vorkommen von *Aptychus Didayi Coqu.* im Biancone des Monte Cadria. Ich fand Aptychen im Val Lomar und bei San Lorenzo unweit Condino. Bei Pregasio unweit Tremosine am Garda-See sammelte Lepsius (pag. 250) im Biancone Ammoniten, Nautilen, Aptychen und anderes. Die als Scaglia auftretende Kreide scheint noch weitaus fossilärmer zu sein. Im Folgenden sei die Verbreitung der cretacischen Bildungen im Bereiche des Aufnahmegebietes kurz skizzirt:

In der Pari-Scholle des Gaverdina-Gebirges liegt Kreide nur in der Umgebung des Thales von Ballino. Zunächst dürften Reste von Biancone wohl am Gipfel des Monte Fiesco nachzuweisen sein. Ausgebreiteteren Partien begegnet man auf den Höhen des Monte Vender (Monte Tovacio), von wo sich diese Schichten in nordöstlicher Richtung über den Monte Leone gegen Ballino hinabsenken. Schon im oberen Torrente Toffin sind Spuren von Scaglia an der Bruchlinie unterhalb der rhätischen Mergel und Kalke nachweisbar; diese oberen cretacischen Bildungen nehmen gegen Ballino hin an Mächtigkeit und Oberflächenverbreitung sehr rasch zu. Ballino selbst liegt noch in Biancone, über dem im Westen allenthalben hohe Schichtmassen von Scaglia durch ihre grelle Färbung sich bemerkbar machen. Der Kniefalte des Thals von Ballino entsprechend zieht der sehr gewundene oder senkrechte Schichtstellung zeigende östliche Flügel des Biancone von jener Ortschaft in fast südlicher Richtung am Fusse des Monte Lumason gegen die Nordostecke des Sees von Tenno hinab und wird hier bei völlig verticaler Stellung im Osten noch von einem Reste von Scaglia und Eocän begleitet. Die Fortsetzung dieses Flügels kann man sogar noch oberhalb der Strassenbrücke über den Torrente Toffin an dessen linkem Ufer constatiren, in welcher Stelle ebenfalls Reste von sehr zerrüttet aussehendem Biancone anstehen — eine Art Verbindung mit dem Fiesco-Gipfel herstellend. Von da in südöstlicher Richtung scheint der Fiesco-Kamm gegen das Thal von Pranzo durch eine Bruchlinie abgeschnitten zu sein. Südlich oberhalb Pranzo liegt noch eine Partie von Biancone, an die tieferen (oberliassischen?) Schichten des Tombio-Absturzes anscheinend angepresst. Die unterhalb der Strassen-serpentinien gegen die Varone-Schlucht hin auftretenden Reste von Kreide gehören jedenfalls schon zu den östlichen Gebirgsabschnitten. Nördlich von Ballino verschwindet der Biancone und die Scaglia bildet westlich der Strasse den Fuss des Monte Cogorna, streckenweise so vollständig von Dolomitschutt überrollt, dass man in anstehenden Dolomitmassen sich zu befinden glauben könnte. Noch nördlicher stellt sich auch Eocän ein.

In diesen Regionen scheinen die Längsbruchlinien, welche die einzelnen Schollen der Gaverdina-Masse trennen, ihr Ende zu erreichen, zum Theil vielleicht auch sich zu vereinigen, so dass es ohne sehr

genaue Detailaufnahmen schwer wird, zu entscheiden, ob die nördlich von Ballino sich ausbreitenden Scaglia-Massen als der mittleren Scholle, in deren Fortsetzung sie liegen, zufallend anzusehen seien, oder ob sie der Scholle des Monte Pari, mit welcher sie unmittelbar zusammenhängen, angehören — ja man kann sie vielleicht sogar für die hangendsten Schichten des Monte Misone im Osten des Thales halten, da sie mit dessen Schichtstellung im Einklange zu stehen scheinen. Die tektonischen Verhältnisse der Umgebung von Ballino sind jedenfalls äusserst complicirte und ich zweifle nicht, dass eine sehr genaue Begehung dieser Gegend noch eine Reihe der interessantesten Resultate liefern würde.

In der mittleren Scholle des Gaverdina-Gebirges sind Vorkommnisse von Kreideschichten zu verzeichnen zunächst am Monte Midelar und Monte Meris, westlich von Val di Concei. Sie bilden hier die hangendsten Glieder des an der Cadria-Masse aufgebogenen Randes der mittleren Scholle, beziehungsweise Reste der ursprünglich an der Grenze beider Schollen gelegenen Synclinalen.

Spuren von Scaglia schienen mir noch an der Höhe des Monte Midelar zu existiren; in bedeutenderer Verbreitung ist dieselbe am Monte Meris, gegen das Vieschthal hinab und in voller Mächtigkeit in diesem Thale selbst zu treffen, da hier noch ein letzter Rest von eocänen Bildungen in der Axe der Mulde auftritt. Die Fortsetzung dieser Bildungen ist am Westgehänge des Zuges der Cima la Cingla und des Monte Cava zu verzeichnen, von wo aus der mächtig entwickelte Biancone in's Val di Croina hinab einfällt und hier regelrecht von einem schmalen Zuge von Scaglia sowie von Eocän überlagert wird, welche Bildungen jenseits der Wiesengründe des mittleren Val Croina an den hier ebenfalls aus Biancone bestehenden Felsmassen des Pallone-Giovo-Kammes scharf abstossen.

In der westlichen Scholle, jener des Monte Cadria, treten Biancone-Schichten in synclinaler Lagerung auf den Gipfeln auf, und zwar im Norden zuerst südöstlich oberhalb der Malga Gaverdina (westlich vom Hauptkamme), von wo an sie in ununterbrochenem, allerdings stellenweise sehr eingeschnürtem Zuge über die Spitzen der Cima Lanciada und des Corno Lomar zum Hauptgipfel des gesamten Gaverdinagebirges, dem Monte Cadria (2250 Mt.) ziehen, um von hier aus gegen den Monte Croina hin in beträchtlicherer horizontaler Verbreitung eine Art Hochmulde zu bilden. Von dem querkammartig hervortretenden Croina-Rücken senken sie sich, durch den Croina-Pallone-Querbruch abgeschnitten, derartig gegen die Tiefe des Val Croina hinab, dass an der Stelle, wo der Bach durch eine Felsschlucht aus seinem Oberlaufe in die Eocän- und Kreidebildungen des Cingla-Cava-Kammes eintritt, der Westflügel des Biancone des Cadriazuges mit dem Ostflügel der in der Pallonekette auftretenden Biancone-Massen unmittelbar zusammenhängt. Hier oberhalb des Val Croina reichen die Aufschlüsse im Ostflügel der Pallone-Kette überhaupt nur bis in den Biancone hinab, erst weiter im Südosten in den Aufschlüssen des Torrente Sache und seines linksseitigen Nebenbaches sind auch jurassische Ablagerungen erschlossen. Die obersten und jüngsten Bildungen der Pallone-Giovo-Kette, also der oberjurassische Hornsteinkalk, der Dyphia-

kalk und der Biancone (Scaglia scheint in dieser Kette nirgends mehr vorhanden zu sein) ziehen in einer ganz merkwürdigen Weise längs des Querbruchs des Torrente Sache gegen Südwest in's Chiese-Thal hinüber und ihre Schichten sind längs dieser Erstreckung in einer geradezu abenteuerlichen Weise durcheinandergewunden. Sie übersetzen den Kamm etwa in der Höhe des Monte Rango der Karte, und sind unmittelbar unterhalb dieses Gipfels in den wilden, gegen Condino hinabziehenden Schluchten an zahlreichen Stellen aufgeschlossen, mitten zwischen Dolomitmassen eingekeilt. Sein Ende erreicht dieser merkwürdige Gesteinszug erst unmittelbar am Chiese in der Anhöhe, auf welcher die Capelle S. Lorenzo südöstlich von Condino erbaut ist. Ich bin überzeugt, dass es für Jedermann, der diese Gegenden zu geologischen Zwecken besucht, zu den allerunerwartetsten und überraschendsten Wahrnehmungen gehören wird, wenn er innerhalb der das Chiesethal zwischen Storo und Plubega einfassenden Hauptdolomit-Wände an einer einzelnen isolirten Stelle, bei S. Lorenzo, plötzlich auf Kreideschichten stösst, welche sich, von jenseits des Chiese gesehen, nicht im Geringsten von den Massen des Hauptdolomits abheben, so dass man erst, an Ort und Stelle angelangt, sich von deren Auftreten zu überzeugen im Stande ist. Und die durch dieses Vorkommen hervorgerufene Ueberraschung wird sicherlich nicht verringert, wenn man den Verlauf dieses Gesteinszugs weiter zu verfolgen in die Lage kommt. Ich glaube nicht, dass es leicht sein dürfte, eine andere Erklärung für das Vorhandensein dieses Gesteinszuges zu finden, als jene einer Schleppung der hangendsten Schichten des Cadria-Zuges längs der Querbruchlinie, die hier in der Richtung S. Lorenzo—Tiarno durchläuft, und zwei vollständig verschieden gelagerte Gebirgsschollen von einander trennt. Die Fortsetzung der Cadria-Scholle würde man sich demnach theoretisch als westlich der Roccapagana-Masse (etwa in der Erstreckung des Chiesethales von Condino abwärts) liegend vorzustellen haben.

Kreide-Ablagerungen am Westufer des Garda-See's. Am westlichen Ufer des Garda-See's nehmen Kreideablagerungen weite Oberflächen ein. Sie beginnen im Norden auf der Terrasse, welche die beiden Orte Ustecchio und Voltino trägt, hier nur mehr als Biancone entwickelt, während die Scaglia bereits abgewaschen ist. Jenseits des tiefeingerissenen Abflusses des Val Bondo erreichen sie eine mächtigere Entwicklung im Gebiete von Tremosine. Sie reichen von der bei Priezzo und Sompriezzo durchlaufenden Hauptdolomitgrenze, über den Ort Tremosine selbst, weiterhin über Ariaso, Pregasio, Cadignano und am Torrente Campione bis oberhalb Sermerio hinauf, im Halbkreise einen zwischen Priezzo und Sermerio gegen den See sich vorschiebenden Rücken von Hauptdolomit umgebend und scheinbar unterlagernd. Von Pregasio erwähnt Lepsius das Auftreten von Cephalopoden im Biancone. Oberhalb Sermerio am Eingange des Val di S. Michele wird der Biancone zum Theil sehr dünn-schichtig und mergelig und führt zahlreiche Fucoiden. Die Scaglia ist im Gebiete von Tremosine mächtig entwickelt. Jenseits des Torrente Campione und zwischen diesem und dem Val di Vione schiebt sich ein zweiter, mächtigerer Hauptdolomit Rücken gegen den See vor und reicht mit seiner Spitze nahezu bis zu dem Anstiege

des Monte Castello. Es ist der Rücken des Monte Asino und Dosso Piemp. Auch dessen Fuss wird rings von Scaglia umgeben. Schon westlich gegenüber Sermerio, noch nördlich vom Einrisse des Val della Tegnalgia erscheint ein Rest von Biancone, gegen Prabione hin folgt bald Scaglia; beide schlingen sich in schmalem Zuge zwischen der Spitze des Dosso Piemp und den oberjurassischen Schichten des Mte. Castello durch, um jenseits im Gebiete von Tignale wieder ausgebreitetere Flächen einzunehmen. Längs des linken Ufers des Torrente Vione verfolgt man die Kreideschichten weit in's Gebirge hinein; sie lagern über den jurassischen Bildungen des Aufbruches des Monte Denervo, die in der Tiefe des Val Vione erschlossen sind und bilden insbesondere in der Gegend der Wasserscheide zwischen Val Vione und Val Costa ausgedehnte Wiesengründe, welche gegen Nordosten an der Hauptdolomitzette des Monte Asino, im Nordwesten an der Hauptdolomitzette des Monte Sernifa und Monte Apennino scharf abstossen. An einer Stelle, nahe südwestlich vom Monte Sernifa wird diese Dolomitzette so niedrig, dass man über ihre Einsattlung weg von der erwähnten Wasserscheide in's Val Vestino hinüberblicken und die Cima Monga sowie die grünen Wiesenflächen zwischen Cadria und Magasa wahrnehmen kann. An dieser Stelle reicht die Scaglia nahezu bis zur Sattelhöhe jener Dolomitzette. Das Thal von Costa ist bis gegen oder über Passano hinab in Kreidebildungen eingeschnitten; von jener Stelle an aber scheint die Grenze zwischen Kreide und Hauptdolomit gegen Süden abzulenken, die Kuppe des Monte Magno (Hauptdolomit) westlich lassend und über einen niedrigen Sattel in das nächstsüdliche Seitenthal des Torr. Toscolano hinüberzuziehen. In diesem wendet sich die Scaglia, am Südfusse des Monte Magno hinstreichend, wieder thalabwärts, aber nur für kurze Erstreckung, denn bald biegt sie in den vom Monte Avertil kommenden, rein nördlich verlaufenden Seitengraben ab und zieht in ihm südwärts hinauf, im Westen scharf an Hauptdolomit abstossend. Sie überschreitet die hohe Einsattlung westlich des Monte Avertil und wendet sich wieder in südwestlicher Richtung zum Torrente Toscolano hinab, dessen Tiefe sie bei einer Mühle nahe unterhalb der Einmündung des Val dei Campeï erreicht. Von dieser Stelle an längs des hier durchlaufenden Querbruchs bis zur Mühle Camerati thalabwärts ist cretacisches Terrain stellenweise auch noch am rechten Ufer des Toscolano zu finden; von Camerati an läuft der Bruch am Monte Castello vorbei hinüber gegen S. Pietro d'Agrino am See.

Zwischen den genannten beiden Mühlen im Toscolanothale tritt der Zug des Monte Avertil an den Fluss heran, hier aus sehr gewundenen Biancone-Schichten bestehend, mit steilerer Schichtstellung im südöstlichen Flügel. An den sehr abschüssigen Gehängen dieses Zuges setzt der Biancone mit immer mehr zunehmender Aufrichtung der Schichten fort über Terra di Sasso gegen Muslone. Nach aussen von ihm liegt ein Gebiet von Scaglia von im Allgemeinen muldenförmiger Lagerung, doch so, dass die Synclinale im Südwesten freier und flacher liegt, gegen Nordosten dagegen immer enger und enger zusammengepresst wird, so dass sie unter den Abstürzen der Cima Comaro einen völlig senkrecht aufgerichteten bis überkippten nordwestlichen Flügel besitzt. In der Gegend von Muslone erreichen diese innersten Schich-

ten der liegenden Synclinale ihr Ende. Jenseits des Bruchs am unteren Toscolano bilden cretacische Schichten in regelmässiger Ueberlagerung den Aussenrand des Gebirgs und erstrecken sich, flachere Vorberge bildend, über das Gebiet der Gemeinden Gaino, Madino und Sarniga zum unteren Chiesethale, über welches hinaus ich dieselben bisher nicht verfolgt habe. Längs dieser ganzen Erstreckung ist ein Wiederaufbiegen dieser Schichten gegen den See und ein ziemlich steiles Einfallen gegen das Gebirge constatirt worden. Man hat es also auch hier wieder offenbar mit einer Längsbruchlinie zu thun.

Eocäne Ablagerungen.

Nur mehr äusserst spärlich treten im Bereiche meines Aufnahms-terrains eocäne Bildungen auf. Ein äusserst geringer Rest solcher begleitet die Kreideablagerungen am nordöstlichen Winkel des Lago di Tenno. Etwas verbreiteter und mächtiger erhalten sind eocäne Schichten am Fusse des Monte Cogorna über der Scaglia-Masse von Ballino. Man trifft dieselben insbesondere am Fahrwege von Ballino gegen Tione, besonders westlich oberhalb des Torfmoors von Fiave. Es sind vorherrschend Mergel von zum Theil flyschartigem Charakter, in einzelnen Bänken zahlreiche Nummuliten, die meisten von geringer Grösse, führend.

In der mittleren Scholle des Gaverdina-Gebirges sind eocäne Ablagerungen ebenfalls noch an zwei Stellen zu finden. In schon sehr geringer Mächtigkeit liegen solche noch in der Axe der Synclinale des Val Viesch nordwestlich von Lenzumo. Mächtiger dagegen und ausgedehnter trifft man dieselben auf den wiesentragenden, flachen Anhöhen zur rechten Seite des mittleren Val Croina, wo sie regelrecht über der Scaglia folgend gegen Westen, resp. Nordwesten einfallen und am Biancone des Pallone-Zuges abstossen (vergl. Profil IX und X).

Sie sind hier durchaus flyschartig entwickelt, mergeligsandig, nahezu ohne Kalkbänke: nur eine breccienartige Bank von mehr kalkigem Charakter wurde bemerkt, die lebhaft an ein analoges Vorkommen im tiefsten Eocän des Lago Toblino erinnerte, welches hier aber reich an Nummuliten ist, während im Val Croina nichts von Petrefacten gefunden wurde.

Diese eocänen Bildungen ziehen an dem Pallone-Croina-Querbruche deutlich gegen die Einsattlung zwischen Monte Croina und Cima la Cingla hinauf und an dieser Einsattlung selbst kann man noch lose Stücke eocäner Gesteine umherliegend finden, welche den Zusammenhang der Eocän-Schichten vom Val Croina mit jenen des Val Viesch andeuten. Der Cadriascholle des Gaverdinagebirges fehlen sowohl obere Kreide als auch Eocän bereits gänzlich.

Ein sehr beschränktes, aber seiner petrographischen Beschaffenheit und Petrefactenführung wegen interessantes Vorkommen eocäner Schichten liegt auf den Höhen südwestlich oberhalb Gargnano am Gardasee. Im südwestlichsten Theile der breiten Scaglia-Synclinale nahe dem Querbruche des unteren Torrente Toscolano, und zwar südlich oberhalb des Dorfes Navazzo, gegen die Felsschroffen des Monte

Castello hinauf, trifft man in einzelnen Hohlwegen über der Scaglia gelbgraue Schiefermergel mit Einlagerungen von Tuffen, welche mit den Tuffen von S. Giovanni Ilarione eine überraschende Aehnlichkeit besitzen und auch durchaus nicht arm an Fossilien zu sein scheinen. *Serpula spirulaea*, *Nummulites complanata* und *N. spira*, sowie zahlreiche kleinere Nummulitenformen, viele Orbitoiden, Echinidentrümmer, Bruchstücke von *Pectines* liegen in dem Tuffe und verstärken den Eindruck, dass man es hier wirklich mit Ablagerungen vom Alter jener von S. Giovanni Ilarione zu thun habe. Dieselben sind indessen, wie erwähnt, nur mehr in äusserst geringer Ausdehnung vorhanden.

Weiterhin gegen Süden bis gegen Salò scheinen nirgends mehr eocäne Schichten aufzutreten. Die Eocänablagerungen der Klippen zwischen Salò und Desenzano mit ihrem flach nordwestlichen Einfallen gehören evident schon zur Kette des Monte Baldo als deren hangendste Glieder. Ihre nordöstliche Fortsetzung liegt bei Torri del Benaco, sowie als südwestliche Fortsetzung der Kreide von Torri die Spitze der Halbinsel von Sermione betrachtet werden muss. Nachrichten über die Eocänablagerungen zwischen Salò und Desenzano findet man bei F. v. Hauer: Uebersichtskarte der Schichtgebirge der Lombardei, pag. 52, und bei Curioni, Geologia, pag. 305.

Diluviale und recente Bildungen.

Diesen jüngsten im begangenen Gebiete auftretenden Ablagerungen habe ich nur sehr geringe Aufmerksamkeit geschenkt und verweise hier auf die zahlreichen, von Lepsius, (pag. 141 ff.) insbesondere über die glacialen Bildungen gemachten Mittheilungen. Zu diesen möchte ich nur bemerken, dass mir die von Lepsius behauptete Grundmoränen-Natur der Schuttmassen an der Thalsperre oberhalb Creto nicht völlig sichergestellt erscheint; auf mich haben diese Ablagerungen den Eindruck einfacher Schuttkegel, die einerseits vom Torrente Marac, andererseits vom Reveglerbache herausgeschafft wurden, gemacht. Ich möchte aber hier durchaus keine positiven Behauptungen aufstellen, da ich diesen Dingen, wie erwähnt, zu wenig Beachtung geschenkt habe.

Kalktuffbildungen findet man in grösserer Ausdehnung insbesondere in der Ponale-Schlucht zwischen den Ortschaften Molina und Pre. Eine andere Stelle, wo solche, reich an Blattresten, auftreten, liegt nordöstlich von Condino am linken Chieseufer.

Junge Ablagerungen von zweifelhaftem Alter trifft man im unteren Val Sabbia, speciell südlich von Preseglie am linken Gehänge des Torrente Brenda: es sind sehr mächtig entwickelte Sandsteine, grobe Conglomerate und Kalksinter. Sie machen im Allgemeinen den Eindruck, als seien sie in einem Süswasserbecken von geringer Ausdehnung, das ehemals, bevor der Chiese durch den vorliegenden Zug von Hauptdolomit sich durchgenagt hatte, hier bestand, abgelagert worden.

Wieder etwas anderer Natur sind die Ablagerungen, welche man auf der Höhe des Monte S. Bartolomeo bei Salò trifft. Von Salò aus gesehen, machen sie den Eindruck von über den Scaglia-Massen fol-

genden eocänen Schichten. In der Nähe betrachtet, nehmen sie den Charakter eines grossartigen Schuttkegels oder einer Deltabildung an, die zu oberst aus sehr groben, conglomerirten, felsbildenden Schuttmassen besteht, unter denen nördlich vom Dorfe S. Bartolomeo sandige und noch tiefer mergeligthonige Ablagerungen mit etwa nach Südosten fallenden Schichten aufgeschlossen sind, in denen sich spärliche Petrefacten fanden, deren ungünstige Erhaltung leider nicht erlaubte, über ihren Charakter völlig in's Reine zu kommen. Es ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass dieselben marinen Ursprungs seien, wofür insbesondere ein Schalenbruchstück spricht, das entschieden nur einem glatten *Pecten* angehört haben kann. Die Localität dürfte sich jedenfalls für eine eingehendere Untersuchung empfehlen.

Rückblick und Schluss.

Nachdem im Vorangehenden die stratigraphische Gliederung und die Verbreitung der einzelnen Schichtgruppen, welche das begangene Gebiet zusammensetzen, behandelt wurde, erübrigt nur noch, auch der tektonischen Erscheinungen zu gedenken.

Vor allem ist hervorzuheben die Existenz der Judicarienlinie und ihrer tektonischen Fortsetzung, der Bruchlinie des Valtrompia. Der Charakter dieser Linien ist der von scharfen Längsbrüchen, also von Brüchen, die im Streichen des Gebirges liegen. Für die Valtrompialinie ist das ohne weiters klar, für die Judicarienlinie ergibt sich dieser Charakter durch die Untersuchung der anstossenden Gebirge. Das westöstliche lombardische Streichen schwenkt nämlich zwischen dem Idro und dem Gardasee in ein nordöstliches und sodann in ein nordnordöstliches um, welches in der Gaverdinagruppe das herrschende bleibt. Es ist das das Streichen der Etschbuchtgebirge, denen noch jenseits des Gardasees der Mte. Baldo angehört.

Ueber die nach innen von der Valtrompia-Judicarienlinie liegenden Gebietsantheile bis zum Tonalite des Adamello hin ist wenig zu bemerken. So weit die Untersuchungen reichen, herrscht flache Lagerung und gegen die Grenze des Tonalits macht sich ein plötzliches steiles Einfallen der metamorphischen Triasgesteine in der Richtung unter jenes Eruptivgestein (Valbuona, Valaperta) bemerkbar. Gegen die Judicarienlinie hin erfolgt im Bereiche der triassischen Gebilde ebenfalls ein ziemlich plötzlich eintretendes, stark geneigtes Einfallen in südöstlicher Richtung; es ist dasselbe am besten zwischen Prezzo und Roncone zu beobachten. Ausserhalb der Judicarien-Valtrompia-Linie beginnen regelmässige, starke Faltungen sich einzustellen, und zwar stossen die hier angrenzenden Massen zunächst mit senkrecht aufgerichteten bis schwach überkippten Schichten an die Bruchlinie an (von Condino nordwärts, an der Trompialinie von Lodrone bis über Collio hinaus); bald folgt eine scharfe Synclinala und entgegengesetztes, in's Gebirge gerichtetes Einfallen gegen Nord, resp. Nordwest. Dieses Einfallen bleibt das herrschende bis zum Aussenrande des Gebirges. Dabei ist jedoch die Anzahl der Falten in verschiedenen Profilen eine verschieden grosse. Querbrüche durchsetzen das ganze Terrain. So

scheint der Valtrompiabruich selbst über Valbuona hinüber noch eine Strecke weit in den Hauptdolomit des Val Ampola fortzusetzen, hier den Charakter eines Querbruches annehmend; ihm in der Richtung parallele Bruchlinien wurden nördlicher beobachtet: die eine derselben schneidet den gesamten Zug der Gaverdina-Hauptkette in der Linie Tiarno-S. Lorenzo ab; eine zweite unterbricht diesen Zug weiter nördlich und verschiebt seine beiden westlichen Schollen um beträchtliche Strecken (wohl mehr als 1000 Meter). Auch im Süden der Valtrompialinie durchsetzen Transversalstörungen das Gebirge. Die markanteste ist jene des Val Ponticello. In der äussersten Zone gegen den Gardasee trennt eine Störung von ähnlichem, nordwestlichem Verlaufe nahe dem untersten Torrente Toscolano zwei sehr verschieden gebaute Stücke des Gebirges.

Die zwischen diesen Querstörungen liegenden Transversalschollen zeigen oft einen wesentlich verschiedenen Bau, was Zahl und Ausbildungsweise ihrer Faltungen betrifft. Im Durchschnitte des Gaverdinagebirges hat man es zunächst mit drei Längsschollen zu thun, d. h. mit drei Gebirgsabschnitten, welche durch longitudinale, in ihrer Entstehung offenbar auf liegende Falten zurückführbare Störungslinien von einander geschieden sind (man vergleiche die beigegebenen Profile). Es sind dieses die im Vorangehenden oft genannten Längsschollen des Mte. Gaverdina-Cadria-Giovo, des Mte. Toffin-Viesch, des Mte. Pari. Abgesehen von der durchwegs senkrechten Aufrichtung des Westflügels der westlichsten der drei Schollen längs der Judicarienlinie ist die herrschende Fallrichtung der Schichten im gesamten Gaverdinagebirge als eine nach Nordwesten gerichtete zu bezeichnen. Das geht schon aus dem Umstande hervor, dass in der mittleren und östlichen Scholle das Auftreten der jüngeren Ablagerungen auf die nordwestlichen Ränder der betreffenden Scholle beschränkt ist, während gegen Südosten hin regelmässig tiefere und tiefere Bildungen zum Aufschlusse gelangen. Die tektonischen Vorgänge, denen diese Schollen ihre Isolirung verdanken, sind ohne Zweifel in der Grundanlage zunächst die Bildung schiefer oder knieförmiger Falten mit nach aussengerichtetem Scheitel, aus welchem durch schrittweise Fortentwicklung sodann Falten mit gebrochenem Knie entstanden, so dass endlich eine in gleichem Sinne (gegen Südost) stattfindende, mehr oder weniger weitgehende Ueberschiebung der höher liegenden Massen im Nordwesten auf die jüngsten Glieder der im Südosten anliegenden Nachbarscholle eintreten konnte, wobei an der Grenze beider hie und da die steilauferichteten oder überkippten Reste des westlichen Flügels der ursprünglichen Synclinalen in scheinbar geschleppter Schichtstellung erhalten bleiben konnten, während bei weiterem Fortschreiten des Processes wohl auch eine gänzliche Verdrückung jenes kurzen Mittelschenkels zu Stande kam.

In der westlichen und mittleren Scholle der Gaverdina sind weitere Faltbildungen (abgesehen von kleineren wellenförmigen Biegungen in der Umgebung des Mte. Turig, an welcher Stelle die westliche Synclinalen sich flacher ausbreitet) nicht zu beobachten; in der östlichen Scholle dagegen, jener des Mte. Pari, treten solche sehr klar auf und es mag dahingestellt bleiben, ob man in ihnen etwa secundäre Erscheinungen, die sich erst nach Entstehung jener Längsbrüche bildeten, oder

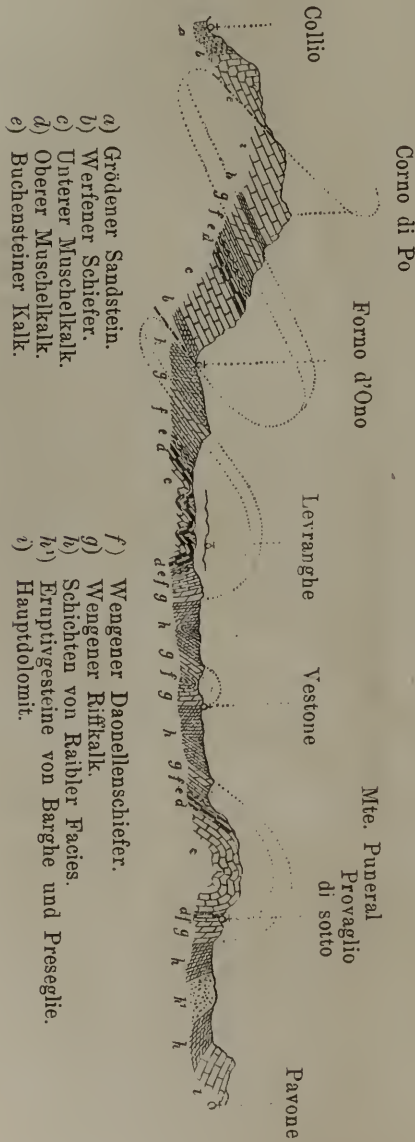
weniger vorgeschrittene Faltungen von gleichzeitiger Entstehung mit jenen Hauptfalten sehen will. Wichtiger ist der Umstand, dass sich am Ostrande der Parischolle noch die ursprüngliche Anlage der Kniefalte beobachten lässt, so dass man vielleicht hier stellenweise, insbesondere bei Riva, kaum das Recht hat, einen wirklichen Faltenbruch zu supponiren, welcher indessen weiterhin von Limone an gegen Südwesten entschieden angenommen werden muss. Hier, von Limone an gegen Südwesten, ist es auch, wo sich eine weitere, noch östlicher gelegene Längsscholle anzulegen beginnt. Es ist schon im stratigraphischen Theile hervorgehoben worden, dass sich südlich des Querbruches von Tiarno-S. Lorenzo eine Fortsetzung der innersten Gaverdinascholle nicht mehr vorfindet, und dass sich südlich der analogen Störungslinie im unteren Val Ampola, wie es scheint, auch die mittlere Scholle verliert. Die im Allgemeinen flacher gelagerte, vorherrschend ebenfalls nordwestlich einfallende östliche Scholle der Gaverdina, beziehungsweise deren unmittelbare Fortsetzung, die Gruppe des Mte. Lanino und der Cima della Guardia, tritt hier an die Judicarienlinie heran, nur in der Nähe dieser Linie einige, wie es scheint, ziemlich unregelmässige Störungen zeigend, die im Allgemeinen denselben Charakter besitzen, wie die schon erwähnten Längsfalten (Synclinale der Gipfelmasse des Mte. Lanino, Synclinale der Rhätschichten zwischen Mte. Caplone und Cima Spessa). Die Judicarienlinie selbst biegt nicht unmittelbar in die Valtrompia-Linie um, sondern setzt ohne Zweifel noch eine Strecke weit gegen Südwesten in den Idrosee hinein fort, denn beide Ufer und insbesondere beide Thalgehänge des untersten Valbuona sind ziemlich verschieden gebaut. Auch diese Linie nimmt also hier im südlichsten Abschnitte den Charakter eines Querbruches an, ähnlich wie die Trompialinie gegen Osten des Valbuona.

Die Gebirgsmasse zwischen der Valtrompialinie, dem Idrosee und dem Querbruche des Val Ponticello ist vollkommen analog der Scholle des Mte. Cadria in der Gaverdinagruppe gebaut, das heisst, sie stellt einen synclinal gebogenen Gebirgsabschnitt dar, dessen innerer Schenkel steil aufgerichtet bis überkippt ist, während sein äusserer Schenkel ziemlich flach gegen das Innere des Gebirges einfällt. Jen-seits des Val Ponticello liegt ein ganz anders gebautes Gebirgsstück. Vom Val Trompia an bis zum Aussenrande des Gebirges bei Salò zählt man hier (vergl. nachstehendes Profil) nicht weniger als sechs Wölbungen, von denen die beiden innersten, am weitesten vorgeschrittenen durch wahre Längsbrüche mit Uberschiebungs-Erscheinungen repräsentirt sind, während die gegen aussen sich anschliessenden wahre Kniefalten darstellen, die äusserste aber noch durch eine Aufbiegung der am Aussenrande des Gebirges liegenden Schichten, welche gebirgs-einwärts fallen, sich bemerkbar macht. Das Gebirge östlich und westlich der Bruchlinie des Val Ponticello ist also ein sehr auffallendes Beispiel von sehr verschiedenartiger tektonischer Entwicklung nach aussen hin bei gleichartiger Bildung an der Grenze gegen den Längsbruch des Valtrompia.

Der aufgerichtete und gebirgs-einwärts fallende Aussenrand des Gebirges setzt längs des Ufers des Gardasees fort und bildet die äussere Begrenzung jener Scholle, welche sich dem Hauptdolomitterrain der

Cima della Guardia von Limone an gegen Südwesten vorlagert. Westlich bis zum Torrente Toscolano findet hier eine regelmässige Ueberlagerung statt, erst in der Region des unteren Toscolano hat man wiederum einen Querbruch von nordwestlicher Richtung, also etwa

parallel dem Ponticellobruche zu verzeichnen, an dessen beiden Seiten die Entwicklung der Faltenbildung abermals getrennte Wege eingeschlagen hat. Im Nordosten desselben herrscht nicht mehr die regelmässige Ueberlagerung älterer Gebilde durch jüngere von innen gegen aussen, sondern eine weiter einwärts, höher liegende Scholle von Hauptdolomit stösst in einer sehr unregelmässigen Grenzlinie an einer tiefer liegenden Scholle, deren Hangendstes grösstentheils Massen von Scaglia bilden, an und ab, ja sie scheint sogar stellenweise (beiderseits des Torrente Campione) über diese jüngeren Bildungen überschoben zu sein. Einen Uebergang zwischen der ziemlich flachen und ungestörten Lagerung im Südwesten des unteren Torrente Toscolano und den vollkommen gestörten Lagerungsverhältnissen im Nordosten dieses Flusslaufes bietet der Einriss des Toscolano selbst; zu beiden Seiten desselben knicken die vom Gipfel des Mte. Pizzocolo ziemlich flach gegen Südosten sich herabsenkenden jurassischen und cretacischen Schichten plötzlich knieförmig ein und bilden solchergestalt ein Mittelstadium, welches dem Bruche und der Ueberschiebung voranzugehen pflegt. Das Weiterfortschreiten, respective die stärkere Entwicklung der Faltenbildung nordöstlich vom Torrente Toscolano mag wohl die Entstehung des Querbruches selbst veranlasst oder doch gefördert



haben. Innerhalb der zwischen dem Torrente Toscolano und dem Orte Limone sich erstreckenden östlichsten Gebirgsscholle wiederholen sich gegen die Ufer des Sees hin dieselben tektonischen Erscheinungen. So entspricht die steile Felswand des Corno Comaro oberhalb der Ortschaften Garg-

nano und Muslone einer Kniefalte, unterhalb welcher die liegende Synclinale der cretacischen Bildungen prächtig hervortritt; ältere Schichten des südöstlichen Flügels derselben bilden mit nordwestlichem Einfallen die Felswände am Seeufer, aber selbst diese bestehen nicht durchgehends aus Schichtköpfen, sondern noch an ihnen selbst stellen sich abermals knieförmige Faltungen in analogem Sinne ein, welche hie und da, knapp über dem Spiegel des Sees, sogar noch von einer abermaligen Aufbiegung der Schichten im entgegengesetzten Sinne gefolgt sind. Eine solche plötzlich sich einstellende, steile bis völlig senkrechte Schichtstellung beobachtet man zunächst an der Strecke vom Landungsplatze für Tignale (Pra di Fame) angefangen bis zu dem Cap südlich vom Mte. Castello¹⁾; eine noch ausgedehntere Partie von demselben Baue liegt unterhalb Tremosine, Voltino und Ustecchio, und hier ist es speciell, wo die senkrecht stehenden Bänke unmittelbar über dem See nochmals synclinal sich umbiegen und abermals gegen das Gebirge einfallen (vergl. Profil XIV.). Ganz analoge Erscheinungen beobachtet man unterhalb des Colcalder halbwegs zwischen Limone und dem Ponale-Falle; diese Strecke gehört indessen bereits der nächstwestlicher gelegenen Scholle des Mte. Pari an und die hier auftretende Umbiegung hängt mit derselben Erscheinung, welche bei Riva auftritt, zusammen.

In der Scholle, an deren Fusse Riva liegt, also jener des Mte. Pari, erscheint bemerkenswerth die nahezu nordsüdliche Streichungsrichtung der Synclinale von S. Antonio-Prati di sotto. Es ist darin möglicherweise eine Art von Stauungserscheinung zu erblicken, in der Weise etwa, dass die ganze Scholle an ihrem nordöstlichem Ende längs der merkwürdigen Tiefenlinie von Riva-Ballino ein Entwicklungshinderniss gefunden haben würde. In der That ist diese Tiefenlinie von Ballino eine höchst eigenthümliche, unregelmässige und complicirte Störungsline von transversalem Charakter, zu deren beiden Seiten sehr verschiedenartige Gebirgsstücke aneinanderstossen. Aber auch das Alter dieser Linie scheint ein sehr hohes zu sein; schon zur Zeit der Ablagerung der liassischen Schichten muss dieselbe in irgend einer Form existirt haben, denn sie spielt für jene Ablagerungen bereits die Rolle einer heteropischen Grenze, worauf schon oben hingewiesen wurde.

Für keine der übrigen unter den angeführten Querstörungen lässt sich auf ein so hohes Alter schliessen. Wohl sind einige unter ihnen, zu deren beiden Seiten eine so verschiedene tektonische Gestaltung der anliegenden Transversalschollen platzgegriffen hat, dass auch sie schon vor diesen tektonischen Differenzirungen entstanden sein müssen, da ja sonst die Entwicklung hüben und drüben eine weit gleichartigere sein würde. Es gehört hieher vor allem die Querlinie des Val Ponticello. Dass aber auch derartige Linien, in ihren Anfängen wenigstens,

¹⁾ Die Wand des Mte. Castello selbst zeigt keine Störungen. Nahe südöstlich aber senkt sich die gesammte Schichtmasse flach gegen Süd oder Südwest, wenig weiter tritt zwischen der sich absenkenden Masse und den höher liegenden Partien ein Bruch ein und gegen Pra del Fame hin scheiden sich scharf zwei Schollen, eine untere und eine obere, letztere eine steile Wand bildend; die untere Scholle fällt zuerst flacher gegen den See, noch näher an Pra del Fame aber knicken ihre Schichten zu völlig senkrechter Stellung um. Das Ende dieser Partie liegt zwischen den beiden bei Pra del Fame ausmündenden Bachläufen.

gleichaltrig mit dem Beginne der Längsfaltung sein mögen, dafür scheinen wieder andere Fälle zu sprechen, in welchen die Entwicklung der einen Scholle in der Nähe des Querbruches selbst einen Uebergang in die Lagerung der Nachbarscholle erkennen lässt. Dieses ist der Fall am unteren Torrente Toscolano. Hier scheint es wirklich erst in Folge einer ungleichmässigen Entwicklung der Längsfaltung zu einer Querverzerrung gekommen zu sein, nach deren Eintreten die Ungleichmässigkeit zu beiden Seiten um so greller zu Tage treten und weiter fortschreiten konnte. Die Querlinie des unteren Torrente Toscolano bildet somit ein ausgezeichnetes Seitenstück zu der grossen Bruchlinie von Schio (vergl. Verhandl. der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1879, p. 76). In einzelnen Fällen endlich kann man wohl Querbrüche für jünger als die von ihnen durchschnittenen Falten ansehen, dann nämlich, wenn dieselben scharf durchsetzend vollständig analog gebaute Gebirgsstücke geradezu verschieben. So in der Gaverdinagruppe; aber auch hier scheint noch nach ihrer Bildung ein Fortschreiten der Längsfaltenbildung in ungleichmässiger Weise vorgekommen zu sein. In allen diesen Fällen können aber wohl die Querbrüche ihrem Wesen nach Folgeerscheinungen der Faltung selbst sein und alle jene graduellen Unterschiede lassen sich recht gut unter einen Gesichtspunkt bringen, wenn man sich vorstellt, dass in gewissen Stadien der Faltenbildung, hier früher, dort später, durch Ungleichmässigkeiten innerhalb der gefalteten Masse Querstörungen eintraten, und dass man in den Querbrüchen wohl nur den Ausdruck von Erscheinungen zu sehen habe, die im Wesentlichen als eine Beseitigung von der Faltenbildung selbst im Sinne des Streichens entgegengestandenen Hindernissen aufzufassen sein werden.

Der durch knieförmige, schiefe Falten und deren weitere Entwicklungsstadien, Faltenbrüche und Ueberschiebungen gekennzeichnete geologische Bau des hier besprochenen Terrains findet keineswegs seinen Abschluss am Gardasee, sondern es reihen sich diesem Gebiete in völlig gleichmässiger Weise auch noch die jenseits des Sees gelegenen beiden Ketten des Baldogebirges (Hauptkamm und Etschuferkamm) an; ihre Entstehung muss als eine durch völlig gleichartige tektonische Vorgänge hervorgerufene betrachtet werden. Selbst jenseits der unteren Etsch, im Hochveronesischen und Hochvicentinischen, erscheinen Parallelstörungen noch in Form von Querbrüchen, welche diese schon vom westöstlichen Streichen des venetianischen Gebirges beeinflussten Massen durchschneiden. Jenes westöstliche Streichen stellt sich local schon am südlichsten Gehänge des Baldohauptkammes ein, und hier besteht ein allmäliger Uebergang aus der flach nordwestlich fallenden Schichtenstellung des Hauptkammes in die westöstlich streichende, steilaufergerichtete bis überkippte Stellung der Kniefalte an dessen südlichsten Abstürzen (vergl. Verhandl., 1878, pag. 399).

Jenseits der Etsch erscheinen in grösseren Abständen westöstliche Kniefalten mit zum Theil in Bruchlinien übergegangenen, gegen Süden gerichteten Steilabstürzen, so bei S. Giorgio nordwestlich von Verona, so am Südgehänge der Mti. Lessini unterhalb der Gipfel Corno d'Aquiglio und Corno Mozzo, so an der südlichen Umrandung des Kessels

von Recoaro und weiterhin am Rande des Tretto und der Sette Comuni.

Die Kniefalte des Corno d'Aquiglio schneidet an der Bruchlinie, die hier das linke Etschufer begleitet, ab und jenseits des Etschthals am Mte. Baldo existirt keine Fortsetzung derselben. Herr M. Vacek macht mich nun aufmerksam darauf, dass nach seinen Erfahrungen bei Trient und Roveredo die Fortsetzung dieser Kniefalte ganz wohl von dem Zuge des Mte. Pastellette und Mte. Pastello gebildet werden könnte. Ist das richtig, so wäre auch hier ein unmittelbarer Uebergang aus dem judicarischen in das venetianische Streichen des Gebirges vorhanden und der Etschbruch östlich von Dolce-Peri würde sich noch den südjudicarischen Kniefalten anreihen.

Die Anordnung der Faltenbildung des Gebirges im südlichen Theile der Etschbucht lässt somit eine ganz ausserordentlich scharf ausgeprägte Abhängigkeit von den weiter gebirgsinwärts liegenden älteren Massen¹⁾ erkennen; um diese schlingen sich die einzelnen synclinalen

¹⁾ Es scheint mir, obwohl ich, wie ich nochmals hervorheben will, die Contactzone der Triasgesteine gegen den Tonalit nur ganz flüchtig gesehen habe, als ob auch jene Linie eine Linie von tektonischer Bedeutung sei, welche sich in ihrer Entstehungsart eng an die weiter nach aussen liegenden Längstörungslinien des Gebirges anschliessen würde. Räumt man den zweifellos analogen Erscheinungen, welche diese Störungslinie am Tonalit mit den Ueberschiebungslinien innerhalb der jüngeren sedimentären Ablagerungen gemein hat, einigen Einfluss auf die Anschauungsweise ein, so wird man dazu geführt, auch in der Contactlinie zwischen Tonalit und Trias nichts anderes als eine jener grossartigen Längsstörungs- und Ueberschiebungslinien zu sehen, welche innerhalb der mesozoischen Bildungen beiderseits des Gardasees auftreten und welche im Wesentlichen die sich immer wiederholende Erscheinung darbieten, dass in der Richtung vom Aussenrande gegen das Innere des Gebirges in gewissen Abständen über sehr jungen Ablagerungen plötzlich und oft mit gewaltiger Sprunghöhe viel ältere Bildungen auftauchen. So am Mte. Baldo über Eocän Haupt- oder rhätischer Dolomit, bei Tignale und Tremosine über Scaglia Hauptdolomit, im Torrente Toffin über Scaglia rhätische Kalke und Mergel, an der Grenze zwischen der mittleren und westlichen Gaverdinascholle über Scaglia und Eocän Grenzdolomit und — würde man eventuell hinzufügen müssen — über der oberen Trias des Mte. Doja, Mte. Rema und Cornovecchio endlich der Tonalit des Adamello. Tektonisch besitzt insbesondere die Ueberschiebung im Torrente Toffin die grösste Aehnlichkeit mit den Lagerungserscheinungen an der Tonalitgrenze, speciell des oberen Val Aperta. Der Vergleich mit den am Südrande der Granitmasse der Cima d'Asta bekannten Lagerungsverhältnissen liegt so nahe, dass ein Hinweis auf jene Verhältnisse geradezu selbstverständlich ist. Auch zweifelt wohl kaum Jemand daran, dass man es in der südlichen Granitgrenze der Cima d'Asta thatsächlich mit einer Linie von tektonischem Charakter zu thun habe, nicht aber mit dem alten Rande einer Eruptivmasse, welche hier, gleichgiltig zu welcher Zeit, in der jetzt noch innegehabten Lage aus der Tiefe emporgedungen ist. Der Gedanke, dass die Granitgrenze des Valsugana mit ihren Ueberschiebungserscheinungen und die Tonalitgrenze von Judicarien nur graduell, nicht aber principiell verschiedenen Vorgängen ihre Entstehung zu danken haben, scheint mir so nahe zu liegen, dass ein Vergleich beider wohl von vornherein nicht ohne weiters von der Hand zu weisen ist. Ich glaube nicht, dass die an der Contactgrenze zu beobachtenden Erscheinungen (also das Einfallen der triassischen Schichten unter den Tonalit, welches schon auf der Karte in den aus- und einspringenden Winkeln der Grenzlinie hervortritt, ferner die hie und da, besonders östlich oberhalb des Lago della Nova auftretenden sonderbaren Breccien, die ein förmliches Zerreibsel der Triasgesteine darstellen u. s. f.) gegen die Deutungsreden, dass man es hier wirklich mit einer Ueberschiebung des Tonalits auf triassische Massen, welcher Ueberschiebung wohl höchst wahrscheinlich die Bildung einer schiefen Falte voranging, zu thun habe. Zum mindesten dürfte diese Erklärung eben so viel für sich haben, als manche andere, doch bemerke ich noch-

und anticlinalen Linien, aus dem lombardischen in das judicarisches Streichen übergehend, gleichförmig herum. In ähnlicher Weise sind die tektonischen Verhältnisse des hochveronesischen und hochvicentinischen Gebietes beeinflusst von den älteren Massen im Norden, zunächst wohl von der Cima d'Asta. Schon v. Mojsisovics hat („Dolomitriffe“, pag. 519) diese Abhängigkeit folgendermassen gekennzeichnet: „Wie die Falten im Süden der Val Suganaspalte dieser parallel streichen, so folgen die Faltungen im Gebiete der Etschbucht der Judicarienspalte.“

Welcher Art der sich hier aussprechende Einfluss der älteren Massen auf die jüngeren Sedimente der Aussenzone sei, ob man darin eine von innen gegen aussen wirkende Kraft oder eine Stauungserscheinung oder aber beides erblicken will, bleibt wohl erst in zweiter Linie zu beantworten; zunächst dürfte es sich darum handeln, zu constatiren, ob sich eine oder die andere Art einer Bewegung innerhalb der gefalteten Massen erkennen lässt und nach welcher Richtung sich diese Bewegung äussert. Und eine solche Bewegung ist allerdings zu erkennen; sie tritt, wie schon hervorgehoben wurde, auf in der Bildung schiefer, knieförmiger Falten mit nach aussen gerichtetem Scheitel, in deren Fortentwicklung Brüche und Ueberschiebungen der weiter gebirgs-einwärts liegenden auf die gegen aussen sich anreihenden Schollen einzutreten pflegen. Die hier eintretende Bewegungserscheinung verräth also eine aus dem Centrum des Gebirges gegen den Rand hin wirkende oder, wenn man so will, eine in den bewegten Massen selbst liegende Kraft. Dagegen wird man schwerlich berechtigt sein, darin ein Anzeichen zu finden, welches in erster Linie für die Existenz einer vom Gebirgsaussenrande gegen das Innere wirkenden, einseitigen Kraft, die bei der Bewegung und Auffaltung des Gebirges hier eine Rolle gespielt hätte, sprechen würde.

Von der grössten Wichtigkeit nun scheint es mir, hier abermals hervorzuheben, dass der eben nachgewiesene Bau der südlichen alpinen Aussenzone nicht etwa eine Erscheinung von nur localer Bedeutung sei, sondern dass derselbe längs des ganzen südlichen Aussenrandes der Ostalpen in vollständig analoger Weise, bald als Kniefalten, bald als Faltenbrüche und Ueberschiebungen, bald als grossartige Ueberkippungen nachweisbar und nachgewiesen ist und dass dieser Bau dem Aussenrande der südlichen Kalkalpen in eben der Art ihr charakteristisches Gepräge gibt und dessen tektonisches Grundelement bildet, wie das bei der nördlichen Kalkzone in demselben Sinne von innen nach aussen, also in symmetrischer Weise gegenüber der Südzone der Fall ist. Man kennt diesen Bau der Kalkzone der Südalpen gegenwärtig für Bosnien und die Herzegovina (Jahrbuch der k. k. geolog. Reichs-Anst. 1880, pag. 435), durch Stache schon längst in Istrien und Dalmatien („Ueber die Eocänschichten in Innerkrain und Istrien“,

mals, dass ich von der Ueberzeugung der Nothwendigkeit, die gesamte Umrandung des Adamello, insbesondere das Verhalten der krystallinischen Schiefer zum Tonalite genau zu kennen, bevor derartige Erklärungsversuche einen gewissen Werth beanspruchen können, vollständig durchdrungen bin und nur wegen der unverkennbaren Analogien, welche diese Störungslinie mit den innerhalb der mesozoischen Gebiete auftretenden zu haben scheint, nebenher diese Exkursion auf ein theilweise schon ausserhalb meines Bereiches liegendes Gebiet zu unternehmen gewagt habe.

Jahrbuch 1864, pag. 11; 1867, pag. 243), durch Stur im Isonzothale („Das Isonzothal von Flitsch abwärts bis Görz“, Jahrbuch 1858, pag. 365), durch Taramelli in Friaul (Catalogo ragionato delle rocce del Friuli; 1877. Profile!), durch v. Mojsisovics und R. Hoernes im Bellunesischen (Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien, 1879, XIV und XV. Kapitel, pag. 409 und 449 ff.), durch de Zigno am Südrande der Sette Comuni (Coup d'oeil sur les terrains stratifiés des alpes venetiennes, 1850), für dieselbe Gegend und für deren Fortsetzung in der Umgebung von Schio durch Pasini und Murchison (Murchison: Ueber die geologische Structur der Alpen, Apenninen und Karpathen, italienische Ausgabe, 1851, pag. 103—107), durch Suess im Val Sugana (Aequivalente des Rothliegenden, 1868, pag. 8), durch die in den letzten drei Jahren von Herrn M. Vacek und mir durchgeführten Aufnahmen im Hochveronesischen, in der Etschbucht und in Judicarien, sowie im Val Sabbia, endlich durch Gumbel's neueste Mittheilungen selbst noch in ausgezeichnete Weise bei Lecco am Comer-See (Geogn. Mittheilungen aus den Alpen, VII., 1880, pag. 568), also in der gesammten Erstreckung der Aussenzone der Südalpen.

Wie wenig man die ausserordentliche Verbreitung dieser Erscheinung bis vor Kurzem kannte, und daher deren Bedeutung und Wichtigkeit für die Beurtheilung der tektonischen Verhältnisse der Südalpen würdigen konnte, das geht wohl am besten aus dem Umstande hervor, dass Professor Suess in seiner Entstehung der Alpen 1875 pag. 90 diese Art von Faltenbildung bei Schio, im Val Sugana und in Istrien als Aufnahmefälle von lediglich localer Entstehung betrachten zu können glaubte. Die seither gemachten Erfahrungen drängen aber zu der Vorstellung, dass diese für die Nordkalkalpen schon längst erkannte und in ihrer tektonischen Bedeutung gewürdigte charakteristische Faltenbildung in gleicher Weise auch die ganze Aussenzone der Südalpen beherrscht, dass die nördliche und südliche Kalkzone der Ostalpen daher in gleichem Sinne von der Centralaxe beeinflusst und der Bau der Alpen somit für diese Regionen in gewissem Sinne als ein symmetrischer zu betrachten sei.

Es möchte hier wohl der Ort sein, auch der von Prof. Lepsius gemachten tektonischen Erfunde und seiner diesbezüglichen Ansichten, soweit sie mein Aufnahmegebiet berühren, zu gedenken. Leider enthält dieses Kapitel fast durchaus Unrichtiges.

Eine synclinale Mittellinie der Ablagerungen der Etschbucht, wie sie Lepsius pag. 321 annimmt, existirt für den südlichen Theil der Etschbucht nicht. Dass dem so sei, geht schon aus den kurz darauf folgenden eigenen Angaben von Lepsius hervor und aus der von ihm empfundenen Nöthigung, sogenannte „Muldenbrüche“ anzunehmen, da sich nämlich an der präsumtiven Westseite seiner Mulde zumeist gar kein Einfallen der Schichten gegen die angenommene Muldenaxe zeigt. Die grossen heraufgestossenen Dolomit- und Quarzporphyrmassen erklären nach Lepsius pag. 323 diese Unregelmässigkeiten des Westflügels.

Die Fortsetzung der Lepsius'schen Idroseespalte von Roncone aus über Bondo, Tione und in die Toff- und Bomarol-Kette existirt ebenfalls nicht. Dagegen schneidet jene Spalte, wie gezeigt wurde,

gerade durch von Roncone gegen Verdesina im Rendena-Thale und Lepsius' Idrosee- und seine Rendena-Spalte fallen daher wieder zusammen in die altbekannte Judicarienbruchlinie. Durch die Gebirgsmassen, welche zwischen der Judicarien-Spalte und der angenommenen Etschmuldenaxe liegen, soll ein Längssattel parallel diesen beiden Tiefenlinien verlaufen, in der Gaverdinagruppe sollen Val Marza und Val di Concei Aufbruchsthäler sein, wie im Lanino-Plateau der Assat di Peor und Val Bondo. Westlich dieses Sattels liege die Hochmulde des Cadriakammes und des Mte. Lanino. Ueber die totale Unkenntniss des Baues der Gaverdina Gruppe, die sich in diesen Angaben verräth, braucht kein Wort verloren zu werden. Es sei nur bemerkt, dass die genannten Thäler im Wesentlichen einfache Erosionsthäler sind, die in gar keinem tektonischen Zusammenhange untereinander stehen, ebensowenig wie die Synclinale des Lanino die Fortsetzung der Synclinale des Cadria bildet. Pag. 326 wird die Gaverdina-Gruppe gar ein Dolomitplateau genannt! „Denken wir uns,“ sagt der Autor hier, „die jüngeren Formationen der Gaverdina-Lanino-Gruppe über dem Hauptdolomite weggenommen, so würden wir in dem weiten Dolomitplateau nur eine geringe Bewegung wahrnehmen; vom Chiese-Thal fallen die Dolomite in der Regel nur 10—15° in OSO (!), an der Roccapagana 22° u. s. f.“ Glücklicherweise widerlegt sich auch hier Prof. Lepsius selbst, denn wenn er gleich darauf zur besseren Kennzeichnung des Plateau-Charakters der Gaverdina anführt, dass Val Marza und Val di Concei Sattelbrüche seien, dass der Hauptdolomit (?) des Mte. Pichea hoch über die umliegenden Liaskalke emporgestossen sei, so dass die Juraschichten des Mte. Tenera in NW. 40—45° einfallen, während im Süden an der Bocca di Tratt diese Schichten steil aufgerichtet sein sollen, wenn er ausserdem an zahlreichen anderen Stellen seines Werkes nicht müde wird, hervorzuheben, wie ausserordentlich verworfen und gestört die rhätischen Schichten im Bereiche der Gaverdinagruppe allenthalben seien, so beweist er damit wohl zur Genüge, dass das Gaverdinagebirge eher alles Andere als ein Plateau genannt zu werden verdient. Es sei bezüglich aller dieser Angaben auf den Vergleich der Lepsius'schen mit den hier beigegebenen Profilen durch das Gaverdinagebirge hingewiesen.

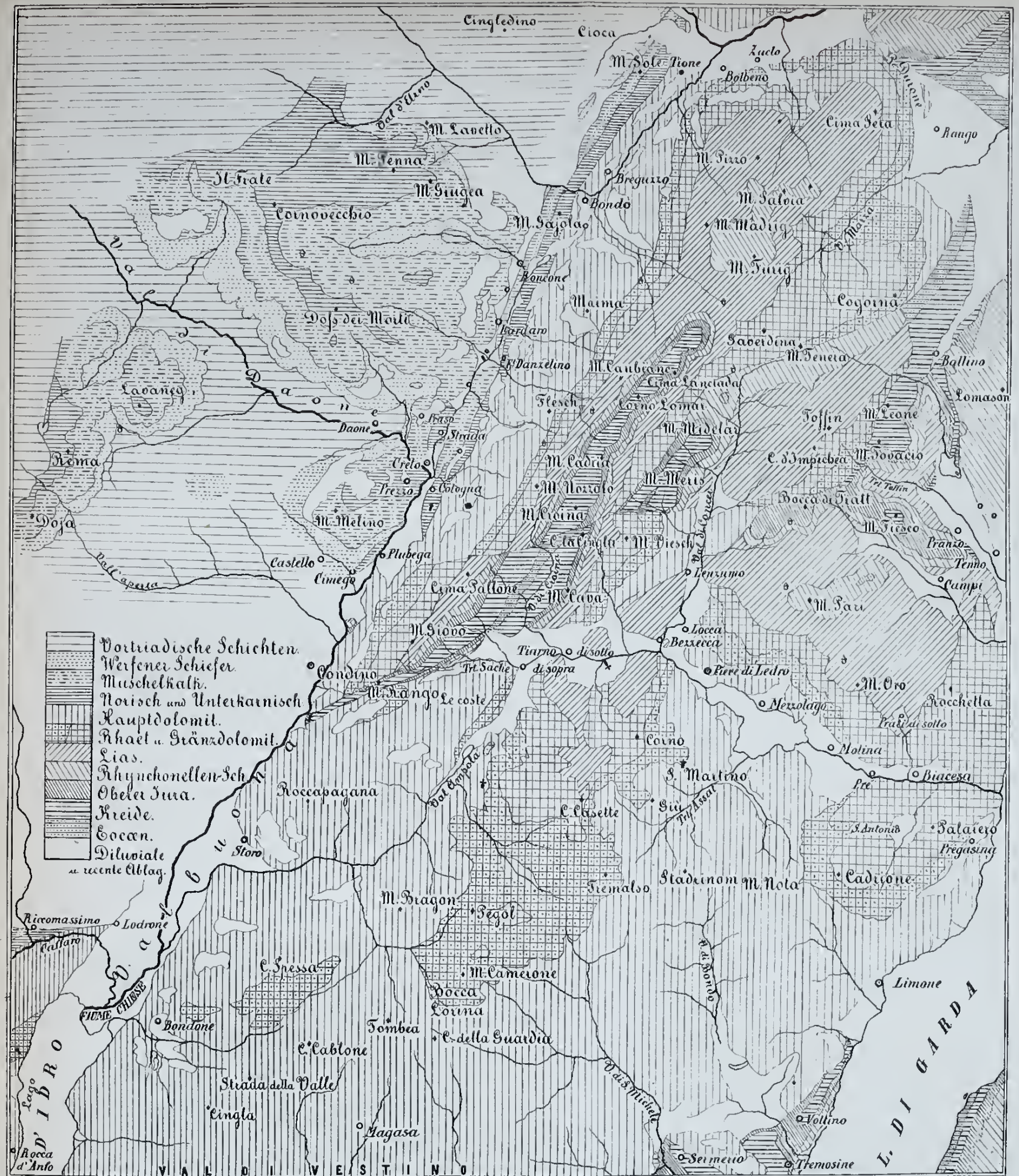
Was Prof. Lepsius pag. 328 damit gesagt haben will, dass die Centralmulde, die von Stenico herzieht, im engen Thale von Ballino bereits von den westlichen Dolomiten bedrängt und endlich über Tenno und Riva hinab in den Garda-See geworfen wird, ist schwer einzusehen. Näher der Wahrheit kommt weiterhin die Bemerkung, dass der östliche Flügel der Etschbucht viel regelmässiger gegen Westen falle, als der Westflügel gegen Osten; Lepsius schreibt das an dieser Stelle der stärkeren Auftreibung der alten Massen im Westen zu, während es kurz vorher (pag. 323) doch die grossen heraufgestossenen Dolomit- und Quarzporphyrmassen gethan haben sollten! Sehr einfach liegen nach Lepsius pag. 335 die tektonischen Verhältnisse im Val Sabbia und Val Trompia; der Porphyrit (oder Porphyr?) von Barghe spielt hier die Rolle eines Hebungscentrums, von dem die Formationen allseitig mantelförmig abfallen und nur im oberen Val Trompia am Muffetto-Abbruche synclinal kurz aufgebogen sind. Noch

weiter im Westen in den lombardischen Alpen sei (pag. 335) der Bau völlig einfach, aussen gegen die Po-Ebene hängen die jüngsten Formationen, nördlich folgen die im Süden von der Trias abgeworfenen Jurakalke, dann successive nach Innen die älteren Schichten, ganz im Innern der Kalkzone die untere Trias, ableitend im Süden von den krystallinischen Schiefern des Val Tellina. Diese Mittheilung dient offenbar als Vorbereitung zu folgender Stelle (pag. 336): „Die Formationen sind in den lombardischen Alpen also untereinander von Süden nach Norden vorgeschoben; der in der Zeit vor der Gebirgs-erhebung zu unterst liegende Buntsandstein wurde unter den concordant überlagernden jüngeren Stufen am Weitesten nach Norden heraufgeschoben, die jüngsten Schichten, welche zu oberst lagen, Tertiär und Kreide, blieben am weitesten südlich liegen am Rande der Po-Ebene.“ Lepsius begnügt sich also nicht damit, die Massen als Ganzes zu schieben, sondern er schiebt die einzelnen Formationen und Formations-Abtheilungen (wie Blätter eines Kartenspiels etwa) untereinander von Süden nach Norden, und schräge von unten nach oben! Auf Grund dieses einmal angenommenen, schrägen, einseitigen Schubes von Süd nach Nord kommt Lepsius sofort zur Folgerung, dass der Glimmerschiefer des Mte. Dasdana dereinst unter der Kreide und den übrigen Formationen beiläufig in der Gegend von Brescia gelegen sein musste und unter diesem an derselben Stelle folgerichtig der Tonalit des Adamello, eine gewiss so erstaunliche Entdeckung, dass sie sich ohne Weiteres den grössten Errungenschaften der alpinen Geologie würdig anreihen müsste, wenn nur die von Lepsius pag. 336 dafür vorgebrachten Gründe ein wenig einleuchtender wären. Wenn sich nun Herr Prof. Lepsius vorzugsweise gerade auf die Lagerung im Val Sabbia beruft, wo die Schichten nicht in Süden vom Urgebirge weg, sondern nach Norden gegen dieses einfallen, und meint, dass diese Lagerung nur dadurch entstehen könne, dass durch ein Vorrücken der Hebungspunkte in nördlicher Richtung mehr Raum an der Oberfläche geschaffen wird, als für die emporgehobenen und vorhandenen Formationen nöthig ist, so geht aus diesem Hinweise leider zunächst nicht die Richtigkeit der von ihm vertretenen Anschauung hervor, sondern vielmehr in erster Linie der fatale Umstand, dass ihm die einfachsten Elemente der tektonischen Gestaltung in der mesozoischen Aussenzone der Südalpen, die liegenden Falten und deren Entwicklungsstadien, vollkommen unbekannt geblieben sind, und dass er sich demnach recht überflüssigerweise in Speculationen gestürzt hat, denen eine reelle Grundlage ganz und gar fehlt. Auf die weiterfolgenden Hypothesen von Lepsius des Näheren einzugehen, ist schon deshalb unnöthig; auch dürfte die mangelhafte Kenntniss eines Theiles von Südtirol schwerlich ein geeigneter Boden sein, um darauf Meinungen über die Entstehung der Gesammtalpen aufzubauen. Auf die im Voranstehenden dem Werke von Lepsius entnommenen tektonischen Einzelheiten und die von Prof. Lepsius daran geknüpften Folgerungen einzugehen, war aber deshalb geboten, weil dieselben zum grössten Theile auf das von mir ebenfalls begangene Gebiet sich beziehen. Man wird zugestehen, dass Herr Prof. Lepsius es verstanden hat, auf recht bescheidenen positiven Grundlagen grossartige allgemeine Hypothesen zu gründen. Die

Hauptstärke der von ihm angewandten Methode besteht aber entschieden darin, dass er an passender Stelle den einseitigen Gebirgsschub eingreifen liess, mit dessen Zuhilfenahme es ihm selbstverständlich ein Leichtes war, die Alpen aufzurichten, ohne dass er sich bei so nebensächlichen und untergeordneten Dingen, wie die Art der Faltenbildung in den sedimentären Massen u. dgl. ist, aufzuhalten brauchte.

Allerdings weiss man bis jetzt recht wenig über die Art und Weise, in welcher sich die Wirkung des einseitigen Gebirgsschubes aus Süden her an der Südseite der Alpen äussert und documentirt. Es wäre daher gewiss ein äusserst dankenswerthes Unternehmen gewesen, wenn Herr Prof. Lepsius, nachdem er schon so glücklich war, das Eingreifen des von Süden her wirkenden Schubes in den Südalpen zu entdecken, auch etwas zahlreichere Beobachtungen über die Art, in welcher derselbe in den Gebirgsfaltungen sich verräth, anzustellen und dieselben in seinem umfangreichen Werke weiteren fachmännischen Kreisen mitzutheilen sich bewogen gefunden hätte. Es bleibt jedenfalls zu bedauern, dass er das unterlassen hat, vielleicht wäre dadurch gleichzeitig das etwas unvermittelte Auftreten dieses einseitigen Schubes auf pag. 336 seines Werkes allgemein verständlicher geworden.

So wie die Sachen jetzt liegen, kann man leider nur sagen, dass die im tektonischen Theile des Lepsius'schen Werkes mitgetheilten Beobachtungen und Anschauungen, soweit dieselben mein Aufnahmegebiet berühren, grösstentheils unrichtig sind, sowie dass selbst die aus diesen unrichtigen Prämissen gezogenen Schlussfolgerungen daraus ganz und gar nicht hervorgehen — von ihrer Richtigkeit oder Unrichtigkeit an sich wieder abgesehen. Aber wollte man sogar die von Lepsius aus unrichtigen Prämissen gezogenen unlogischen Consequenzen gelten lassen, d. h. wollte man zugeben, die tektonischen Verhältnisse der Südalpen liessen sich wirklich dahin deuten, dass die Alpen durch einen südnördlich wirkenden einseitigen Schub aufgerichtet worden seien, so müsste man consequenterweise auf Grundlage der thatsächlich vollkommen analogen, höchstens graduell verschiedenen tektonischen Verhältnisse der Kalkzone der Nordalpen ebenso den Schluss gelten lassen, dass die Alpen durch einen nordsüdlich wirkenden einseitigen Schub entstanden seien. Und umgekehrt würde die etwa aus den tektonischen Verhältnissen der Nordalpen gezogene Schlussfolgerung, dass die Alpen durch einseitigen Schub aus Süden her entstanden, zu der ebenso berechtigten, weil auf die analogen tektonischen Verhältnisse der Südalpen basirten Schlüsse nöthigen, dass die Alpen durch einseitigen Schub aus Norden entstanden seien. Man kommt also in jedem Falle ganz von selbst auf die alte Symmetrie zurück und hat nur, je nach Umständen, einmal Druck und ein anderesmal Gegendruck gesetzt, und bald den einen, bald den anderen dieser beiden unzertrennlich verbundenen Factoren als für sich allein auftretendes Agens bei der Gebirgsbildung angenommen.

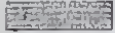
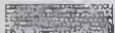
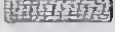
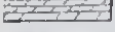
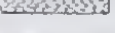
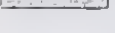


Jahrbuch der k.k. Geologischen Reichsanstalt, 31. Bd. 1881.

Verlag von Alfred Hölder k. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler.

Photolith. u. Druck v. F. Köke, Wien.

Zeichen-Erklärung.

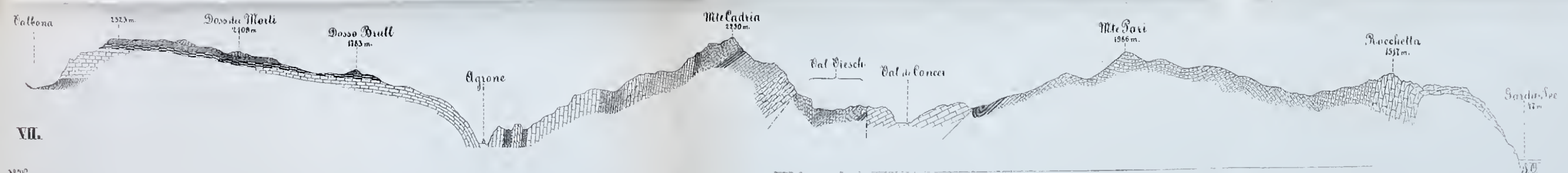
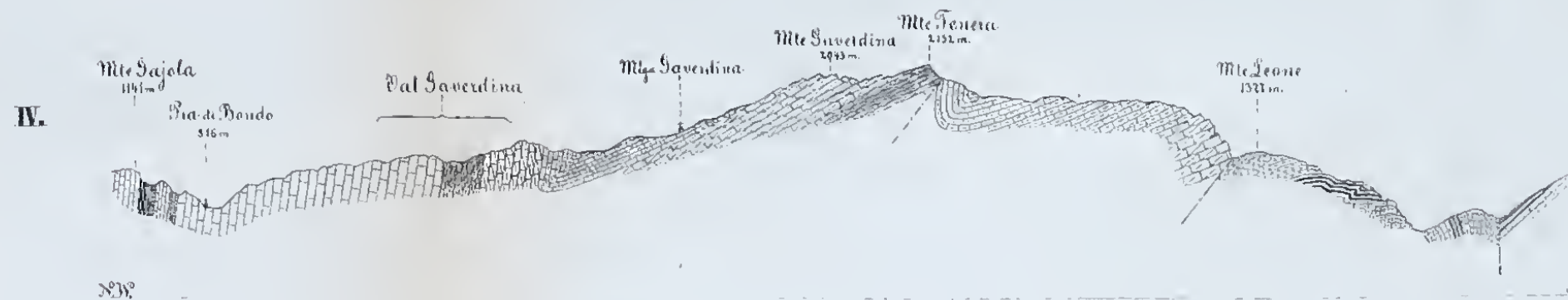
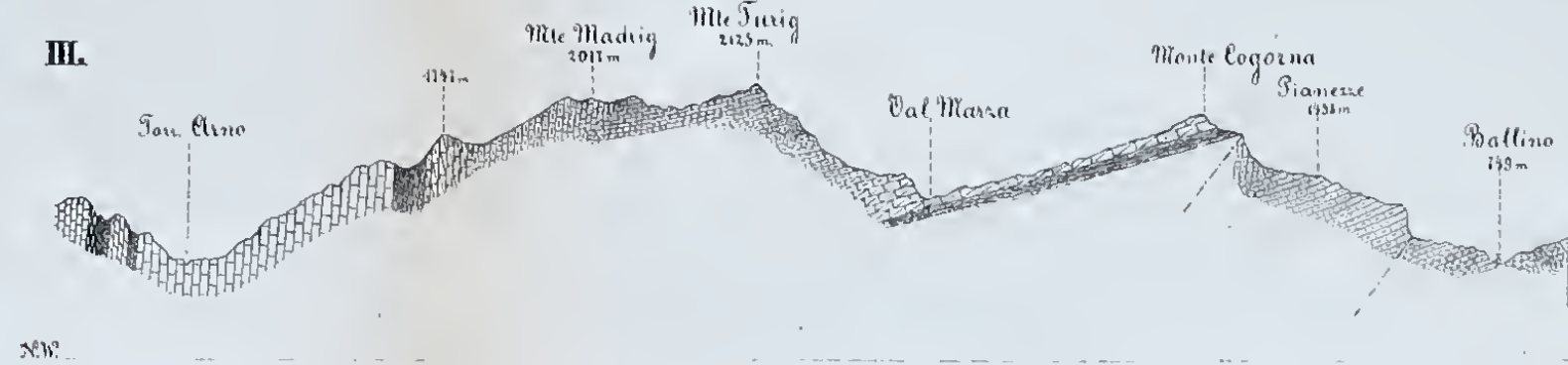
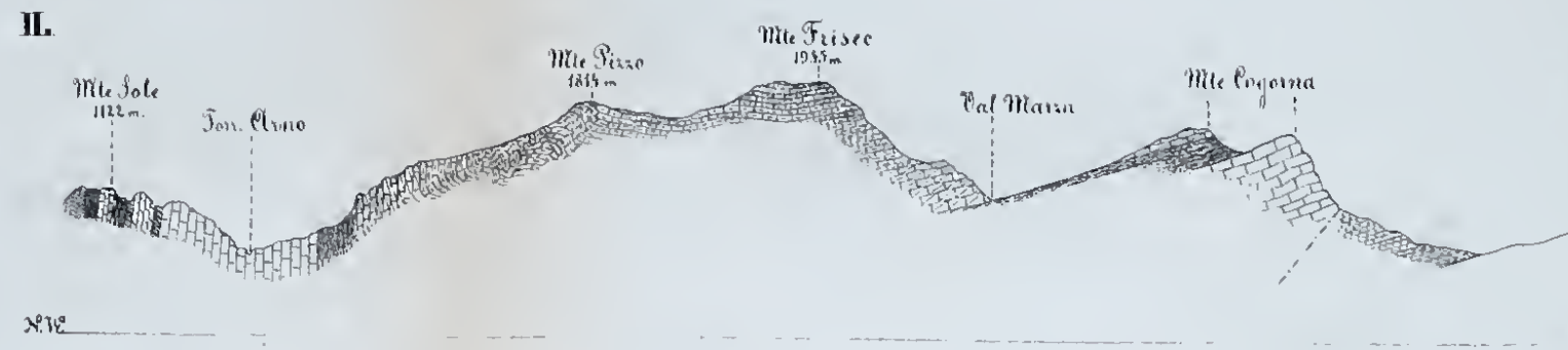
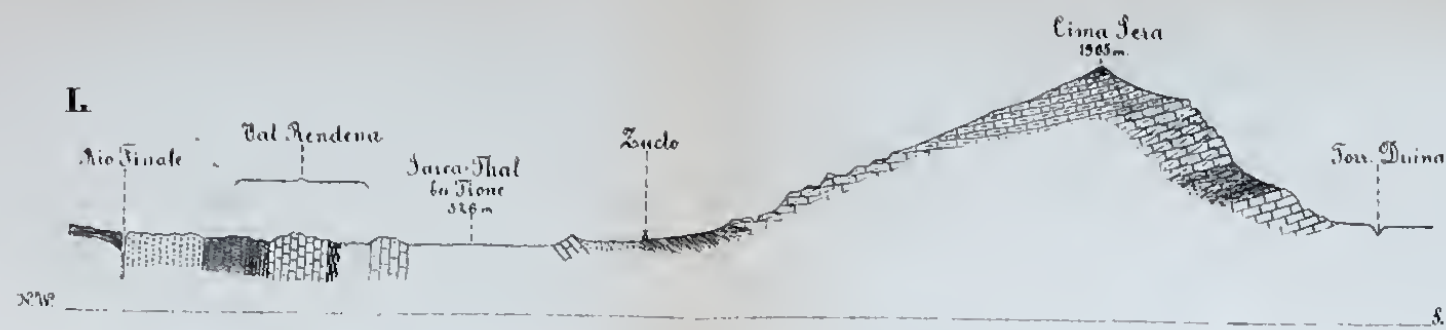
-  Stimmerschiefer
-  Quarz-Porphyr
-  Gröden Sandstein
-  Werfener Schichten
-  Untere Muschelkalk
-  Obere Muschelkalk
-  Buchensteiner Kalk
-  Wengener Daonellen-Schichten
-  Wengener Riffkalk
-  Schichten von Raibler Facies
-  Kaupt-Dolomit
-  Ahtatische Schichten
-  Drauz-Dolomit
-  Lias
-  Rhynchonellen-Kalke
-  Oberjurassische Hornsteinkalke
-  Diancone
-  Scaglia
-  Eocän
-  Glacial-Diluvium
-  Störungslinien

Parallel-Profile durch die Gebirgs-Gruppen
des

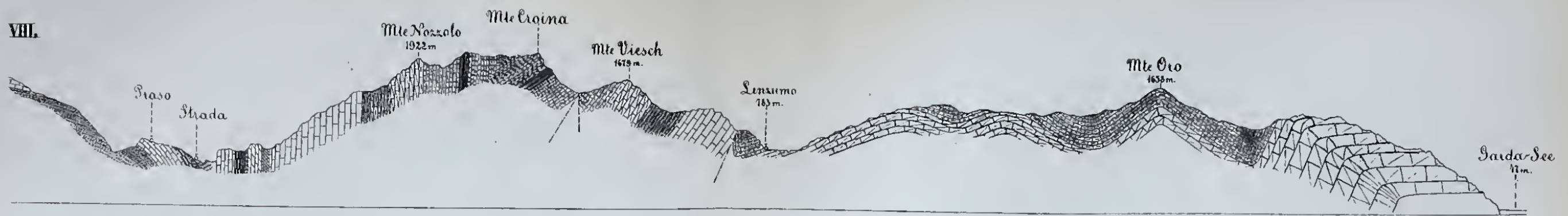
Mte Saverdina und Mte Lanino

Südmest-Tirol.

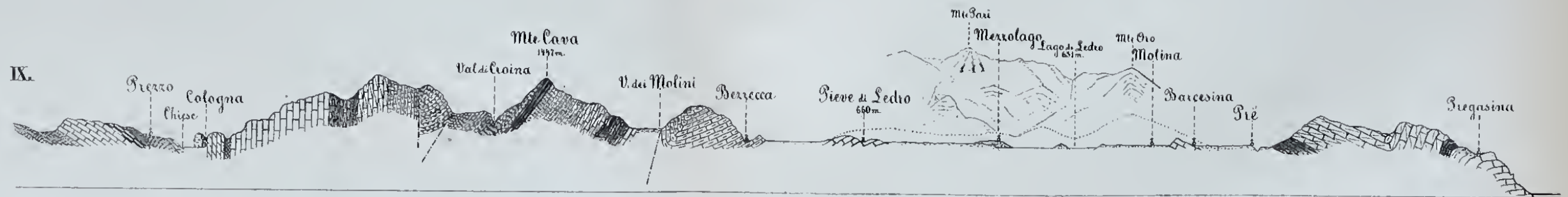
Im Massstabe der Specialkarte
1:25000.



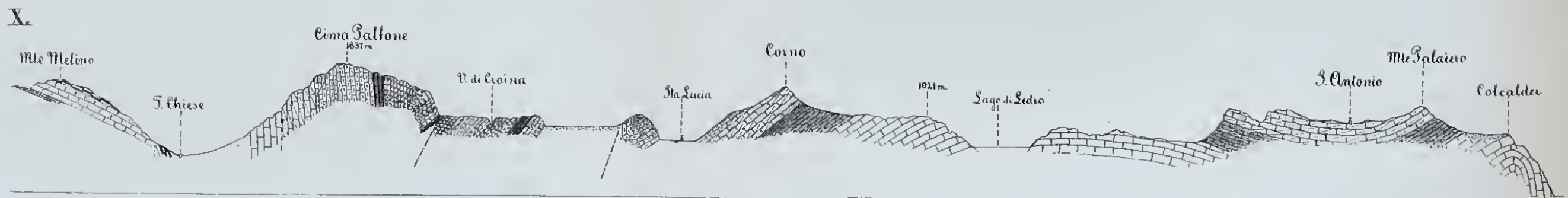
VIII.



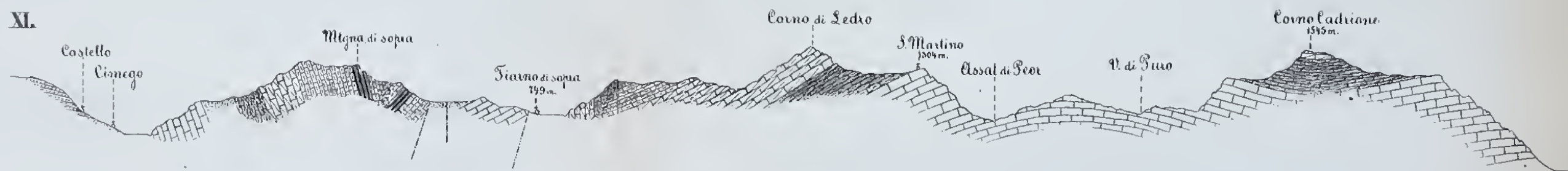
IX.



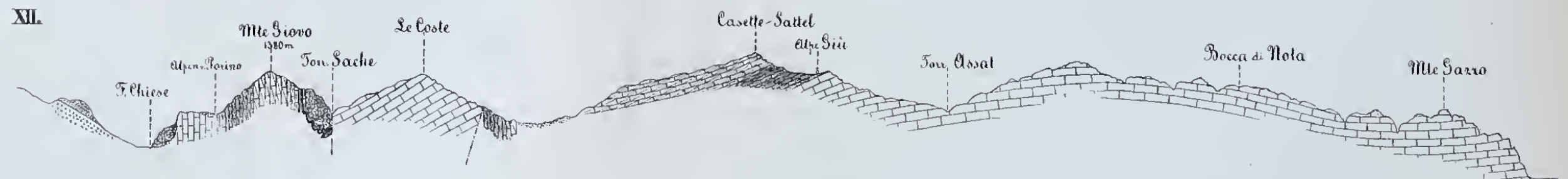
X.



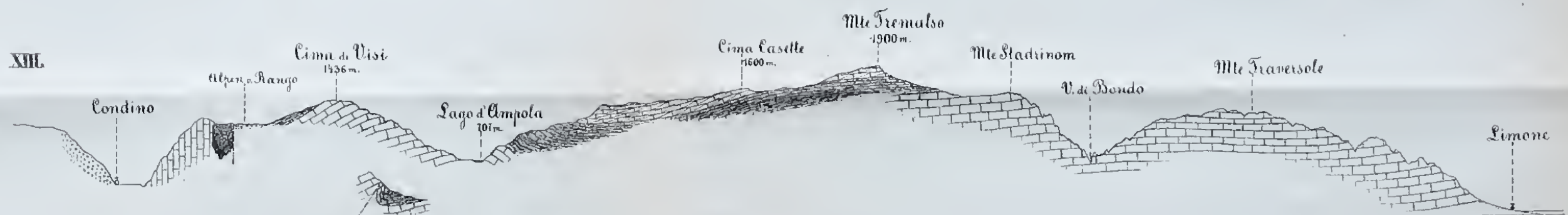
XI.



XII.



XIII.



XIV.

