

diese Anschauung zitieren konnte (pag. 110, Fußnote 3). Am meisten aber muß es überraschen, wenn man auch in den der Kritik meines Artikels folgenden Tagebuchnotizen Toulas die Antiklinale finden kann, zwar nicht mit Worten, aber desto deutlicher in einem Profil durch die Bildungen an der Waldmühle (Fig. 6 auf pag. 265). Es entspricht dieses Profil durchaus den wirklichen Verhältnissen, wie auch aus meiner Fig. 2 hervorgeht.

**Josef Stiný.** Über Bergstürze im Bereiche des Kartenblattes Rovereto--Riva.

Der mit der Durchführung praktischer Aufgaben betraute Techniker, gleichviel, ob er Straßen-, Eisenbahn-, Wasserbau- oder kulturtechnischer Ingenieur ist, bringt den jüngeren Ablagerungen ein hohes Interesse entgegen; in ihnen, den relativ am dichtesten bevölkerten Gebieten, bewegen sich die Trassen seiner Bahnen und die Linienzüge seiner Straßen, sie durchgräbt er vornehmlich beim Baue von Wasserleitungen und bei Flußregulierungen, auf ihnen nimmt er Entwässerungen vor und stellt in ihren Schoß die Fundamente seiner Gebäude. In dieser Richtung decken sich die Forderungen des Technikers nach möglichst klarer Beurteilung der jungen Gebilde vollkommen mit jenen des modernen Geologen, der in letzter Zeit, unter anderem auch aufgemuntert durch die Mahnrufe der Glazialforscher, den posttertiären Ablagerungen ein immer wachsendes Augenmerk schenkt. Dies kommt zum Beispiel auch in den von der k. k. geologischen Reichsanstalt veröffentlichten neueren Detailkarten zum Ausdruck, und die sehr spezialisierten Ausscheidungen, die Vizedirektor Vacek auf seinen Südtiroler Kartenblättern anwendet, bedeuten einen wesentlichen Schritt nach vorwärts in der Darstellung der Junggebilde. Bei der großen Ausdehnung des Gebietes und den bedeutenden im Gelände begründeten Schwierigkeiten der Aufnahme darf es jedoch nicht Wunder nehmen, wenn in der Diagnose der einen oder der anderen jüngeren Ablagerung manchesmal Auffassungen unterliefen, die teils von denjenigen älterer Autoren abweichen, teils den Widerspruch neuerer Untersucher hervorrufen.

So macht unter anderem Prof. Dr. A. Penck in der 9. Lieferung seines Werkes „Die Alpen im Eiszeitalter“ auf pag. 914 darauf aufmerksam, daß auf dem Blatte Trient der geologischen Spezialkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie dem Schuttdamme, welcher den Molvenosee in der Brentagruppe aufstaut, irrigerweise diluviales Alter zugeschrieben ist, während seine Bergsturznatur unverkennbar sei; ebenso wurden die von Josef Damian<sup>1)</sup> vor fast zwei Jahrzehnten beschriebenen Ablagerungen der Bergstürze von St. Anna und Castellier zum Teil als anstehendes Gestein ausgeschieden. Ich verkenne durchaus nicht den Wert der geleisteten kartographischen Arbeit und handle nur im Interesse des an den jüngeren Ablagerungen hochinteressierten Technikers, wenn ich versuche, in nachstehenden

<sup>1)</sup> Josef Damian, die Bergstürze von St. Anna und Castellier in Südtirol. Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie, Wien, 8. Bd. 1891.

Zeilen auf einige zum Teil ganz ähnliche Unrichtigkeiten hinzuweisen, welche sich auch in das Blatt Rovereto—Riva eingeschlichen haben und Junggebilde betreffen.

So fehlt erstlich die Ausscheidung einer Felswand, welche, aus eozänem Kalke der unteren Stufe im Sinne Vaceks aufgebaut, mit nordwestlichem Einfallen von dem Kirchlein S. Biagio bei Seghe di Mori in der Richtung gegen die Friedhofskirche von Tierno zu streicht; die von zahlreichen Operculinen, Nummuliten und andern Nummuliniden durchspickten Kalke fallen schon vom gegenüberliegenden Etschufer aus deutlich ins Auge, sind auf über 200 m Länge aufgeschlossen und zeigen in Form zahlreicher Glättungen und Wannenbildungen die Spuren der Tätigkeit des alten Etschglatschers. Der genannte Nummulitenkalkzug beansprucht schon deshalb ein gewisses Interesse bei der Kartierung des Gebietes, weil er das unmittelbare Bindeglied zwischen den Eozänschichten bei Fojaniche und jenen des Monte Crosano darstellt, mit welchen er Streichen und Fallen völlig gemein hat. Nachdem in der Nähe von Nago ungefähr gleich große eocäne (?) Schollen ausgeschieden wurden und unweit von S. Marco weit kleinere und weniger wichtige Massen von angeblichem Diluvium angegeben erscheinen, hätte man die Ausscheidung der „Insel“ eocänen Kalkes bei Seghe wohl um so eher erwarten dürfen, als bereits Prof. de Cobelli<sup>1)</sup>, der genaueste Kenner der Umgebung Roveretos, auf dieses Vorkommen aufmerksam gemacht hat.

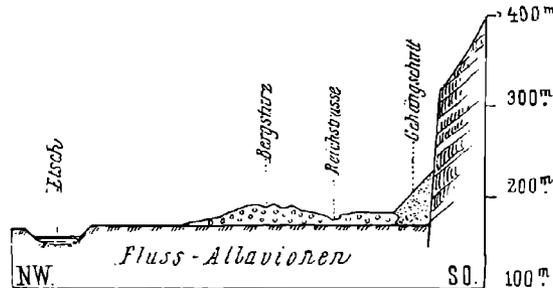
Die — freilich nicht so bedeutsame, aber schon dem entfernten Beobachter sich aufdrängende — Tatsache, daß die Bergsturzablagerungen der Slavini di S. Marco auch auf das rechte Etschufer übergreifen, kann aus der Karte ebenfalls nicht entnommen werden; das gleichmäßige Weiß der Talbödenalluvionen bedeckt jenen aus Oolithrümmerwerk bestehenden Terrainstreifen.

Südlich von S. Marco, zu beiden Seiten der Reichsstraße, sind drei sehr ungleiche Flächen mit der gelbbraunen Farbe des Diluviums bemalt und die Gebiete zwischen ihnen und der Felswand der „grauen Kalke von Noriglio“ als jüngste Flußablagerungen eingetragen. Mit diesen Ausscheidungen kann ich mich aber nicht einverstanden erklären. Die fraglichen „diluvialen“ Hügel bestehen aus eckigen Blöcken und scharfkantigen Brocken desselben Oolithes, der weiter nördlich die Slavini di S. Marco auftürmt; auch in der Kulturerde der Weingärten, die inselgleich in den Vertiefungen des Terrains liegen, sind lediglich grusige Splitter der Oolithgesteine eingelagert; nur selten stößt man auf jene gerundeten Porphyrböcke, welche in den eht glazialen Ablagerungen der weiteren Umgebung sonst recht häufig auftreten; geritztes Geschiebe von der Art, wie es Moränen beherbergen, konnte ich trotz eifrigen Suchens überhaupt nicht auffinden. Betrachtet man außerdem noch die morphologische Gestaltung des Geländes, so wird man in dem naheliegenden Schlusse bestärkt, daß das vermeintliche Diluvium einschließlich eines Großteiles des angrenzenden Terrains die Ablagerungen eines Felsrutsches darstelle, dessen Massen

<sup>1)</sup> Prof. Giovanni de Cobelli „Le Marmite dei giganti della Valle Lagarina“. Rovereto 1886.

von der Örtlichkeit „Fortini“ abbrechen und im weiteren Verlaufe ihrer Bahn über die mehr als 100 m hohe, fast senkrechte Felswand, einem Wasserfalle ähnlich, bis weit hinaus in die Ebene des Etschtales geschleudert wurden, wo sie nach kürzerem „Strömen“ zur Ruhe gelangten. Je größer die mit parabelähnlicher Bahn durch die Luft sausenden Blöcke waren, einen desto längeren Weg mußten sie naturgemäß durchlaufen; das feinere Material lagerte sich daher näher dem Fuße der Felswand ab, wo sich bereits damals verhältnismäßig mächtige Schutthalden befunden haben mochten. Das untenstehende Profil (Fig. 1) veranschaulicht die Verhältnisse, unter denen die Ablagerung der Bergsturzmassen erfolgte. Ich habe die Absicht, in einem zusammenfassenden Aufsätze die Bergstürze der Umgebung von Mori und Nago ausführlicher zu schildern und will deshalb an dieser Stelle nur kurz erwähnen, daß die Abbruchstelle auf der Malga

Fig. 1.



Profil über den Bergsturz südlich von S. Marco.

Maßstab: 1:25.000.

(Überhöhung dreifach.)

Zugna noch jetzt deutlich hervortritt und ebenso wie beim Felsrutsch von S. Marco auch hier die grauen Kalke von Noriglio die Gleitbahn für die zu Tal fahrenden Oolithe abgaben. Die in dem Trümmerwerk hier und da sich vorfindenden Porphyrgeschiebe sprechen durchaus nicht gegen die Bergsturznatur der Massen; es ist recht gut denkbar, daß sie auf den Oolithbänken aufruhten und zugleich mit ihnen ins Gleiten kamen.

Wenn man von der Reichsstraße aus, die Nago mit Arco verbindet, die Campagna im Norden des Monte Brione überschaut, so nimmt man in der Nähe der Gehöfte Masi und Mazza der Gemeinde Oltresarca ganz deutlich einige niedrige Hügel wahr, welche, etwa 4—6 an der Zahl, sich mit sanft gerundeten Formen etliche Meter hoch über die Flußanschwemmungen emporheben; die geologische Spezialkarte gibt auch für diese Terrainwellen bloß die Signatur der Talalluvionen an. Untersucht man aber das Gelände näher, so zeigt es eine ganz andere Zusammensetzung und Entstehungsart wie die umliegende Sarcaebene; die drei größeren Hügel sind ebenso wie die benachbarten kleineren Unebenheiten aus eckigen Trümmern

eocänen Nummulitenkalkes aufgebaut; nur sehr spärlich finden sich ab und zu Geschiebe glazialer Natur. Man empfängt den bestimmten Eindruck, daß es sich hier um die Ablagerungen eines größeren Bergsturzes handle, der an dem Gehänge der westlichsten Ausläufer des Creino zu Tal fuhr. Die von den Bergsturzmassen gebildete Fläche hat derzeit die Gestalt eines Ovals von unregelmäßiger Begrenzung; der Längsdurchmesser streicht nordsüdlich und mißt etwa 900 m, während die kleinere Achse bloß rund 400 m Länge besitzen dürfte. Das Abbruchgebiet ist als solches nicht mehr scharf zu erkennen. Die Alluvionen der Sarca drängen sich von Westen, Süden und teilweise auch von Osten her dicht an die Bergsturstrümmer heran, die im Nordosten den Ansatzpunkt für die Schwemmkegel der Wildbäche von Bolognano bilden. Auch die Ablagerungen des Wildbaches von Vignole berühren mit ihren letzten Ausläufern hart den Rand der Massen eocänen Gesteins. Die Oberflächenform der Bergsturstrümmer hat ihre ursprüngliche Gestaltung durch die kulturbodenschaffende Tätigkeit des Menschen bereits verloren und erscheint vielfach verändert. Viele Umstände sprechen für die Annahme, daß dieser Bergsturz schon sehr bald nach dem endgültigen Rückzuge des Talgletschers stattgefunden hat und seine Trümmer im Laufe der Zeit dann durch die Anschwemmungen der Sarca und ihrer Nebenbäche bis hoch hinauf in Schutt eingehüllt wurden.

Wie diesem größeren, so fehlt auch südlich davon einem kleineren Bergsturze in der Nähe von Fibie das entsprechende sonst angewendete Ausscheidungszeichen; das Abbruchgebiet dieses letzteren Felsrutsches springt auf den Hängen oberhalb der Kleinbahntrasse deutlich ins Auge. Die Ablagerung ist verhältnismäßig jung und wahrscheinlich zu einer Zeit erfolgt, als die Sarcaebene bereits im wesentlichen ihre jetzige Gestalt und Niveauhöhe besaß.

Soweit ich die zugehörige Literatur zu überblicken imstande bin, wurden die beiden letztgenannten Ablagerungen bisher noch nirgends als Bergsturzbildungen angesprochen und als solche öffentlich angeführt.

Josef Damian hat in seinem schon einmal erwähnten Aufsatz über die Bergstürze von St. Anna und Chastellier bereits vor mehr als einem Jahrzehnt kurz betont, daß der Vorsprung südlich von Torbole, dessen höchster Punkt in der Spezialkarte die Kote 167 trägt, einem Bergsturze seine Entstehung verdankt und keine diluviale Bildung ist, wie die geologische Spezialkarte angibt. Um einer von mir beabsichtigten späteren ausführlicheren Schilderung dieses zeitlich mehrfach gegliederten Felsrutsches nicht allzusehr vorzugreifen, möchte ich nur einige wenige Tatsachen vorbringen, welche geeignet sind, die Damiansche Ansicht zu erhärten. Die älteren Häuser des reizend gelegenen Marktes Torbole stehen samt dem malerischen Kirchlein auf den letzten Ausläufern jenes Nummulitenkalkzuges, welcher von Nago in südwestlicher Richtung gegen den Gardasee zu streicht. Das Eocän bildet auch den Untergrund der Pescicoltura und begleitet den Wanderer bis hart an den Ursprung der Fontana Romana, die der Fischzuchtanstalt das Gebrauchswasser zuführt. In der Nähe der seit alters her benützten Quelle stoßt man

sodann auf Scagliafels; zu den Füßen der Steilabstürze des ziegelroten Mergels haben sich die Verwitterungsprodukte in Form einer Schutthalde angehäuft. Von hier dehnt sich nun gegen Süden hin auf eine Erstreckung von rund 600 m ein wüstes Trümmerfeld aus, das nur eine spärliche Flora von genügsamen und an sonnendurchglühten Steinboden gewohnten Arten beherbergt. Bei näherer Prüfung erkennt man, daß die wirt über- einandergelagerten Felstrümmer liassischen Alters sind und Versteinerungen einschließen, welche mit denen der Kalke und Oolithe vom Cap S. Vigilio gut übereinstimmen; hier und da kann man deutliche Oolithstruktur wahrnehmen. Gegen die südlich gelegene Bucht zu geht das Material mehr und mehr in einen dunklen Mergelkalk über, der in einem größeren Steinbruche abgebaut wird und einen beliebten Bau- und Werkstein liefert; am Westrande der Ablagerung und im sogenannten „Olivenhain“ erscheinen die Steinbrocken und Felsblöcke vielfach durch ein kalkiges Zement zu einer Art Breccie verbunden; reich an merkwürdigen Formen, welche Wellenschlag und Regenerosion an ihm hervorgerufen haben, ragt in der Nähe des Café al Paradiso der *sasso dei bimbi* aus den blauen Wassern des Sees; einige kleinere benachbarte Blöcke wiederholten das Phänomen; sie allein trotzen noch immer den zerstörenden Kräften, während die kleineren Trümmer, die der Bergsturz in den Sec hinaus vorschob, dem Wellenschlage der mächtigen Brandung schon längst zum Opfer gefallen sind und zu Grus zermalmt wurden. Nur am Nordende der Ablagerung findet man vereinzelte Trümmer eocäner Kalke und roter Mergel; sonst stoßt man überall auf kantige Blöcke der oben genannten helleren Kalke und dunkleren Mergel; porphyrische Blöcke und Tuffgeschiebe trifft man gar nicht an. Aus diesen Verhältnissen geht allein schon die Bergsturz- natur der Ablagerung unzweideutig hervor und es bedarf kaum mehr des Hinweises, daß sich die Abbruchsränder des Felsrutsches auf dem alten Uferhange mit Gewißheit nachweisen lassen. Sie bilden eine mehrfach verästelte, aus einer Seehöhe von ungefähr 600 m allmählich gegen den Seespiegel hin abfallende und dabei an Stärke und Deutlichkeit stets abnehmende Linie; die Schichtflächen fallen hier parallel der Hangneigung gegen den See ein und bestehen aus Liaskalk der Oolithstufe und einem dunklen Kalkmergel von augenscheinlich etwas jüngerem Alter. Der Felsrutsch hat offenbar bald nach dem Rückzuge der Eismassen, also in nachdiluvialer Zeit, stattgefunden.

Südlich der Straße, welche von Nago nach S. Giovanni führt, sollen nach der geologischen Karte drei kleine hügelartig aufsteigende Eocänschollen liegen. Die Hügel fand ich rasch, den Eocänkalk jedoch suchte ich vergebens. In der Tat ist auch in der ganzen, als Diluvium (!) ausgeschiedenen Umgebung kein gewachsener Nummulitenfels vorhanden. Die fraglichen Kuppen bestehen ebenso wie einige andere, noch südlicher gelegene, aus stark zertrümmerten Blöcken, Grus und Brocken, welche hier und da zu einem breccienartigen Gesteine lose zusammengebacken sind. Der petrographischen Zusammensetzung nach trifft man zum weitaus überwiegenden Teile oolithische Gesteine an; die Dümschliffe zeigen zwischen den einzelnen Roggensteinkügelchen in der Regel kristallinen Kalk (häufige Zwillinge nach —  $\frac{1}{2}$  R) als

Ausfüllungsmasse. Die dichtereren Kalke, die man hier und da, namentlich im ersten Hügel (von Nago aus gerechnet) vorfindet, enthalten nicht näher bestimmte Foraminiferen von anderem Aussehen als die Nummuliten. Stellenweise stoßt man auch auf größere oder kleinere Blöcke von eocäнем Kalk mit zahlreichen Nummuliten, auf Basaltgeschiebe und auf recht seltene Porphyrböcke. Die letzteren Funde erleichtern die ablehnende Haltung gegenüber der Anschauung, welche die geologische Spezialkarte vertritt: Der vermeintliche Eocänel stellt nur eine Reihe von Hügeln dar, die als letzte Vorposten der Kuppen des Bergsturzes von S. Giovanni aufzufassen sind. Zu einer Zeit, da die losgelösten Massen längst schon zur Ruhe gekommen waren, brachen von den Südhängen des Creino dort anstehende Nummulitenkalke und Basalttuffe ab und donnerten, auf ihrem Talwege einzelnes diluviales Geschiebe mit sich raffend, zur vorgelagerten Terrasse von S. Tommaso herunter; hier machte der größte Teil der Stürzenden halt, der Rest aber sprang über die Steilwand in großen Bögen hinaus und gesellte sich zu den dort aufgetürmten Bergsturzterrassen. So läßt sich das Vorkommen der dem Abbruchgebiete des Felsrutsches von S. Giovanni fremden eocänen Kalk- und Tuffgesteine, sowie der Porphyrböcke wohl am ungezwungensten erklären.

Die schon lange bekannte Trümmerwüste von S. Giovanni bei Nago und der große, die Kote 370 tragende Blockhügel östlich vom sogenannten Paternosterwege sind auf der Karte als Bergsturzablagerungen ausgeschieden. Doch ist deren nördliche Ausdehnung zu klein angegeben und die ganze, beckenähnliche, scheinbare Ebene östlich von Nago als diluviale Bildung bezeichnet. Eine genaue und wiederholte Begehung des Gebietes hat mich zur Überzeugung geführt, daß die fruchtbare Flur, die die Bewohner Nagos ernährt, ganz anderer Entstehung sein muß.

Die Weingartenmauern sind größtenteils aus Oolithen oder Kalken mit den für die Stufe vom Cap S. Vigilio<sup>1)</sup> bezeichnenden Versteinerungen erbaut. Gegen S. Giovanni zu bemerkt man auch hier und da Trümmer desselben grauen Kalkes von Noriglio, wie er sich auch unter den Bergsturmassen, die vom Dosso alto abbrechen, recht häufig mit seinen typischen Fossilien vorfindet. Geschiebe von Basalten und ihren Tuffen sind nicht so selten; dagegen kommen Porphyrböcke und Urgebirgsgesteine recht vereinzelt vor, im Gegensatz zu allen glazialen Ablagerungen der Umgebung, welche diese Gesteine stets in reichlicher Menge beigemischt enthalten. In der Weingartenerde finden sich neben humosen und abschlämmbaren Bestandteilen ebenfalls der Hauptsache nach Splitter oolithischen Kalkes. Zudem liegen die Weingärten nicht einmal in unmittelbarer Nähe von Nago auf einer vollkommen horizontalen Fläche; die scheinbare Ebene ruft, ähnlich wie ich dies schon beim Bergsturze von Masi betonte, deutlich den Eindruck hervor, daß die menschliche Kultur auch hier ursprünglich viel kupiertere Terrainformen ausglich und ebnete. In den Slavini

<sup>1)</sup> Ich folge hier, wie auch weiter oben, jenen Horizontabgrenzungen, welche Herr Vizedirektor M. Vacek vorgenommen und in zahlreichen Schriften vertreten hat.

di S. Marco läßt sich gerade heutzutage, wo man an die Urbarmachung der Steinwüste mit mehr Ernst schreitet als in früheren Zeiten, die allmähliche künstliche Verflachung der Bodenerhebungen recht gut studieren. Je weiter man nun von Nago auf dem Wege zur Malga Zurez fortschreitet, desto mehr häufen sich die Bergsturzsuren in Gestalt abwechselnder Hügel und Mulden, verstreuter Blöcke und so weiter. In erhöhtem Maße gilt dies von den Kuppen in der Nähe von S. Giovanni, welche gleichfalls als Diluvium kartiert wurden; sie gehören jedoch ganz entschieden organisch zu den Ablagerungen des Bergsturzes, der nach der kleinen Johanneskapelle seinen Namen erhalten hat. Einerseits von den Steilwänden unterhalb S. Tommaso, andererseits von dem Eocänriegel westlich des Paternosterweges zurückgeworfen, prallte die Vorhut der vom Dosso alto, beziehungsweise der Malga Zurez abgebrochenen Bergsturstrümmer seitlich ab und floß als ein Strom zerschellter, wirrer Massen gegen den Platz zu, auf dem heute das östlichste der drei Kirchlein von Nago steht; hier ungefähr stießen die Schuttwalzen der zwei Felsschlipfe in stumpfem Winkel aneinander, verloren dabei den letzten Rest an lebendiger Kraft und kamen langsam zum Stillstande. Regenwässer und kleine, in trockenen Zeitläuften versiegende Bächlein, Zerstörungsprozesse mechanischer und chemischer Art, Menschenhände usw. mögen dann an den letzten Ausläufern der beiden mächtigen Felsrutsche jene nivellierende Arbeit vollzogen haben, als deren Ergebnis uns das heutige Bild der fruchtbaren Flur von Nago entgegentritt.

Geologisches Institut der k. k. Universität Graz, Sommer 1908.

**A. Tornquist.** Noch einmal die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und der **submarine** Einschub ihrer Klippenzone.

Die von mir veröffentlichte Untersuchung über die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone ist von Herrn Dr. O. Ampferer in diesen Verhandlungen (1908, Nr. 9, pag. 189 ff.) besprochen worden und sind neben einer Anzahl von Zustimmungen zu den von mir gewonnenen Resultaten auch Einwendungen gegen die von mir vorgenommenen tektonischen Deutungen gemacht worden.

Die Einwendungen erstreckten sich naturgemäß in erster Linie auf meine Auffassung der langen, mitten in der Flyschzone auftretenden Kalkklippe, welche sicher eines der schwierigsten Probleme in den Nordalpen überhaupt darstellt. Da kein Zweifel besteht, daß ein erschöpfendes Verständnis dieses tektonischen Elements erst nach weiterer Kenntnis benachbarter Gebiete möglich ist, begrüße ich es mit Freuden, wenn ein so erfahrener Fachgenosse, wie Herr Dr. Ampferer es ist, sein Interesse diesem Gegenstande ebenfalls zuwendet. Ich nehme hiermit meinerseits gern Veranlassung noch einmal auf dieses Problem zurückzukommen, zumal sich mir ein neuer Ausblick auf dasselbe geboten hat.

Die genetische Deutung des Flyschmaterials selbst sowie des kristallinen Schuttes und der Blöcke wird von Dr. Arn. Heim und mir in gleicher Weise erklärt und nimmt auch Ampferer eine