C. Einsendungen und Besprechungen.*)

Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble. Geschenk von Prof. Dr. Wilfried Kilian. T. V, 1899—1900, fasc. 1—3. T. VI, fasc. 1—2, 1901—1902. T. VII, fasc. 1—2, 1902—1903. T. VIII, fasc. 1, 1905—1907.

Pierre Termier, Sur la nécessité d'une nouvelle interprétation de la Tectonique des Alpes franco-italiennes. Extr. Bull. Soc. géol. de France, 4e sér., t. VIII, p. 174, 1907. Mit 2 Tafeln.

Pierre Termier, En souvenir de Marcel Bertrand (1847—1907). Extr. de *La Montagne*, Rev. mens. du Club Alpin Français 1907.

Pierre Termier, Le Granite de la Hage ou de Trois-Couronnes (Pays Basque). Extr. Bull. Soc. géol. de France, 4e sér., t. VIII, p. 9, 1907.

H. Leitmeier, Geologie der Umgebung von Kainberg im Sausal. Sonderabdr. a. d. Mitt. d. Naturwissensch. Ver. f. Steiermark 1907, Graz 1908, S. 112—130.

Congrès géologique International. Compte rendu de la Xe Session, México 1906. Fasc. 1 et 2. México 1907. Geschenk des Instituto Geológico de México.

Boletin del Instituto geológico de México No. 23. La faune jurassique de Mazapil, avec un appendice sur les fossiles du crétacique inférieur par le Dr. Carlos Burckhardt (a. 43 pl.). México 1906.

Max Krahmann, Denkschrift betreffs Einrichtung einer bergwirtschaftlichen Aufnahme des Deutschen Reiches. Berlin 1904. 4⁰. 31 Seiten.

Max Krahmann, Bergwirtschaftliche Landesaufnahmen. Berlin 1903. Sonderabdruck des Inhaltes und der Einleitung der Fortschritte der praktischen Geologie. Bd. 1.

Max Krahmann, Ueber Lagerstättenschätzungen. Habilitationsschrift, der königl. Bergakademie zu Berlin vorgelegt. Sonderabdr. a. d. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1904, Bd. 12.

R. Bärtling, Die nordschwedischen Eisenerzlagerstätten, mit besonderer Berücksichtigung ihrer chemischen Zusammensetzung und ihrer bis jetzt nachgewiesenen Erzvorräte. Sonderabdr. a. d. Zeitschr. f. prakt. Geologie, Bd. 16, Jahrg. 1908, Heft 3.

---

*) An dieser Stelle werden die Publikationen genannt werden, die geschenkweise oder im Tauschverkehr an die Geologische Gesellschaft in Wien einlangen. Ferner soll hier die Gelegenheit geboten sein, einzelne Arbeiten zu besprechen, von denen anzunehmen ist, daß sie für die Mitglieder der Geologischen Gesellschaft in Wien besonderes Interesse haben. Ohne daß hier in irgendeiner Richtung Vollständigkeit angestrebt würde oder eine strenge Beschränkung auf gewisse Richtungen der Geologie beabsichtigt wäre, werden doch vorwiegend Arbeiten berührt werden, die sich auf die Geologie der Alpen und Karpathen und auf praktische Fragen beziehen. Die Redaktion.

Theodor Lorenz, Geologische Studien im Grenzgebiete zwischen helvetischer und ostalpiner Fazies. II. Teil. Südlicher Rhätikon. Mit 1 Karte, 4 Profiltafeln, 1 Panorama, 3 paläontol. Tafeln (Algen, Foraminiferen) und 19 Textfiguren. — Berichte der naturforsch. Gesellschaft zu Freiburg i. B. 1901, Bd. 12.

Henry Hoek, Geologische Untersuchungen im Plessurgebirge um Arosa. Mit 4 Profiltafeln, 1 Kartenskizze, 1 Panorama und 20 Textfiguren. — Ebenda 1903, Bd. 13 (Vorbericht).

Henry Hoek, Das zentrale Plessurgebirge, geologische Untersuchungen. Mit 2 Karten und 20 Textfiguren. Ebenda 1906, Bd. 16.

Wilfried v. Seidlitz, Geologische Untersuchungen im östlichen Rhätikon. Mit 3 Profiltafeln, 1 paläontolog. Tafel (Tithonfossilien), 1 Panorama und 20 Textfiguren. Ebenda 1906, Bd. 16 (Vorbericht).

Diese verdienstvollen Detailarbeiten verdanken wir der Anregung Steinmanns. Sie wurden, gleichwie die Aufnahmen im Unter-Engadin unter der Losung „Rund um die Silvretta" unternommen. Wiewohl dieses Ziel noch nicht erreicht ist, so gewinnen wir doch schon heute einen Ueberblick über das westliche Gebiet, die Aufbruchszone Steinmanns.

Die Arbeiten von Lorenz (westlicher Teil des südlichen Rhätikon) und Seidlitz (östlicher Teil) schließen unmittelbar aneinander an; das Gebiet Hoeks (Arosa) ist durch eine noch nicht untersuchte Lücke bei Klosters (Casannagebirge) vom Rhätikon getrennt.

Es empfiehlt sich, gleich jetzt die theoretische Stellungnahme der Autoren zu besprechen. Lorenz, dessen Untersuchungen in eine Zeit fielen, wo sich die Deckentheorie noch nicht so viele Anhänger gewonnen hatte wie heute, steht auf dem Standpunkt lokaler Bewegungen (rhätische Bogenfaltung) und hält an dem vindelizischen Gebirge Steinmanns fest. Hoek und Seidlitz hingegen, die von demselben Gesichtspunkte ausgegangen waren, schwenkten bald zur Deckentheorie über und teilen den Standpunkt, welchen Steinmann im zweiten Teil seiner geologischen Beobachtungen in den Alpen (Freiburger Berichte 1905) vertreten hatte. Wir wollen uns zum Verständnis des Folgenden mit seiner Nomenklatur näher befreunden: Steinmann unterscheidet im Prättigau fünf große Deckensysteme. In absteigender Richtung folgen aufeinander: 1. Die ostalpine Decke mit den kristallinischen Zentralmassiven (von Hoek in eine untere und obere geteilt), 2. die rhätische Decke, 3. die Brecciendecke, 4. die Klippendecke, 5. die Region der Bündner Schiefer und der helvetischen Decken. Die Glieder 2 bis 5 haben ihre Aequivalente im Chablais und den Freiburger Alpen. Jede dieser Decken ist durch eine besondere Fazies ausgezeichnet.

So schon in der Trias. In der ostalpinen Decke des Rhätikon herrscht Verrucano, mitunter Quarzporphyr führend, Bundsandstein, Untere Rauchwacke und gelber Dolomit (anisisch oder karnisch?), dunkler fossil- und hornsteinführender Muschelkalk; die höheren Horizonte bis zum Hauptdolomit sind ungenügend bekannt (die genaue Untersuchung der Trias durch Seidlitz ist noch nicht abgeschlossen); der fossilleere Hauptdolomit (?) führt eine basale Rauchwacke oder Dolomitbreccie; darüber folgt reichlich fossilführendes Rhät. — In Arosa ist die Entwicklung ganz ähnlich; doch liegt zwischen Muschelkalk und Rhät eine mächtige, kaum zu gliedernde Masse von Dolomit; in der unteren ostalpinen Decke ist nur Triasdolomit (nach Hoek Hauptdolomit) und Rhät vorhanden, die auf die Aufbruchszone geschoben sind; die an der Ueberschiebungsfläche und an Störungen auftretende Rauchwacke wird von Hoek als ein Aequivalent der Raibler Schichten gedeutet, was natürlich durchaus unsicher ist.

Diese Trias- (und auch Jura-) Entwicklung von Arosa scheint im wesentlichen mit jener des Unter-Engadins übereinzustimmen; Rothpletz faßt beide als Bündner Fazies zusammen; der Rhätikon würde dann einen Uebergang in die nordalpine Fazies vermitteln.

In der Klippen-, Breccien- und rhätischen Zone kommen nur Muschelkalk und Rauchwacke, gelber und grauer (? Haupt-)Dolomit in geringer Mächtigkeit vor, in Arosa auch Rhät. Die Breccienzone ist noch durch eine besondere Fazies charakterisiert, den Streifenschiefer, schwärzliche, graue, rötliche Kalke und Schiefer ohne Fossilien von flyschähnlichem Aussehen, in Verbindung mit Rauchwacken und Uebergang in, allerdings fossilfreien Muschelkalk. In Arosa tritt, wahrscheinlich im Niveau des Verrucano, eine kristalline Breccie auf. — Die roten gipsführenden Mergel vom Gleckkamm, welche Lorenz als die für die Aufbruchszone charakteristische Raibler Ausbildung betrachtet, werden nach Rothpletz (Geolog. Alpenforschungen, Bd. 2, S. 70) von den Gipslagern des nördlichen Rhätikon an Ausdehnung weit übertroffen.

Im Jura erreicht die fazielle Zersplitterung ihren Höhepunkt. — Der Lias ist in der ostalpinen Decke des Rhätikon (als ihr jüngstes Glied) in Adneter Fazies entwickelt. Außerdem scheint hier in diesem Niveau noch eine Breccie mit Triaskomponenten aufzutreten; ganz ähnlich ist sie in Arosa entwickelt, wo sie von Hoek als Transgressionsbreccie aufgefaßt wird; man wird stark an die Steinsberger Breccie der Engadiner Dolomiten erinnert. Der hangende, fossilführende „Adneter Kalk" Hoeks scheint sich nach der Beschreibung von echtem Adneter Kalk durch Mangel an Tongehalt zu unterscheiden, mit dem roten Liaskalk des Unter-Engadins aber wohl übereinzustimmen. — In der Breccienzone hingegen kann man nach Seidlitz ganz ähnlich wie im Chablais eine gröbere untere Breccie, einen Dachschieferhorizont und eine feinere obere Breccie mit Uebergang in flyschartige Schiefer unterscheiden; Komponenten: Triaskalk und Dolomit, charakteristisch die Seltenheit kristalliner Bestandteile. — Fossilien sind keine gefunden worden, hingegen scheint die obere Breccie in die Orbitolinen führende Tristelbreccie überzugehen, was das Vertrauen in ihr liassisches Alter nicht gerade erhöht. — In Arosa wurden in ihr Belemniten und Crinoiden gefunden (im Bindemittel oder in den Komponenten?); auch enthält sie nie Bruchstücke des oberjurassischen Radiolarits, ist daher älter als dieser. (Freilich kommt der Radiolarit nach Steinmanns und Seidlitz' Schema gar nicht in der Brecciendecke, sondern in der rhätischen Decke vor!) Ferner mag auch ein Teil der Flyschschiefer der Aufbruchszone dem Lias zufallen. — Dogger ist bisher nicht nachgewiesen. — Der Malm hingegen ist das landschaftlich auffallendste Glied der Aufbruchszone. Lorenz hat in ihm fünf verschiedene Fazies nachgewiesen. In der Klippenzone treten auf:

1. Graue Kalke, nur durch Hornsteinführung vom helvetischen Hochgebirgskalk unterschieden.

2. Sich allmählich daraus entwickelnd die polygene Falknisbreccie, welche Bruchstücke des gleichfalls in der Aufbruchszone verbreiteten Juliergranits enthält; sie führt zahlreiche (Ober- [?]) Tithonfossilien, (die nach Rothpletz, Alpenforschungen, Bd. 2, S. 67, allerdings nicht aus der Breccie stammen, sondern aus dem Sulzfluhkalk). In Arosa ist sie durch Uebergänge mit den Sulzfluhkalken (3) verbunden. In beiden Gesteinen ist nach Lorenz eine Foraminifere, *Calpionella alpina* weit verbreitet, welche auch im Malm der Schweizer Klippen und Südalpen vorkommt, dem helvetischen Malm jedoch fehlt. In der Falknisbreccie sieht Lorenz eine primäre Brandungs- und sekundäre Faltungsbreccie.

3. In ihren tieferen Partien oolithische Nerineenkalke, im Rhätikon Sulzfluhkalke, in Arosa Pretschkalk genannt. Früher auf Grund schlecht erhaltener „Caprotinen" als Schrattenkalk gedeutet, wurden sie

erst von Koch dem Tithon zugewiesen. Seidlitz fand darin eine reiche (Unter- [?]) Tithonfauna. Der rhätischen Decke sind Tiefseebildungen eigen.

4. Bunte Radiolarite (auch in der unteren ostalpinen Decke vorhanden), welche Rothpletz für permisch hält. Die allerdings sehr ähnlichen Verrucanoschiefern unterscheiden sich von ihnen durch vollständige Fossilfreiheit; ihr Alter ist festgelegt durch den von Hoek beobachteten Uebergang (von Rothpletz allerdings als mechanischer Kontakt betrachtet, Bd. 2, S. 76) in die

5. Fazies, dichte, graue Châtelkalke, mit Mergel- und Schieferzwischenlagen, die in graue Schiefer mit Aptychen und *Calpionella alpina* übergehen (Seidlitz).

Die von Lorenz als 6. Fazies aufgefaßten roten, brecciösen Kalke mit basischen Injektionen sind nach Hoek und Seidlitz teils als Lias, teils als Ophicalcit zu deuten.

Sehr wichtig ist der von Lorenz erbrachte Nachweis von Unterkreide, die bisher meist für Lias gehalten wurde. Es ist ein echter Flysch, dem die sehr charakteristische, polygene Tristelbreccie eingelagert ist; sie führt häufig Orbitolinen (deren Bestimmung als *O. lenticularis* von Rothpletz angezweifelt wird, Bd. 2, S. 66) und nach Lorenz *Belemnites subfusiformis* Rasp. (welcher nach Rothpletz weder aus der Breccie stammt, noch bestimmbar ist, Bd. 2, S. 66). Auffallend ist das Auftreten einer Siphonee, *Diplopora Mühlbergi.* Die Breccie wird von Lorenz als Brandungsbreccie angesprochen. Ihr Alter ist durch die Orbitolinenfunde als sicher cretacisch festgelegt; ob aber der sie begleitende Flysch, in dem Lorenz zahlreiche, echt tertiäre Fucoiden fand, ebenfalls der Kreide angehört, scheint zum mindesten fraglich; aus den Lagerungsverhältnissen kann man in diesem so stark gestörten Gebiete wohl keine Schlüsse ziehen.

Diese Gesteine treten in der Klippen- und Brecciendecke auf.

In der rhätischen Decke findet man hingegen nebst Algenschiefern und Breccienkalken (mit Orbitolinen) sogenannte Mandelschiefer (Seidlitz), sandige Schiefer mit Brocken von Trias-Dolomit, Malmkalk und kristallinischen Gesteinen, gleichfalls mit Orbitolinen. Zur Oberkreide stellt Hoek die von Steinmann entdeckte Cenomanbreccie, eine polygene Breccie, welche Stücke von Radiolarit führt und daher jünger ist als dieser; sie vertritt sich in ihrer Verbreitung mit ihm (aber nicht faziell) und wird von Hoek als Brandungsbreccie aufgefaßt. Sie gehört der rhätischen Decke an.

Im Rhätikon trifft man in der Klippen- und Brecciendecke die grau, rot oder grün gefärbten, mitunter sandig konglomeratischen, als Couches rouges bekannten Kalke und Kalkmergel, die nebst Algen und unbestimmbaren Belemniten- und Inoceramenresten nur massenhaft Globigerinen (auch Radiolarien) führen; ihr obercretazisches Alter wird von Lorenz aus der Lagerung erschlossen, was allerdings kein zuverlässiger Beweis ist (Rothpletz z. B. hält sie für unteres Tithon); doch sind die analogen Schichten der Klippen und Freiburger Alpen sicher als Oberkreide erkannt. Außerdem kommen in der rhätischen Zone zahlreiche basische Eruptiva (Diabase, Spilite, Serpentine, Gabbros etc.) vor, ferner Ophicalcit (Kontaktprodukt zwischen ihnen und mesozoischen Kalken); sie sind mindestens jünger als der Lias.

Kristalline Gesteine sind sowohl in der ostalpinen Decke wie in der Aufbruchszone verbreitet. Besondere Beachtung verdient der Granit von Plasseggen, der mit seinen grünen Feldspaten sehr an den Juliergranit des Ober-Engadin erinnert; im Rhätikon tritt er häufig an der Basis der Ueberschiebung über die Bündner Schiefer und als Gerölle in der Falknisbreccie, in Arosa in der kristallinen (? Verrucano-) Breccie auf.

Seidlitz bringt ihn in Zusammenhang mit dem basalen Granitstock der ostalpinen Mittagspitzenmulde.

Das große Gebiet der Bündner Schiefer ist noch nicht genauer untersucht. Lorenz fand darin Fucoiden und einen *Orbitoides*, den er für Oligocän hielt; doch betonte schon Rothpletz (Bd. 2, S. 67) das Auftreten von Orbitoides in der Oberkreide. Seidlitz fand als höchsten Horizont der Bündner Schiefer (unter der Ueberschiebung) Globigerinenschiefer mit Inoceramenschalen, die er den Seewenschichten gleichstellt; die Foraminifere *Pithonella ovalis*, welche Lorenz als Mikroleitfossil für letztere ansieht, findet sich gleichfalls in ihnen. Hoek vergleicht dieselben Schiefer den tertiären Leimernschiefern. Ferner fand Seidlitz recht häufig Unter-Kreide-Flysch mit Tristelbreccie und Orbitolinen. Jura und Trias hingegen sind noch nicht bekannt.

So bleibt also in diesem, stratigraphisch wie tektonisch selten schwierigen Gebiete trotz hingebender Arbeit noch manche stratigraphische Frage offen. Bei der ungeheuren tektonischen Regellosigkeit der Aufbruchszone ist jede Verallgemeinerung von Fossilfunden untunlich und es muß jedes einzelne Gesteinsvorkommen durch neue Funde festgelegt werden. So ist schon die Stellung des fossilfreien Muschelkalkes und Streifenschiefers unsicher. Die Belemniten und Crinoiden der „Liasbreccie" lassen jurassisches oder cretacisches Alter offen. Sichergestellt sind die verschiedenen Fazies des Malm, teils durch Fossilführung, teils durch Uebergänge in fossilführende Gesteine. Die Tristelbreccie ist durch Orbitolinenfunde als cretacisch bestimmt; für die Couches rouges kann das obercretacische Alter nur durch Vergleich mit den westschweizer Vorkommnissen erschlossen werden. Das Alter der verschiedenen „Flysch"gesteine ist mit Ausnahme der cretazischen Mandelschiefer und der aptychenführenden Malmschiefer durchaus unsicher.

Eine der auffallendsten Erscheinungen ist die große Zahl von Breccien. Man kann die folgenden unterscheiden:

1. Kristalline Breccie, Basalkonglomerat des? Verrucano (Hoek).
2. Dolomitbreccie des Hauptdolomits, wahrscheinlich ein Konglomerat, entsprechend der oberen Rauchwacke (Hoek).
3. Adnether Liasbreccie (ostalpin), Brandungsbreccie (Hoek).
4. Polygene Liasbreccie (Aufbruchszone).
5. Falknisbreccie, polygen, primäre Brandungsbreccie und sekundäre Faltungsbreccie (Lorenz).
6. Cenomanbreccie, polygen, Transgressionsbreccie (Hoek).
7. Tristelbreccie, polygen, oolith. Brandungsbreccie (Lorenz) und Mandelschiefer, polygen („mit gerundetem und gerolltem Material" [Seidlitz], also gleichfalls Brandungsbreccie).
8. Flyschbreccien der Bündner Schiefer, polygen.

Da die Glieder 4 bis 8 kristalline Komponenten führen, so müssen den zahlreichen Transgressionen, wie auch Ampferer (Verhandl. der k. k. Geolog. Reichsanstalt 1906, S. 274 ff.) betont hat, sehr tiefgehende Denudationen vorangegangen sein.

Die nachstehende Tabelle gibt eine Uebersicht über die verschiedenen Fazies auf Grund der Angaben von Hoek und Seidlitz. Die auf eine bestimmte Zone ausschließlich beschränkten Gesteine sind gesperrt gedruckt.

Niveau / Decke	Kristallin	Juliergranit	Permo-Trias	Lias	Tithon	Unterkreide	Oberkreide	Tertiär	Basische Eruptiva, Ophicalcit
Bündner-	—	—	?	? Flysch	?	Flysch Orbitolinen-(Tristel)-breccie	Globigerinen-schiefer?	Globi-gerinen-schiefer ?	—
Klippen-	—	+	Muschelkalk Rauchwacke	? Flysch	Sulzfluh-kalk Falknis-breccie	Flysch Tristelbreccie	Couches rouges	?	—
Breccien-	—	—	Rauchwacke, Gelber Dolomit Muschelkalk Streifen-schiefer Grauer Dolomit	Polygene Liasbreccie ? Flysch	? Flysch	Flysch Tristelbreccie	Couches rouges	?	—
Rhätische	+	—	Verrucano, Buntsandstein Triasdolomit Rhät	? Flysch	Radiolarit Aptychenkalke (Châtelkalk) u. -Schiefer	? Flysch Breccienkalk Mandel-schiefer	Cenoman-breccie	?	+
Ostalpine	+	+	Verrucano bis Rhät	Adneter Kalk u. Breccie	Radiolarit (Parpaner Zwischenstück)	—	—	—	—

Tektonik.

Beginnen wir mit dem östlichen Rhätikon: Nach Seidlitz liegt der Schlüssel zum Verständnis seiner Tektonik in der Region der Tilisunahütte. Hier trifft man (von NNO gegen SSW) zuerst auf die kristallinen Gesteine der ostalpinen Decke mit der steil eingefalteten, von Juliergranit unterlagerten Triasmulde des Tschaggunser Mittagspitz; an einer sehr steilen Ueberschiebung fallen unter sie die Gesteine der rhätischen Decke. Unter diese schießen ungemein steil die in wirrstem Durcheinander gelagerten Schiefer und Breccien der Brecciendecke ein, welche in gleicher Neigung die nächstfolgende Klippendecke überschieben. Rhätische und Brecciendecke, die mit einander in komplizierter Weise verfaltet sind, tragen auf ihrem Rücken Deckschollen der ostalpinen Decke; so steckt, steil in den Serpentin eingefaltet, in der rhätischen Decke der elliptische Dioritstock des Schwarz- und Seehorns; er ist muldenförmig gebankt und ummantelt von Kristallin und Trias, welche Gesteine im Kontakt mit dem Serpentin zu einer Riesenbreccie verarbeitet sind; gegen unten verschmälert sich der Dioritstock, Serpentin und Trias fallen steil unter ihn. In ganz ähnlicher Lagerung steckt in den Flyschschiefern der Brecciendecke ein Gneiskeil (Bilkengrat, Gaisspitz, Kessikopf), ummantelt von Verrucano und Trias; an mehreren Stellen (namentlich im Gauertal) konnte Seidlitz beobachten, daß der Gneis nicht in die Tiefe fortsetzt, sondern unten muldenförmig von Verrucano umschlossen wird. Diesen Beobachtungen hat neuerdings Ampferer (Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1907, S. 192 ff.) entschieden widersprochen; er stellt nicht nur das Einfallen des Serpentins unter den Dioritstock in Abrede, sondern auch den Muldenschluß des Verrucano unter dem Gneiss, welch letzterer vielmehr von (wahrscheinlich übergeschobenen) Flyschschiefern bedeckt wird. Als gesichert kann demnach die Deckschollennatur dieser Keile nicht gelten. Die unter die Brecciendecke einfallende Klippendecke besteht hauptsächlich aus Sulzfluhkalk, der die mächtigen Massive der Sulz-Drusen-Scheienfluh aufbaut und aus Falknisbreccie, welche stets unter den Sulzfluhkalken liegt. Durch Fetzen von Couches rouges werden letztere in einzelne, steile Schuppen zerlegt; auch Querverschiebungen sind nicht selten. In der Gruben findet eine Durchstechung der Klippendecke durch die Gesteine der (höheren) rhätischen und Brecciendecke in wirrster Lagerung statt. (Von Ampferer als glaziale Massen gedeutet.) Die Basis der Klippendecke bildet Juliergranit; an einer ziemlich flachen Ueberschiebung schießen die Bündner Schiefer gegen N unter ihn ein.

Oestlich und westlich von der Tilisunahütte heben sich die Keile des Schwarzhorns und Bilkengrats aus; alles übrige bleibt im wesentlichen unverändert, so die Aufeinanderfolge der fünf Decken, so besonders auch die ungeheure Regellosigkeit des Aufbaues; es gibt Stellen, wo keine Schicht in normalem Verbande steht! Sehr bemerkenswert ist das „Fenster von Gargellen". Etwa 5 km östlich vom Rande der Ueberschiebung entfernt, mitten im Bereich der ostalpinen Decke, treten unter ihren Gneisen im tiefen Einschnitt des Gargellentales die Gesteine der Aufbruchszone in der bekannten Reihenfolge, an der Basis von Juliergranit begleitet, in flacher Lagerung wieder auf; im Taltiefsten erscheinen auch die Bündner Schiefer. — Weiter gegen S gelangen wir, nach Ueberschreitung des noch nicht untersuchten Casannagebirges, in die Gegend von Arosa. Hier bietet sich ein ähnliches Bild wie im Rhätikon. Als Basis das sehr gestörte Bündner Flyschvorland; darüber zunächst ein recht konstantes Band von Pretsch-(Sulzfluh-)Kalk und Falknisbreccie; darauf in wildestem Durcheinander, aber ausnahmslos flach SO fallend eine Riesenquetschzone der verschiedenen Gesteine der rhätischen, zum Teil auch der (sehr schwach entwickelten) Brecciendecke, in erstaunlichem Kontrast zu der ruhigen Lagerung der Pretschkalkwand. Auffallend ist die starke Beteiligung des Kristallinen und

die gewaltige Ausdehnung des Serpentins. — Dieser ist selbst eine Schuppe inmitten der sedimentären Schuppen; nur selten durchbricht er gangförmig einige Gesteine, dann setzt er aber nicht in die Tiefe. Mit flacher Ueberschiebung legt sich die ostalpine Decke darauf, welche hier in eine untere („Parpaner Zwischenstück") und eine obere („Strela-Amselfluhkette") zerfällt. Erstere ist durch flache Verfaltungen von Triasdolomit, Lias und Radiolarit (Parpaner Weißhorn) ausgezeichnet. Gegen N und S verschwinden diese jüngeren Muldenkerne, es liegt Dolomit auf Dolomit. Der südliche Teil der unteren ostalpinen Decke ist an einem Bruche gehoben (Foil, Cotschen). — Darüber ist die obere ostalpine Decke flach aufgeschoben; ihre Basis bildet teils Kristallin (Arosaer Rothorn), teils Dolomit; in letzterem Falle liegt Dolomit der oberen auf Dolomit der unteren ostalpinen Decke, so daß die Ueberschiebung unkenntlich wird. Hoek hat nur die westlichste Triasfalte (Strela-Amselfluhkette) untersucht; sie stellt eine, anscheinend flach gegen NW überschlagene Antikline dar, deren Kern Verrucano bildet; Faltenumbiegungen wurden nirgends beobachtet. — Der hangende Flügel ist normal gebaut, der liegende ruht nicht normal auf dem Kristallinen auf; stellenweise (Erzhorn) bilden sich noch kleinere Falten in ihm heraus.

Kehren wir zum Rhätikon zurück. Gegen W schließen sich an das Gebiet von Seidlitz die Arbeiten von Lorenz an. Das Gebiet der Kirchlispitzen ist beiden gemeinsam; die Neuaufnahmen von Seidlitz haben hier manche Berichtigung und Vervollständigung gebracht. Demnach ist die muldenförmige Umbiegung der Kirchlispitzen und ihr Schwimmen auf dem Flysch, wie es Lorenz zeichnet, nicht zu sehen; vielmehr sind sie, ganz ähnlich wie die Tithonmassen der Sulzfluh, deren westliche Fortsetzung sie bilden, durch Couches rouges-Fetzen in mehrere Schuppenpakete zerlegt. — Damit findet die Klippenzone zunächst ein plötzliches Ende; gegen W hin stellen wilde Quetschzonen den Zusammenhang mit dem Gebiete des Falknis her. Auch hier treffen wir ostalpine Gesteine, Bündner Schiefer und dazwischen die Aufbruchszone, doch scheint letztere auf die Gesteine der Klippenzone reduziert zu sein. Diese ist über den gegen N und O sich senkenden Flysch des Fläscherbergs und von Liechtenstein ziemlich flach aufgeschoben. Malm, Ober- und Unterkreide wiederholen sich hier in großen Schichtpaketen oder ligenden Falten mehrfach übereinander. — Auf den Profilen von Lorenz erscheinen diese Falten bald gegen SW, bald gegen NW überschlagen; leider wird nirgends angegeben, ob die in den Profilen verzeichneten Charnieren beobachtet sind. Lugeon (Bull. Soc. géol. de France, 1901, S. 797) hat daher versucht, alle diese Falten als ein nach NW überschlagenes System aufzufassen und die Profile von Lorenz in diesem Sinne umgedeutet.

Lorenz hingegen brachte den Rhätikon in Beziehung zu seiner „Glarner Bogenfalte", deren Theorie er schon früher (Mon. des Fläscherbergs; Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, 1900) entwickelt hatte; demnach wäre von der Glarner Nordfalte her ein Bogen nach O zum Fläscherberg und von da zur Glarner Südfalte zu ziehen; konzentrisch hiezu ein weiterer Bogen, die rhätische Bogenfaltung (Rhätikon, Silvretta, Plessurgebirge), von diesem Bogen aus würden Ueberschiebungen gegen S, W, N, also gegen den Glarner, bzw. Prättigauer Flysch, ausgehen. — Diese ältere Bogenfaltung würde dann von der jüngeren, SW—NO streichenden Hauptalpenfaltung gewissermaßen überwältigt und umgefaltet, wodurch sich die Umbiegungen im Streichen erklären. Dieser jüngeren Faltung wäre auch die nördliche Randüberschiebung des Rhätikon zuzuschreiben. — Es ist klar, daß diese Hypothese mit der Existenz der Glarner Nordfalte steht und fällt; heute würde Lorenz kaum mehr an ihr festhalten.

Wie also die Darstellungen von Lugeon, Steinmann, Hoek und Seidlitz zeigen, lassen sich die Beobachtungen in der Aufbruchszone tatsächlich dem Schema der Deckentheorie einordnen. Die Aufbruchszone ist in dieser Auffassung ein Deckenland, das sich gegen S und W

hebt, so daß hier die höheren Decken der Denudation zum Opfer fallen und tiefere (Bündner, helvetische Decken) zum Vorschein kommen. Daraus erklärt sich auch das bald gegen N und NO, bald gegen S und SO gerichtete Fallen, das lokale Bewegungen aus dieser Richtung her vortäuscht. Tatsächlich sind in diesem Gebiete keine Charnieren beobachtet worden (mit Ausnahme der fraglichen Profile von Lorenz), welche der Annahme eines SN-Schubes direkt widersprechen; freilich auch keine, welche sie direkt unterstützen. Manche bisher rätselhafte Erscheinung wird unter diesem Gesichtspunkte besser verständlich; so die Verteilung der drei großen Faziesgebiete, das Wiederauftauchen der Bünder Schiefer unter den ostalpinen Gesteinen bei Gargellen und im „Engadiner Fenster", die konstante Anwesenheit des Sulzfluhkalks und seiner Aequivalente an der Basis des wilden Durcheinanders der Aufbruchszone, das merkwürdige Auftreten des Juliergranits über den Bündner Schiefern, im Rhätikon wie im Engadiner Fenster, als Bestandteil der Falknisbreccie wie der Ormondsbreccie der Freiburger Alpen, die strenge Lokalisation der grünen Gesteine, welche mindestens Jura im Kontakt verändert haben, auf die Aufbruchszone, während sie dem jüngeren Bündner Vorland und den älteren ostalpinen Gesteinen völlig fehlen, ihre tektonische Natur, ihr Wiedererscheinen in gleicher Position im Engadiner Fenster u. m. a. So erzielt also die Deckentheorie ein großes, einheitliches Bild. Doch vermag auch sie in ihrer jetzigen Fassung nicht alle Schwierigkeiten zu beseitigen.

So erscheint zunächst die Dreiteilung der großen, vindelizischen Decke und ihre Parallelisierung mit den Freiburger Alpen etwas problematisch; Steinmann vergleicht die Klippendecke der Zone der Préalpes médianes, die Brecciendecke der Brêche du Chablais-Zone, die rhätische Decke den grünen Gesteinen von Iberg und der „Spilit-Radiolaritzone" der Freiburger Alpen. Studiert man aber die Profile und Kärtchen von Seidlitz, so findet man, daß die Gesteine dieser drei Decken recht häufig gar nicht in ihrer theoretischen Lage zueinander auftreten, sondern in komplizierter Weise miteinander wechsellagern. Wie kommt es, daß im Profil der Kirchlispitzen bei Seidlitz (S. 98) das Tithon der Klippendecke nicht weniger als fünfmal im Bereiche der Brecciendecke auftritt? Wie kommt es, daß man auf der Karte Hoeks (von den Quetschzonen ganz abgesehen!) die Radiolarite friedlich mit dem Lias der Brecciendecke vereint sieht oder daß man bei Seidlitz (S. 81) mit Erstaunen wahrnimmt, wie die Streifenschiefer der Brecciendecke gar in die ostalpine Mittagspitzenmulde eintreten? Was soll man sich denken, wenn Lorenz Diabasphorphyrit (er nennt ihn intrusiv!) in die Gesteine der Klippenzone einzeichnet? (S. 57, Taf. 4.) Zur Erklärung dieser Verhältnisse ist die Annahme von komplizierten, durch keine Beobachtung gestützten Verfaltungen der drei Decken notwendig. Wenn man aber einen Blick auf unsere Faziestabelle wirft, so sieht man, daß diese Verfaltungen gar nicht nötig sind, weil die Faziesverschiedenheiten der drei Decken, wie schon Ampferer betont hat (Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1906, S. 274 ff.) gar nicht so groß sind, wie man nach der Darstellung Steinmanns und seiner Schüler erwarten möchte. Von den bloß für eine einzige der drei Decken charakteristischen Gesteinen können nämlich Streifenschiefer, „Lias"- und „Cenoman"-Breccie wegen unsicheren Alters nicht zum Vergleich herangezogen werden. Die Breccienkalke und Mandelschiefer der rhätischen Decke sind aber der Tristelbreccie und ihren Schiefern sehr nahe verwandt und für die verschiedenen Fazies des Tithon hat gleichfalls Ampferer hervorgehoben, daß sie mangels sicherer Fossilien ganz gut auch einer kontinuierlichen Ablagerungsfolge entsprechen könnten, welche mit der Strandbildung der Falknisbreccie (im Liegenden) beginnt und mit den abyssischen Radiolariten (im Hangenden) abschließt. Bleibt also nur Verrucano, Buntsandstein und Rhät der rhätischen Decke und ihre grünen Gesteine, die, wie wir sahen, auch der Klippenzone nicht fremd sind. Das sind Tatsachen, welche geeignet sind, das Vertrauen in die Dreiteilung der Grau-

bündner Aufbruchszone und somit in ihre Parallelisierung mit den einzelnen Zonen der Préalpes und des Chablais etwas zu erschüttern. Dazu kommen noch weitere Schwierigkeiten. Wie gelangt der Juliergranit, der im Rhätikon die Unterlage der ostalpinen (höchsten) Mittagspitzmulde bildet, an die Basis der (tiefsten) Klippendecke? Wie kommt es, daß die Brecciendecke in Arosa fast vollkommen fehlt (höchstens die Liasbreccie würde Hoek dazu rechnen)? Wie kommt es ferner, daß im benachbarten Engadiner Fenster jede Spur der Klippen- und Brecciendecke fehlt? Mit einem Ausdünnen der letzteren gegen Osten, wie Hoek andeutet, kommen wir nicht aus; spielt sie doch unmittelbar nordöstlich von Arosa, im Rhätikon, eine so große Rolle; und wohin ist im „Fenster" die Klippendecke geraten, die wir doch am Nordrand der Alpen (Bolgen, Oberstorf etc.) wieder antreffen? Wie kommt es ferner, daß noch weiter im Osten, wo wir nach der Deckentheorie derartige Gesteine erwarten sollten (Brenner, Tauern, Semmering), nur Schistes lustrés anzutreffen sind, von den höheren vindelizischen Gesteinen hingegen, welche doch südlich von den Schistes lustrés wurzeln müssen, auch nicht eine Spur vorhanden ist, während doch die nordalpine Klippenzone ihnen gleichgestellt wird? Ferner, wo finden wir in der Wurzelregion, in der „Faille alpinodinarique", die leiseste Andeutung etwa der Klippen- und Brecciengesteine?

Damit sind wir zu einer weiteren, sehr ernsten Schwierigkeit gelangt, der Wurzelfrage. C. Schmidt hat neuerdings, in voller Konsequenz mit den bisher leitenden Ideen der Deckentheorie, die Wurzelregion der Freiburger Alpen in das Briançonnais verlegt, wo er die gleiche Fazies vorfand (Ueber die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizer Alpen, Eclogae geol. helv., Bd. 9, S. 538, 539, 542, 545); tatsächlich stoßen wir weiter im Süden auf nichts anderes als die große Masse der Schistes lustrés; letztere überschieben aber bei Siders (S. 539) unmittelbar die vindelizische Wurzelregion. Nach Abwicklung der Decken folgt also von N nach S aufeinander: Helvetische Fazies, Vindelizische Fazies, Bündner Fazies, ost-(süd-)alpine Fazies. In Graubünden ist es aber anders; hier folgen von N nach S: Helvetische Fazies, Bündner Fazies, vindelizische Fazies, ostalpine Fazies. Daraus scheint aber hervorzugehen, daß die Aufbruchszone nicht das tektonische Aequivalent der Freiburger Alpen sein kann, wie Steinmann meint, daß also „die Beziehungen zwischen den verschiedenen ‚Zonen' (Faziesgebieten oder Decken) des Ostens und Westens nicht in der Weise existieren, wie er sie dargelegt hat".

Faziell aber vermittelt die Aufbruchszone zwischen ostalpiner, Bündner und helvetischer Fazies. Mit der ersten hat sie den Juliergranit, die Trias, koralligenen Malmkalk, Aptychenschiefer und Radiolarit und, wie es scheint, auch Couches rouges (nach den Funden von Zoeppritz im Ober-Engadin) gemein. Mit der Bündner Fazies teilt sie die Entwicklung der unteren Kreide und die vielen „Flysch"schiefer; an die helvetische Entwicklung mahnen aber die grauen Malmkalke (Lorenz), die vom Hochgebirgskalk nur durch ihre Hornsteinknauern zu unterscheiden sind; Lorenz fand ferner bei Balzers in Liechtenstein unter oligocänem Flysch typische, helvetische Seewenschichten, darunter aber vindelizische Unterkreide mit Tristelbreccie; weiters im Trettachpark bei Oberstorf Couches rouges mitten in Seewenschichten. Nach den Angaben von Rothpletz (Bd. 2, S. 215 ff) werden die Couches rouges von Liebenstein bei Hindelang gleichfalls von Seewenschichten über- und unterlagert.

Noch eine Schwierigkeit sei erwähnt, die sich aus der Betrachtung lokaler, N—S streichender Falten ergibt; solche scheinen zunächst in der Falknisregion zu existieren. Lugeon hat die bald nach SW, bald nach NW überschlagenen Falten auf den Profilen von Lorenz umgedeutet (Bull. soc. géol. de France 1901, S. 797). Demnach wären die ostfallenden Mulden von Couches rouges aufzufassen als Muldenkerne von

Decken, welche von S nach N bewegt wurden, die aber durch allgemeine Hebung im W quer angeschnitten, lokal gegen Ost fallen; es müßten dann diese Mulden von S gegen N streichen und dann nach Osten umbiegen, wie z. B. am Naafkopf, wo sie eine isolierte Deckscholle von Unterkreide tragen. — Doch ist diese Auffassung nicht überall möglich. Wenn man z. B. die große Mulde von Couches rouges westlich vom Plasteikopf gegen N verfolgt, so gelangt man um den Sporn, den das sie überdeckende Unterkreidemassiv des Plasteikopfgipfels nach N entsendet, herum, allerdings nach Osten; hier liegen aber die Couches rouges nicht unter der Gipfelkappe des Plasteikopfes, sondern auf ihr. Fassen wir dennoch den Plasteikopf als eine von S nach N bewegte Falte auf, so sind wir zu der Annahme gezwungen, daß der Antiklinalkern von Unterkreide zwischen den beiden Zügen von Couches rouges völlig verquetscht ist, wofür keinerlei Anhaltspunkte vorliegen.

Aehnliches lehrt das Studium der Mittagspitzenmulde bei Seidlitz. Diese N—S streichende Mulde läßt sich auf die stattliche Entfernung von etwa 17 km hin verfolgen. Im S fällt sie flach ostwärts unter die Gneise der Silvretta, im N steht sie steil und hebt sich im Gauertal nach der Darstellung von Seidlitz anscheinend aus, statt nach Osten umzubiegen; auch hier müßte sie, als eine quer zum Streichen angeschnittene Deckenmulde aufgefaßt, auf riesige Strecken gegen Osten hin völlig verquetscht sein.

Es stehen also drei Möglichkeiten offen: 1. Es existieren ausgedehnte N—S streichende, nach W offene, liegende Falten; ihre Entstehung ist aber als gleichzeitiger Vorgang mit großen S—N-Schüben unverträglich. 2. Diese Falten sind in Wirklichkeit von S nach N überschlagen, quer auf ihr Streichen durch die Erosion bloßgelegt, im Streichen aber ausgequetscht. Zur Stütze dieser Annahme liegen aber in den relativ einfach gebauten Regionen, denen diese Falten angehören, keine Beobachtungstatsachen vor. 3. Diese Falten sind durch nachträgliche, quere Faltung entstanden.

Auch Seidlitz nimmt zur Erklärung der Lokaltektonik spätere Faltungen an, deren Kraft aber S—N gerichtet sein mußte, wie aus seinen Profilen hervorzugehen scheint. — Wir aber kämen zu Querfaltungen, u. zw. nicht zu Querwellungen, sondern zu Querschüben, welche die Deckentheorie ja stets zu eliminieren suchte.

Wie dem auch sei, das eine ist sicher: von einem befriedigenden Verständnis der alpinen Bewegungen sind wir noch recht weit entfernt. Es wird fortgesetzter, sorgfältigster Detailarbeiten, wie es die Untersuchungen von Lorenz, Hoek und Seidlitz sind, bedürfen, um diesem Ziele näher zu kommen.

A. Spitz.