

Die mutmasslichen geologischen Profile des neuen Hauenstein- und des Grenchenbergtunnels im Schweizer Jura.

Mit 2 Tafeln.

Von

A. Buxtorf, Basel.

Inhaltsübersicht.

Einleitung	228
1. Neuer Hauensteintunnel	229
2. Grenchenbergtunnel	238
3. Schlusswort	257

Einleitung.

Unsere Kenntnisse vom innern geologischen Bau des Schweizerischen Juragebirges werden in nächster Zeit eine beträchtliche Erweiterung erfahren. Nicht weniger als drei neue Juradurchstiche, die alle ihrer Länge nach die bisher bestehenden bedeutend übertreffen, stehen gegenwärtig in Bau und sind berufen, das schweizerische Eisenbahnnetz in tiefgreifender Weise zu vervollständigen.

Der neue Hauenstein- oder Hauensteinbasistunnel (Länge 8135 m) zwischen Olten und Tecknau tritt an die Stelle des 1858 eröffneten alten Hauensteins. Während die alte Hauensteinlinie von Sissach aus erst in langem Anstieg durch das Homburgertal die Höhe von Läufelfingen (558 m) gewinnt, um dann in kurzem Tunnel von 2496 m den Kettenjura zu durchstechen, folgt das neue Bahntrace dem Haupttal der Ergolz bis Gelterkinden, biegt hier ins Eital ein und führt von dessen Sohle (449 m ü. M.) aus in über 8 km langem Basistunnel direkt in die Aareebene bei Olten (405 m).

Der Grenchenbergtunnel (Länge 8565 m) zwischen Münster und Grenchen hat vor allem Bedeutung als Zufahrt zur Lötschberglinie; durch ihn wird der mit beträchtlicher Steigung verbundene Umweg, den die bestehende Jurabahn über Tavannes und Sonceboz ausführen muss, bevor sie bei Biel ins Aaretal ausmündet, ganz abgeschnitten.

Der **Mont d'Or-Tunnel** (Länge 6099 m) endlich schafft eine raschere Zufahrt von Paris über Dijon zur Simplonroute und verkürzt damit die Strecke Paris-Mailand.

Verschiedene Umstände brachten es mit sich, dass ich im Laufe der letzten Jahre mich mehrfach mit geologischen Vorstudien für zwei dieser Tunnelbauten, nämlich Hauenstein und Grenchenberg zu befassen hatte. Auch von anderer Seite sind ähnliche Untersuchungen ausgeführt worden; aber alle diese Arbeiten haben als Gelegenheitsstudien in der geologischen Literatur kaum Eingang oder Berücksichtigung gefunden. Es erscheint deshalb wohl nicht ganz ohne Interesse, wenn ich im Folgenden versuche, einen kurzen Ueberblick zu geben über die diversen prognostischen geologischen Profile, welche im Laufe der letzten Jahre für den neuen Hauenstein- und den Grenchenbergtunnel entworfen worden sind. Späteren Jahren ist es dann vorbehalten, Prognosen und Befunde zu vergleichen und abzuwägen, ob unsere Anschauungen vom Bau des Kettenjura sich bewährt haben, oder ob und in welchem Sinne sie zu modifizieren sind.

Besondere Bedeutung für die Diskussion tektonischer Fragen kommt den beiden nordschweizerischen Tunnelbauten namentlich auch deshalb zu, weil sie Abschnitte des Juragebirges durchqueren, die nach vollständig verschiedenem Grundplan gebaut sind:

Der neue Hauensteintunnel durchbricht das dem Schwarzwald südlich vorgelagerte Juragebirge, das durch seine scharfe Gliederung in Tafel- und Kettenjura, ferner durch das Auftreten von Ueberschiebungen und Schuppen am Nordrande und im Innern der Ketten ausgezeichnet ist.

Der Grenchenbergtunnel dagegen quert den Jura im Abschnitt südlich der oberrheinischen Tiefebene, in welchem die weithin ziehenden Falten- und Muldenzüge des Kettenjura ihre reinste Entwicklung aufweisen.

1. Neuer Hauensteintunnel (Länge 8,135 m)¹⁾.

(Vgl. Siegfriedblätter Gelterkinden Nr. 31, Länfelfingen Nr. 147 und Olten Nr. 149. Nordportal auf Bl. Gelterkinden, südlich Tecknau, südwestlich E von „Eithal“ am Strassenrand; Südportal auf Bl. Olten, nordöstlich Olten, nördlich g von „Rankwage“ genau am Waldrand.)

Das Gebiet des neuen Hauensteintunnels ist seiner Geologie nach gut bekannt. Die nördlichste Tunnelstrecke bis ca. 1 km ab Nord-

¹⁾ Die Veröffentlichung dieses Ueberblicks über die geologischen Vorarbeiten für den neuen Hauensteintunnel sollte schon im Frühjahr 1912 erfolgen, im Anschluss an die Exkursion, die der Oberrheinische geologische

portal liegt auf dem s. Z. durch mich bearbeiteten Kartengebiet Gelterkinden.²⁾ Für den südlich folgenden Südrand des Tafeljura und den angrenzenden Kettenjura, dessen Aufnahme Prof. F. Mühlberg durchführt, liegen farbige Spezialkarten bis jetzt noch nicht vor, dagegen hat der genannte Forscher mehrfach geologische Berichte mit Profilen dieses Gebietes veröffentlicht, die auch für den neuen Tunnel grosse Bedeutung besitzen.³⁾

Endlich sei erwähnt, dass sich auch J. T. Mandy mit der Geologie des Hauensteingebietes befasst und u. a. eine geologische Kartenskizze und Profile entworfen hat.⁴⁾

Liegen somit zahlreiche geologische Vorarbeiten vor, so wird die Konstruktion des prognostischen Tunnelprofils noch dadurch erleichtert, dass einige tiefeingeschnittene Täler zuverlässigen Einblick gewähren in den speziellen Gebirgsbau. So kommt für den nördlichen Tunnelabschnitt vor allem das Eital und sein Oberlauf in Betracht, für den südlichen die kleinen Talrinnen, die sich vom Dottenberg aus gegen Bad Lostorf, Mahren und Trimbach hinunterziehen. Es ist ferner zu beachten, dass der Kettenjura des Tunnelgebietes ein beträchtliches Ansteigen der Faltenachsen nach Westen zu erkennen lässt; dadurch gelangt ein grosser Teil der im Tunnel zu erwartenden Schichten speziell der Burgfluhmulde in der Umgebung von Dorf Wisen zu oberflächlichem Ausstreichen und gestattet Prüfung und Rückschlüsse für den Tunnel selber. Dieses axiale Ansteigen bedingt freilich auch, dass die Befunde des ca. 3¹/₂ km westlicher liegenden alten Hauensteintunnels für den neuen Durchstich nur von beschränkter Bedeutung sind. Die Muschelkalkschuppen des alten Tunnelprofils tauchen schon westlich Dorf Wisen unter; im Gebiet des neuen Tunnels herrscht oberflächlich ein anderer und einfacherer Bau. Wertvoll sind dagegen die genauen Mächtigkeitsan-

Verein an Ostern 1912 unter meiner Leitung von Olten nach Sissach ausführte. Leider traten aber verschiedene Umstände hindernd in den Weg, sodass ich erst im Sommer 1913 das betreffende Manuskript fertigstellen konnte. Indem ich nun noch eine im September und Oktober 1913 abgefasste entsprechend gehaltene Zusammenstellung über den Grenchenbergtunnel beifügen kann, dürften meine Ausführungen — trotz der Verspätung — eher an Interesse gewonnen haben.

²⁾ Vgl. A. Buxtorf: Geolog. Beschreibung der Umgebung von Gelterkinden. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. XI. Liefg.

³⁾ Vgl. besonders F. Mühlbergs Profile im Livret guide géol. 1894. Pl. V, Prof. 6; ferner Eclogae geol. Helv. VII, Taf. 2, Prof. II.

⁴⁾ J. T. Mandy: Geolog. Untersuchungen in d. Umgebung d. Hauensteintunnels. Dissert., Freiburg i. B., 1907.

gaben für Muschelkalk, Keuper und Lias, welche das Profil des alten Tunnels im südlichen Teile abzulesen gestattet.⁵⁾

Die erste spezielle geologische Begutachtung des neuen Tunneltrace ist von Prof. *F. Mühlberg* (Aarau) im Auftrage der Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen ausgeführt worden. Ende 1910 ist dieses „Geologische Gutachten über den projektierten Hauenstein-Basis-Tunnel“ von den Schweizerischen Bundesbahnen (Generaldirektion) im Druck herausgegeben worden als Beilage Nr. 11 „Neue Linie von Sissach über Tecknau nach Olten“. Wie mir Herr Prof. *Mühlberg* s. Z. persönlich mitgeteilt hat, ist freilich der Text des Gutachtens nicht ganz im ursprünglichen Umfange, sondern nur in etwas gekürzter Form zur Drucklegung gelangt.

Ich verdanke Herrn Prof. *Mühlberg* auch die freundliche Auskunft, dass das von ihm begutachtete Projekt eine Tunnellänge von 8245 m vorsah (Nordportal bei 28.640 m, Südportal bei 36.885 m ab Station Basel). In der Folge ist dann unter Beibehaltung der Richtung das Nordportal etwas südlicher gewählt worden, sodass der definitive Tunnel nur 8135 m Länge aufweisen wird.⁶⁾

Es kann nun selbstverständlich nicht meine Aufgabe sein, hier näher auf alle Details des genannten Gutachtens einzutreten, umso weniger als dasselbe dank der Freundlichkeit des Verfassers wohl den meisten Interessenten zugänglich geworden sein dürfte. Das oberste Profil der Tafel I gibt das von Prof. *Mühlberg* 1910 entworfene „Geologische Längenprofil des künftigen Hauensteintunnels“ wieder und gestattet eine rasche Orientierung über die vorliegenden Probleme.⁷⁾

Was zunächst die *Stratigraphie* anbetrifft, so sind im Tunneltrace alle Sedimente vom mittleren Muschelkalk an bis und mit untern Malm zu erwarten. Ausserdem stellen sich

5) Vgl. *W. Pressel u. J. Kauffmann*: Der Bau des Hauensteintunnels auf der schweizerischen Centralbahn; Basel u. Biel 1860. Die in diesem Werke enthaltenen geolog. Angaben sowie das beigegebene Tunnelprofil 1:2500 dürften im wesentlichen auf *Amanz Gressly* zurückzuführen sein.

6) Ich möchte bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, dass wohl infolge eines zeichnerischen Versehens das *Mühlberg'sche* Profil beim Nachmessen eine Tunnellänge von ca. 8310 m ergibt, statt nur 8245. Das Nordportal ist richtig bei 28,640 angegeben, das Südportal dagegen bei ca. 36,950, sodass in der Zeichnung das Südportal um ca. 65 m zu weit südlich liegt.

7) Eine verkleinerte Reproduktion dieses Profils hat übrigens Prof. *Mühlberg* schon veröffentlicht in seiner Abhandlung „Der Boden des Aargaus“ (Festschrift zur Feier des hundertjährigen Bestandes der aargauischen Naturf. Gesellsch. Aarau 1911).

transgredierend über untern Malm bzw. obern Dogger noch mächtige obermiocaene Bildungen ein, während quartäre Ablagerungen nur in der Nähe der Tunnelportale zu erwähnen sind. Prof. *Mühlberg* stellt auf einer besonderen Tafel zwei schematische Profile der „Schichtenfolge im Tafel- und Kettenjura“ einander gegenüber und orientiert uns damit über die Beschaffenheit und Mächtigkeit der einzelnen Gesteinshorizonte. Es sei kurz bemerkt, dass in der südlichen und mittleren Tunnelstrecke die Faciesentwicklung genau den Verhältnissen entspricht, wie sie von Prof. *Mühlberg* in den „Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Aarau“ (Spezialkarte Nr. 45 der Publikation d. Schweiz. geol. Kom.) für das östlich benachbarte Gebiet sehr eingehend beschrieben worden sind. Für die nördlichste Tunnelstrecke kann ich auf meine schon genannte „Geologische Beschreibung der Umgebung von Gelterkinden“ verweisen.

Für den *Gebirgsbau* des Tunnelgebietes sind folgende Grundzüge bezeichnend: Die südlichen zwei Fünftel des Tunnels gehören dem Kettenjura an, die nördlichen drei Fünftel dem Tafeljura, die Trennung der beiden Abschnitte ist gegeben in der sogen. „Ueberschiebungszone“.

Im *Kettenjura* sind zu unterscheiden:

- a) Die Mulde der Burgfluh.
- b) Der Gewölbekern zwischen Burgfluh und Dottenberg.
- c) Der Südschenkel Dottenberg-Wilmat.

Die Mulde der Burgfluh, deren flach nach Süden einfallender Nordschenkel im Tunnelgebiet den Nordrand des Kettenjura überhaupt bildet, zeigt einen steilstehenden Südschenkel, in welchem voraussichtlich mit reduzierten Gesteinsmächtigkeiten und wohl auch mit Zerreibungen und Ausquetschungen einzelner Schichten zu rechnen ist.

Für den Gewölbekern zwischen Burgfluh und Dottenberg bezeichnet es Prof. *Mühlberg* als sehr wahrscheinlich, dass er aus Gesteinen der Anhydritgruppe bestehe, betrachtet es aber als nicht unmöglich, dass auch hier Fetzen von jüngern, aufgeschürften Formationen vorkommen könnten; diese würden eine weite Südwarderstreckung des Tafeljurasüdrandes anzeigen. Das Auftreten von Muschelkalkschuppen, ähnlich wie im alten Hauenstein, betrachtet Prof. *Mühlberg* als nicht wahrscheinlich, aber immerhin als möglich. Prof. *Mühlberg* fasst seine Ansicht über diesen Gewölbekern dahin zusammen, dass er in seinem Profil die Lagerungsverhältnisse möglichst einfach dargestellt habe, weil es am wahrscheinlichsten sei, „dass die einzelnen Schichten an der Stelle und in der Lage getroffen werden, wie sie gezeichnet sind und weil

Abweichungen von dieser Lage nicht voraus erkannt werden können“.
(S. 10.)

Der Südschenkel Dottenberg-Wilmatt zeigt eine regelmässige Schichtserie Anhydritgruppe — Unterer Malm; dabei herrscht am Dottenbergkamm ein südliches Einfallen von gegen 40° , gegen das Tunnel-Südportal zu aber setzt immer flachere Lagerung ein. Eine am Dottenbergabhang erkennbare Verwerfung (Sprunghöhe ca. 30 m) wird auch im Tunneltrace vorausgesetzt, jedoch mit geringerer Sprunghöhe.

In der *Ueberschiebungszone* setzt Prof. *Mühlberg* Materialien voraus, die bei der nordwärts gerichteten Ueberschiebung des Kettenjura aus der Tiefe aufgeschürft worden sind. Derartige „aufgeschürfte Materialien“ begleiten an vielen Stellen in nächster Nähe des Tunnels die Ueberschiebung und zwar beteiligen sich am Aufbau dieser Schürffetzen abwechselnd alle im Gebiet vorkommenden Gesteine vom Keuper bis Tertiär. Auch für das Tunneltrace muss mit der Begegnung derartiger Schürfmassen gerechnet werden „ohne dass man jedoch zum voraus ihre Lage, Gesteinsart und Mächtigkeit genau voraussagen könnte“. (S. 10.)

Der *Tafeljura* des Tunnelgebietes stellt im Gegensatz zu andern Gebieten keine einfache, regelmässige Sedimentplatte dar, sondern zeigt mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Wellen und Falten, welche zurückzuführen sind auf den Druck, den der von Südosten herangeschobene Kettenjura auf sein nördliches Vorland ausgeübt hat.

Eine erste schwache Einmuldung zeigt sich zwischen Nordportal und Hinterholz; daran reiht sich bei Föhrenweid ein flaches Gewölbe, dessen Südschenkel erst ganz flach (4°), später steiler (bis 10°) gegen den Sprüsel zu einfällt. Im Sprüsel erscheint sodann ein scharf ausgeprägtes kleines Gewölbe, das der nach Osten untertauchenden *Homburgkette* entspricht. Prof. *Mühlberg* neigt am meisten zu der Ansicht, dass das Gewölbe „im Tunnel normalen Bau immerhin mit steilerem Nordschenkel zeigen werde“. (S. 9.)

Den grössten Schwierigkeiten begegnet die Beurteilung des südlichsten *Tafeljura*abschnittes zwischen Sprüsselfalte und Ueberschiebungszone. Aus den Ausführungen *Mühlbergs* geht klar hervor, dass sein Profil nur den einfachsten der möglichen Fälle darstellt; nachdrücklich wird betont, wie möglicherweise auch südlich der Sprüsselfalte der *Tafeljura* noch tektonisch gestört sein könnte, im besondern wird an dessen Südrand eine Aufstülpung der Schichten vermutet, event. verbunden mit Stauchungen, Verwerfungen, Faltenbildungen. Die Frage, ob und in welcher Ausdehnung das Tertiär vom Tunnel noch angeschnitten werde, lässt *Mühlberg* unentschieden

und bringt dies auch im Profil zum Ausdruck, indem er das Tertiär den Tunnel eben noch von oben her tangieren lässt.

Damit glaube ich den Inhalt des *Mühlberg*'schen Gutachtens, soweit er sich auf rein Geologisches bezieht, im Wesentlichen skizziert zu haben. Grosses Interesse würden selbstverständlich auch die übrigen Abschnitte über „Die Beziehungen zwischen dem Tunnel und den von ihm zu durchfahrenden Gesteinen“, ferner die Bemerkungen über Quellen- und Wasserführung sowie Fclstemperaturen beanspruchen, doch liegt dies ausserhalb der Aufgabe, die ich mir gestellt habe.

Bald nach Erscheinen des Gutachtens *Mühlberg* (Dez. 1910) bot sich mir Gelegenheit, gleichfalls den Problemen des neuen Hauensteindurchstiches näher zu treten. Die Firma Alb. Buss & Co. in Basel beauftragte mich, das Hauensteingebiet einer erneuten und ganz unabhängigen Untersuchung zu unterwerfen und eine Prognose des projektierten Tunnels zu geben. Auch aus diesem Gutachten soll nun an dieser Stelle nur das geologisch Interessante herausgegriffen und einer näheren Besprechung unterworfen werden. Das meinem Gutachten beigegebene prognostische Profil (Originalmasstab 1 : 10,000) ist im zweiten Profil der Tafel I auf 1 : 25,000 verkleinert reproduziert worden. Ich füge noch bei, dass dieses verkleinerte Profil zusammen mit der Kopie des prognostischen Profils *Mühlberg*, an die Mitglieder des oberrheinischen geologischen Vereins, die an Ostern 1912 die Exkursion Olten-Gelterkinden mitmachten, zur Verteilung gelangt ist.

Ein Vergleich des Profils *Mühlberg* mit dem meinen gestattet nun sofort abzulesen, wo unsere Auffassungen sich decken, wo sie divergieren.

Hinsichtlich *Stratigraphie* liegen, abgesehen von einigen kleinen Abweichungen in den Mächtigkeiten für Keuper, Argovien und Tertiär, wesentliche Unterschiede nicht vor. Ich habe *Mühlbergs* Angaben im allgemeinen nur bestätigen können.

Auch im *Gebirgsbau* herrscht in den grossen Zügen gute Uebereinstimmung, nur im Detail machen sich einige allerdings nicht unwichtige Differenzen geltend, die kurz zu präzisieren sind.

Was zunächst den Kettenjura anbetrifft, so erscheint in meinem Profil die Asymmetrie der Burgfluhmulde noch viel ausgeprägter als bei *Mühlberg*; der Südschenkel ist so gut wie vollständig unterdrückt und auf dessen spärlichen Resten ruht direkt und ohne Gewölbebiegung die normale Serie des Dottenbergs. Die Dottenbergserie erscheint also auf den Südrand der Burgfluhmulde überschoben.

Ich kenne die Gründe nicht, welche Herrn Prof. *Mühlberg* bestimmten, zwischen Burgfluh und Dottenberg einen geschlossenen Muschelkalkgewölbescheitel anzunehmen. Meine eigenen Beobachtungen im Felde haben mich aber nach und nach dazu geführt, im Gegensatz zu *Mühlberg* eine Ueberschiebung der Dottenbergserie anzunehmen.⁸⁾

Für die in der Dottenbergsüdbachung auftretende kleine Verwerfung wird ein steil nördliches Einfallen der Verwerfungskluft vermutet, gestützt auf die Beobachtung ähnlich gerichteter Klüfte im Rogenstein südlich der Störung.

Die Ueberschiebungszone wird von Prof. *Mühlberg* und mir im grossen Ganzen ähnlich gedeutet. Ich habe in meinem Gutachten für das Tunneltrace folgende 3 Fälle vorgesehen:

- a) Die Anhydritgruppe ruht längs glatter Ueberschiebung direkt auf dem Tertiär auf, wie beim alten Hauenstein-Wasserstollen.
- b) Zwischen Anhydritgruppe und Tertiär erscheinen in nicht sehr grosser Mächtigkeit aufgeschürfte Materialien (am wahrscheinlichsten Keuper, Lias, unterer Dogger, eventuell auch Hauptrogenstein).
- c) Der Südrand des Tafeljura weist eine Aufstülpung der Schichten auf, welche bis ins Tunneltrace aufsteigt, und erst auf diese aufgestülpten Schichten legen sich verschürfte Materialien bezw. die überschobene Anhydritgruppe.

⁸⁾ Folgende Aufschlüsse waren für mich vor allem ausschlaggebend: 1. Wie im Profil angegeben, erscheint in der Nähe des Tunneltracé die Hauptrogensteinplatte der Burgfluh nach Süden zu scharf abgeschnitten und nur wenig aufgestülpt. 2. Am Waldweg südwestlich des „Grossen Kastel“ (ca. 1 km östlich Burgfluh) stehen die Blagdeni-Schichten des Südrandes der Burgfluhmulde an; am Abhang unmittelbar südwestlich des Weges stossen wir aber schon auf den Muschelkalk der Dottenbergserie. Zwischen beiden Aufschlüssen muss also eine gewaltige Störung durchlaufen, es fehlt ein Muldensüdschenkel fast ganz, der Dottenbergmuschelkalk ist angeschoben an das Bajocien der Burgfluhmulde. 3. Nirgends auf der ganzen Strecke südlich Wiesenfluh u. Burgfluh gelang es mir, einen Muschelkalk-Nordschenkel zu finden. Aller Muschelkalk zeigt dort Südfallen und gehört zur Dottenbergserie.

Es sei der Vollständigkeit halber noch bemerkt, dass *G. Steinmann's* Schüler, *J. T. Mandy*, da wo ich eine Ueberschiebung der Dottenbergserie voraussetze, eine Längsverwerfung annimmt. Im Profil I seiner Tafel 2, das etwas westlich des Tunneltracé durch den Fluhberg gelegt ist, zeichnet er diese Verwerfung steil nordfallend ein, während meine Ueberschiebung unter ca. 60° nach Süden geneigt wäre. Ich habe für *Mandy's* Auffassung keine Stütze finden können und kann ihm auch in manchen andern Punkten nicht beipflichten, doch ist hier nicht der Ort zu ausführlicherer Kritik.

Von diesen drei Möglichkeiten bezeichnete ich die zweite (b) als wahrscheinlichste, wobei freilich im Profil den „aufgeschürften Materialien“ nur eine sehr geringe Mächtigkeit eingeräumt wurde.

Auch im Tafeljura bestehen zwischen den Profilen von *Mühlberg* und mir nur sehr kleine Unterschiede.

Die nördlichste Strecke: Nordportal, Hinterholz, Föhrenweid wird durchaus übereinstimmend gedeutet. Dagegen wird die Einmuldung von „Auf der Egg“ von mir viel tiefer, das südlich folgende Sprüselgewölbe bedeutend breiter aufgefasst als dies *Mühlberg's* Profil angibt.⁹⁾ Der südlichste Tafeljuraabschnitt endlich entzieht sich wie schon oben bemerkt einer genaueren Beurteilung ganz; ich habe dies im Profil ausser durch punktierte Schichtgrenzen, noch durch Fragezeichen ausdrücklich hervorgehoben. Wie *Mühlberg*, so rechne auch ich mit der Möglichkeit, dass noch südlich der Sprüsselfalte der Tafeljura tektonisch gestört sein könnte. In einem Punkte habe ich dagegen sowohl in Text als Profil mich bestimmter ausgedrückt als *Mühlberg*, indem ich nämlich in der Nähe der Ueberschiebungszone die Tertiärbildungen bis übers Tunneltrace hinabgreifen liess und somit ein Begegnen des Tertiärs im Tunnel als so gut wie sicher annahm.

Eine Gelegenheit zu erneuter Prüfung des prognostischen Tunnelprofils bot sich mir Ende 1912, als ich auf Wunsch der den Tunnelbau ausführenden Tiefbau-Aktiengesellschaft Julius Berger, Berlin, eine ergänzende Begutachtung auszuführen hatte. Mit dem Tunnelbau war Anfang 1912 begonnen worden, zur Zeit dieser nochmaligen Untersuchungen stand der Vortrieb auf der Nordseite bei 70 m, auf der Südseite bei 1680 m ab Portal. Das von mir im Dezember 1912 gleichfalls im Masstab 1 : 10,000 entworfene Profil ist

⁹⁾ Ich möchte bei dieser Gelegenheit nicht versäumen, auf die interessanten Verhältnisse im Scheitel der Sprüsselfalte hinzuweisen, die 1910 durch den Bau eines Fahrweges Zeglingen-Hof Mapprach blossgelegt worden sind. Mit grobem Basalkonglomerat ruht auf dem Scheitel das Obermiocän discordant auf Argovien oder Oberm Dogger. Wie mein Profil besonders deutlich zeigt, sind auch die Argovienmächtigkeiten im Nord- und Südschenkel der Sprüsselfalte ganz verschieden. Entweder ist das Obermiocän in tiefen Erosionsrinnen zum Absatz gelangt, oder aber die Sprüsselfalte ist zum mindesten in ihrer ersten Anlage vorobermiocän. Das Obermiocän wäre dann abgelagert worden auf der z. T. wieder eingebneten Falte, um in einer zweiten, nachmiocänen Faltungsphase mit aufgerichtet zu werden. Ich möchte die zweite Erklärung für die wahrscheinlichere halten, hoffe aber bei späterer Gelegenheit auf diese für die Entstehung des ganzen Juragebirges wichtige Frage zurückkommen zu können.

der Vollständigkeit halber in der dritten Figur der Tafel I verkleinert wiedergegeben worden. Die damals vorliegenden Befunde sind natürlich mitverwertet worden, sollen aber nicht diskutiert werden, um späterer, zusammenhängender Bearbeitung nicht vorzugreifen. —

Ein Vergleich dieses Profils mit meinem ersten Entwurf zeigt, dass ich in einem Punkte zu einer etwas abweichenden Darstellung gezwungen war, es betrifft dies den Südschenkel der Burgfluhmulde. Es gelang mir nämlich, im Walde südlich des Fahrweges nach Burg sehr reduzierte Opalinustone, ferner Spuren von Lias und Keuper nachzuweisen, sodass also vom Südschenkel der Burgfluhmulde etwas mehr vorhanden ist, als mein erstes Profil angibt. Damit nähert sich mein zweites Profil in diesem Punkte etwas demjenigen *Mühlberg's*, freilich liess ich auch im zweiten Profil — im Gegensatz zu *Mühlberg* — die älteren Schichten der Burgfluhmulde etwas unter die Dottenbergserie einstecken.

Vergleichen wir nun zum Schluss noch kurz das Profil *Mühlberg's* mit meinem gleichfalls vor Baubeginn entworfenen ersten Profil speziell im Hinblick auf das Tunneltrace selber.

Ausgehend vom Südportal durchquert der Tunnel nach beiden Prognosen eine normale Serie Effinger Schichten-Anhydritgruppe. Die grössere Länge der Effingerstrecke in meinem Profil ist vor allem auf die von mir angenommene grössere Mächtigkeit dieser Schichten zurückzuführen. Den Gewölbekern des Dottenbergs nimmt *Mühlberg* bedeutend breiter an als ich, Hand in Hand damit erscheint dann aber die Keuperstrecke der Burgfluhmulde in *Mühlberg's* Profil bedeutend kürzer als im meinigen. In der Ueberschiebungszone herrscht grosse Uebereinstimmung. Am Tafeljura-Südrand lasse ich das Tertiär bedeutend über das Tunneltrace hinabgreifen, während *Mühlberg* diese Frage offen lässt. Die in meinem Profil ziemlich breite Sprüsselfalte zeigt im Tunnel als ältestes nur Blagdeni-Murchisonae-Schichten, während *Mühlberg* mit der Möglichkeit Opalinustone zu treffen rechnet. In der Mulde nördlich der Sprüsselfalte reichen in meinem Entwurf die Varians-Schichten bis fast zum Tunnel hinab, während sie in *Mühlberg's* Profil noch etwas überm Tunnel zurückbleiben. Umgekehrt würden nach *Mühlberg* unter Fohrenweid die Opalinustone noch übers Tunneltrace hinaufgreifen, während sie nach meinem Entwurf darunter blieben. In der nördlichsten Strecke herrscht wieder völlige Uebereinstimmung.

Aus dem Gesagten bestätigt sich das schon oben Gesagte, dass

nämlich die Differenzen der beiden prognostischen Profile sich teils auf unwichtige Einzelheiten beschränken, teils auf Punkte beziehen, die aus den oberflächlichen Verhältnissen heraus nicht eindeutig zu bestimmen sind, deren Beurteilung vielmehr fast als Gefühls- oder Geschmackssache zu bezeichnen ist.

Umso interessanter wird sich später der Vergleich mit dem Befunde gestalten, mit dessen genauer Feststellung mich die Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen betraut hat.

2. Grenchenbergtunnel (Länge 8,565 m).

An topographischen Karten vergleiche man Siegfriedblätter Moutier Nr. 107 Gännsbrunnen Nr. 109, Grenchen Nr. 123. (Nordportal 440 m genau südlich Kirche Moutier (P. 565), Südportal nördlich von Grenchen, 100 m südlich vom 2. „g“ von „Schönegg“, direkt südlich unter der dortigen Strasse.) An geologischen Karten kommen in Betracht: Geol. Dufourkarte Bl. VII, 1. Aufl. (J. B. Greppin und Bachmann) und 2. Aufl. (L. Rollier und E. Kissling), ferner L. Rollier „Carte tectonique des environs de Moutier“, 1 : 25,000.

Schon in den einleitenden Bemerkungen wurde kurz erwähnt, dass das Gebiet des Grenchenbergtunnels durchaus anderes geologisches Gepräge aufweist als dasjenige des Hauensteins. Zunächst gehört der Grenchenbergtunnel ausschliesslich dem Kettenjura an; dieser aber ist wiederum nach ganz anderem Grundplan gebaut als am Hauenstein. Während wir dort als wichtigste tektonische Leitlinien die Überschiebungen zu erwähnen hatten, treten diese im Grenchenbergtunnelgebiet ganz zurück, das bestimmende Moment im Bau der Juraketten ist hier gegeben in mehr oder weniger einfacher Faltung zu Gewölben und Mulden, wie sie in besonderer Klarheit das Gebiet der benachbarten Birkklusen auszeichnen. Auch die Oberflächengestaltung ist in beiden Gebieten eine grundverschiedene: Am Hauenstein weitgehende Abtragung und Durchtaltung der Ketten, sodass sogar die ältesten am Gebirgsaufbau beteiligten Schichten der Beobachtung erschlossen sind; im Grenchenbergtunnelgebiet dagegen weithinziehende lange geschlossene Bergketten, welche an Scheitel und Flanken den Faltenbau leicht abzulesen gestatten, über deren Kern wir aber aus Mangel an genügend tiefen Quertälern nicht oder nur sehr ungenügend aufgeklärt sind.

Gerade dieser letztere Umstand aber erschwert die geologische Begutachtung des Grenchenbergtunnels in ausserordentlich hohem Masse. Beim Entwerfen prognostischer Profile können wir uns für grosse Strecken nicht auf Beobachtungen im Tunnelgebiete selber stützen, wir sind vielmehr gezwungen, weitabliegende Aufschlüsse zu berücksichtigen und rein auf Analogie-

schlüssen aufzubauen. Darunter leidet nun nicht nur die Zuverlässigkeit des einzelnen Profilentwurfes, sondern es wird auch verständlich, warum die verschiedenen zu besprechenden Prognosen viel beträchtlicher von einander abweichen und abweichen müssen, als dies beim Hauenstein der Fall war.

Die erste geologische Begutachtung des Grenchenbergtunnelprojektes hat *L. Rollier* ausgeführt. Dieselbe ist im Druck erschienen im „Technischen Bericht und Kostenvoranschlag zum generellen Projekt der Münster—Grenchen—Biel-Bahn nebst vergleichender Untersuchung des Weissensteinbahn-Projektes“ von *K. Greulich* (Biel 1902). Dieses Gutachten bezog sich aber nicht genau auf das heute im Bau befindliche Tunneltrace, vielmehr auf zwei Varianten, für welche beide das Nordportal im Birstal, ca. 2 km oberhalb Moutier bei der Glashütte, 551 m ü. M., vorgesehen war. Von hier aus hatte nach Variante I ein 8375 m langer, gleichmässig unter $11,37\frac{0}{100}$ südwärts geneigter Tunnel hinunterzuführen nach Grenchen, und zwar war das Südportal auf 453 m ü. M. im Kastelsfeld östlich Grenchen vorausgesetzt. Variante II, Länge 7360 m, sah statt des einseitig und zwar südlich geneigten Tunnels einen Scheiteltunnel voraus. Vom gleichen Nordportal bei der Glashütte aus hätte der Tunnel zunächst auf einer 4090 m langen Strecke mit $2\frac{0}{100}$ anzusteigen bis zum Kulminationspunkt, 560 m ü. M., um dann mit $7\frac{0}{100}$ hinunterzuführen zum Südportal, das oberhalb Grenchen beim Walkershof (534 m ü. M.) vorgesehen war.

Für beide der beschriebenen Varianten gibt *Rollier* prognostische Längsprofile und ausserdem auf zwei stratigraphischen Tabellen eine Uebersicht über die bei Moutier, bezw. Solothurn vorkommenden Sedimente.

Es liegt nun nicht in meiner Absicht, hier eine ausführliche Besprechung dieses Gutachtens zu geben, noch viel weniger dasselbe kritisch zu durchgehen. Es darf nicht übersehen werden, dass *Rollier's* Begutachtung abgegeben wurde, bevor der Weissensteintunnel gebaut war, der uns bald nachher über Stratigraphie und Gebirgsbau gerade dieses Juraabschnittes so ausserordentliche viele und wichtige Aufschlüsse gebracht hat. Ich begnüge mich damit, in nachstehender Figur I (S. 241) das von *Rollier* für Variante I entworfene Profil verkleinert wiederzugeben, und zwar wähle ich Variante I, weil sie mit dem heute im Bau stehenden Tunnel eher verglichen werden kann als II. Das Nordportal von Variante I liegt ca. 850 m westlich vom jetzigen Trace, nach Süden zu aber nähert sich nun Variante I dem letzteren immer mehr und scheidet dasselbe unter

Unter-Grenchenberg, um etwa 500 m östlich des heutigen Südportals auszumünden. Im Grenchenbergabschnitt weicht somit Variante I der Richtung nach nur ganz unbedeutend vom definitiv gewählten Trace ab und liegt auch nur ca. 20 m tiefer. Daraus ergibt sich, dass *Rollier's* prognostisches Tunnelprofil soweit es Grenchenberg und auch Chaluët betrifft, direkt auf das heutige Trace übertragen werden darf, während dies für den Graitery, wo Variante I immerhin 400—800 m westlicher verläuft, wohl in den allgemeinen Zügen, nicht aber in allen Details geschehen darf.

Aus *Rollier's* Profil (Figur 1) ist nun Folgendes zu entnehmen: Das Nordportal liegt am Nordfuss der Graitery-Kette, die als einfaches geschlossenes Gewölbe mit freilich etwas steilerem Nordschenkel gedeutet wird. Auf den Malmsüdschenkel folgt im Chaluët zunächst normal die Molasse, an diese aber stösst nun im Süden längs einer Ueberschiebung unvermittelt Ober-Sequankalk an, welcher südwärts normal von Kimmeridge, Portland und Molasse bedeckt wird. Die Molassemulde des Chaluët erscheint in *Rollier's* Profil also nicht als einfacher Trog, sondern sie wird durch den genannten Kimmeridgerücken in einen tief einsteichenden nördlichen Teil und einen flach muldenförmig gelagerten südlichen Teil zerlegt. Ich bemerke beiläufig, dass ich im Folgenden für diesen trennenden Kimmeridgekamm die Bezeichnung „Roches du Chaluët“ gebrauche, dies in Anlehnung an die Siegfriedkarte, wo wir den Namen „Sous les Roches“ und „rière les Roches“ begegnen. Südlich des Chaluët erhebt sich die mächtige Kette des Grenchenbergs, deren Nordschenkel oberflächlich von einer unter ca. 40° nordwärts geneigten Kimmeridgeplatte gebildet wird. Darunter wird von *Rollier* ein normales Profil bis hinunter in die Anhydritgruppe vorausgesetzt, ja im innersten Gewölbekern sogar Wellenkalk und Buntsandstein vermutet. Im Dogger-Gewölbescheitel bei Unter-Grenchenberg verzeichnet *Rollier* einen kleinen Scheitelfruch. Der Südschenkel des Grenchenberg-Gewölbes zeigt bis hinab zum Kimmeridge der Ratfluh normale Verhältnisse. Südlich der Ratfluh aber sticht am Vorberg nochmals eine schmale Zone von Unter- und Mittel-Sequan hervor, wodurch sich für die südlich folgende Kimmeridge-Portlandserie wenigstens in der Nähe der Oberfläche stark überkippte Lagerung ergibt. Nach der Tiefe zu wird dann freilich ein rasches Umbiegen zu normaler fast horizontaler Lagerung angenommen, bis sich gegen das Südportal zu unter „In den Stauden“ eine leichte Aufwölbung — die hier ausklingende Kette des Bötzingerberges — geltend macht. Aus *Rollier's* kurzem Gutachten ist nicht ersichtlich, ob er das Auftreten der Sequanzone von Vorberg als eigentliche Faltung oder nur mehr als Sackungserscheinung

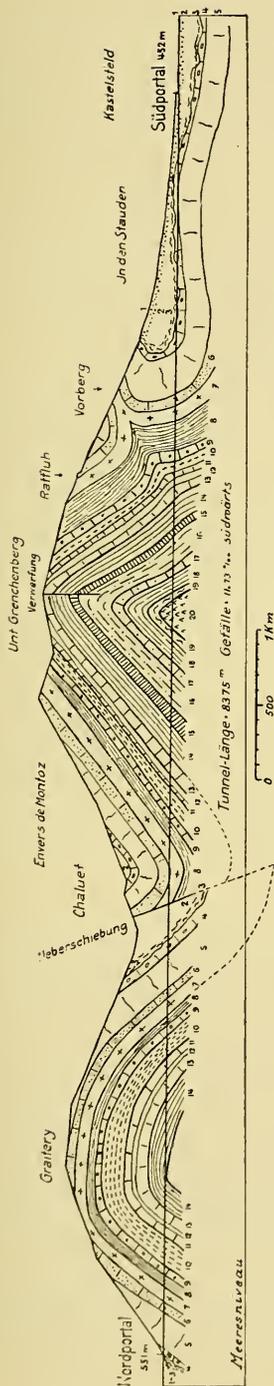


Fig. 1. Hypothetisches Längenprofil eines Tunnels Münster-Grenchen (Variante I)

entworfen von Dr. Ls. Rollier, 1902.

Maßstab 1 : 50,000.

Zeichenerklärung.

- | | |
|---|---|
| 1. Diluvium, Felstrümmer und Moränen. | 11. Oberer Rogenstein. |
| 2. Molasse. | 12. Homomyemmergel. |
| 3. Bohnenz- und Bolusformation. | 13. Vesuvolith oder Hauptrogenstein. |
| 4. Portlandstufe des Jurakalkes (Portlandien). | 14. Unt. Dogger-Ob. Lias (Bajocien-Toarcien). |
| 5. Kimmeridgestufe des Jurakalkes (Kimeridgen). | 15. Mittl. und Unt. Lias (Charmouthien-Sinemurien). |
| 6. Verena-Oolith (oberste Sequanstufe). | 16. Keuper. |
| 7. Mittlere und Untere Sequanstufe. | 17. Muschelkalk. |
| 8. Cementmergel der Aaraustufe (Ob. Argovien). | 18. Anhydritformation und Salzzone. |
| 9. Spongitenkalk der Aaraustufe (Unt. Argovien = Birnensdorfer-Sch.). | 19. Wellenbildungen. |
| 10. Oxford- und Kellowaystufe (Oxfordien und Callovien). | 20. Buntsandstein. |



auffasst; aus der Zeichnung möchte man aber eher auf ersteres schliessen, wobei noch zu bemerken ist, das *L. Rollier* diese Störung nach den tieferen Schichten zu mehr und mehr ausklingen lässt, sodass sie für den Tunnel selber eigentlich bedeutungslos erscheint.

Damit glaube ich, die wesentlichsten Grundzüge des *Rollier*'schen Profilentwurfes skizziert zu haben, für weitere Details verweise ich auf das Profil Figur 1 oder auf das Originalgutachten selber. Dass in den tiefgelegenen Partien die Wahrscheinlichkeit der Prognose naturgemäss sich verringert, wird von *Rollier* ausdrücklich betont, im besonderen gilt dies für die Talmulde des Chaluet, den Südfuss des Jura bei Grenchen und den Kern des Grenchenberggewölbes.

Sechs Jahre nach *Rolliers* Begutachtung bot sich Dr. *E. Baumberger* und *mir* Gelegenheit zu weiterer Prüfung der Grenchenbergtunnelprojekte. Im Auftrage eines der Gemeinde Büren a. A. angehörenden Komitees verfassten wir 1908 ein „Geologisches Gutachten über einige den Bau eines Basistunnels Münster-Grenchen betreffende Fragen“.¹⁰⁾ Im besonderen standen zur Diskussion: 1. Die Wahl des Kulminationspunktes im Tunnel und das damit zusammenhängende Problem der Unterfahrung des Chaluet, 2. die speziellen geologischen Verhältnisse der nächsten Umgebung von Grenchen in ihrer Bedeutung für zwei verschiedene Tunnelprojekte, 3. die Lage des Nordportals.

Was zunächst den letzten Punkt anbelangt, so empfahlen wir, das Nordportal etwa da zu wählen, wo es schon in den von *Rollier* begutachteten Varianten vorgesehen war, d. h. bei der Glashütte von Moutier. Eine Gefährdung der benachbarten La Foule-Quelle erschien uns ausgeschlossen.

Die Besprechung der geologischen Verhältnisse von Grenchen bot uns Gelegenheit auf die Gefährdung der grossen Dorfbachquelle hinzuweisen, deren Fassung 1904 erfolgt war. Ausserdem empfahlen wir die Anlage von Sondierungen zur Feststellung der Mächtigkeit der Quartärbedeckung.

Grösseres Interesse, aber auch bedeutende Schwierigkeiten bietet das Problem der Unterfahrung des Chaluet. Wie oben beschrieben worden ist, stellt das Chaluet nach *Rollier* eine Doppelmulde dar, in deren Mitte der Kimmeridge-Portlandkamm, der „Roches du Chaluet“ aufragt, der nach Süden zu direkt zusammenhängt mit dem Nordschenkel des Grenchenberggewölbes.

¹⁰⁾ Ueber den Inhalt dieses auch in französischer Uebersetzung erschienenen Gutachtens referiert Ch. *Sarasin* in der „Revue géologique suisse pour l'année 1908“ (Ecl. geol. Helv. X, S. 694).

Für diese „Roches du Chaluet“ nun glaubten *E. Baumberger* und *ich* eine andere Deutung vorschlagen zu sollen. Die Art und Verteilung der Molasseaufschlüsse am Süd- und Nordrand des Chaluet, ferner das unvermittelte Auftreten des Kalkzuges bestimmten uns, die „Roches du Chaluet“ nicht als anstehend, sondern als abgerutschte Masse zu deuten, die wahrscheinlich herzuleiten sei aus der Südabdachung des Graitery.

Es erscheint mir wichtig, nachdrücklich zu betonen, dass eine ähnliche Auffassung schon lange vor uns von anderer Seite ausgesprochen worden ist. *J. B. Greppin* (Descript. géol. du Jura bernois p. 261) betrachtet die Roches du Chaluet als Bergsturzmassen, die nach Pastor *Grosjean* vom Montoz herabgestürzt seien. Dementsprechend sind die „Roches“ auf der 1. Auflage von Blatt VII. (1 : 100,000) als „Eboulis“ dargestellt.

Für *E. Baumberger* und *mich* waren aber nicht nur die Verhältnisse des Chaluet selber bestimmend, sondern vor allem auch die Befunde im benachbarten Weissensteintunnel. Diese hatten kurz zuvor ergeben, dass ca. 7 km östlicher bei Gänsbrunnen die zwischen Weissenstein- und Graiterykette liegende Muldenzone einfach gebaut sei und ausserdem in der Tiefe gegen die Weissensteinkette zu einsteche. Es erschien uns nun sehr wenig wahrscheinlich, dass auf der kurzen Strecke Gänsbrunnen-Chaluet der Bau der Mulde sich so vollständig umwandeln könne, wie dies durch *Rollier's* Chaluet-Profil verlangt wird. Eine viel einfachere Lösung bot uns eben die Annahme des Abgerutschseins der ganzen Zone der „Roches“, die wir dann auch im Text und Profil — vergl. nachstehende etwas verkleinerte Wiedergabe, Figur 2 — befürwortet haben. Dabei liessen wir die Frage offen, ob auch im Chaluet ähnlich wie im Weissenstein ein Einstechen der Mulde gegen den Grenchenberg zu anzunehmen sei (vgl. Gutachten *Baumberger-Buxtorf*, S. 5 Fussnote).

Gegen die Ausführungen von *E. Baumberger* und *mir* hat *L. Rollier* in der Folge Stellung genommen und seine Auffassung des Chaluet's von Neuem verteidigt. (Vgl. *L. Rollier*: „Troisième supplément à la description géol. de la partie jurassienne de la feuille VII etc.“ in Mat. pour la carte géol. de la Suisse. N. S. Livr. XXV. p. 215—17.) Vor allem weist *Rollier* darauf hin, dass die „Roches du Chaluet“ keinerlei unruhige Lagerung zeigen, wie wir sie sonst bei andern abgerutschten Schichtpaketen beobachten. Eine weitere Stütze glaubt er sodann zu finden in der Verteilung der verschiedenartigen allerdings recht spärlichen Molasseaufschlüsse im Chaluet selber und namentlich auch bei Sorvilier westlich Court. Für zahlreiche Einzelbeobachtungen muss ich auf *Rollier's* Angaben verweisen.

Es bedarf keiner ausführlichen Erörterungen, dass diese verschiedenen tektonischen Deutungen des Chaluet für den Tunnelbau von grosser Bedeutung sind.

Nach *Rollier's* Annahme verläuft der Tunnel in der Südhälfte des Chaluet vor allem in Kalk und wird den Lagerungsverhältnissen entsprechend wahrscheinlich starke Quellen anschneiden, während er nach *Baumberger-Buxtorf* (1908) das ganze Chaluet in Molasse unterfährt und somit keinen grossen Wasserdrang, dagegen wohl geringe Standfestigkeit der Molassegesteine zu befürchten hat.

Um das „Chaluetproblem“ wenn möglich noch vor Beginn des Tunnelbaues zu entscheiden, sind im Jahre 1911 durch die Berner Alpenbahn-Gesellschaft Sondierbohrungen angeordnet

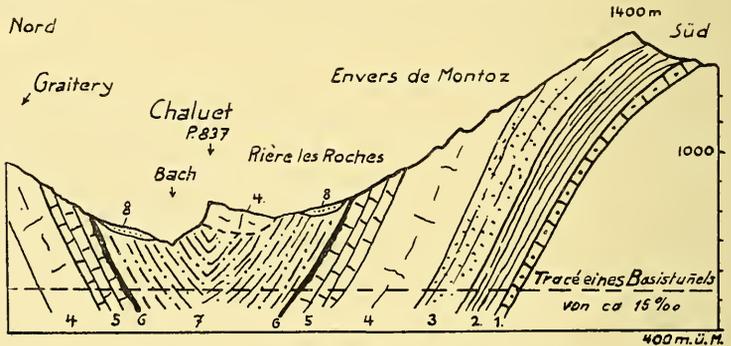


Fig. 2. Geol. Profil durch das Chaluet
nach E. Baumberger und A. Buxtorf (1908).

Massstab ca. 1 : 25,000.

- | | | |
|-----------------------|-------------|----------------------|
| 1. Birmensdorfer-Sch. | } Argovien. | 5. Portlandien. |
| 2. Effinger-Sch. | | 6. Bohnerzformation. |
| 3. Sequanien. | | 7. Molasse. |
| 4. Kiméridgien. | | 8. Quartärbildungen. |

worden. Die Bohrstelle wurde gewählt auf dem Rücken der „Roches du Chaluet“, da wo dieselben sich absenken gegen „rière les Roches“. Eine erste Bohrung erreichte nur geringe Tiefe, sodass unmittelbar daneben eine zweite angesetzt wurde, welche aber leider auch nur bis auf 116,5 m abgeteuft werden konnte, worauf sich der Bohrer festklümmte. Den Bohrproben zufolge, die ich 1912 einzusehen Gelegenheit hatte, traf die Bohrung erst Knauermolasse (Mol. alsacienne), hierauf etwas Bolus und endlich Portland und Kiméridge an, d. h. anscheinend eine normale Folge.

Betrachten wir nun die Bedeutung dieses Bohrerergebnisses für die verschiedenen Auslegungen des Chaluetproblems, so ist zunächst allgemein festzustellen, dass die

Mächtigkeit des Malmkalkes beträchtlich grösser ist als sie von *Baumberger* und *mir* im Profil von 1908 vorausgesetzt worden ist (vergl. Figur 2). Wenn also die „Roches du Chaluët“ trotzdem als „abgerutscht“ gedeutet werden sollen, so handelt es sich um eine viel grössere bewegte Masse als s. Z. angenommen.

Das speziellere Verhältnis des Bohrprofils zu den verschiedenen Tunnelprognosen ist aus den Profilen der Tafel II ersichtlich, die ich, soweit sie das Chaluët betreffen, des Zusammenhanges wegen vorgreifend schon an dieser Stelle kurz besprechen will. Ich bemerke, dass alle diese Entwürfe vom Mai 1912 stammen, seither ist nichts Neues mehr dazu gekommen.

Profil 2 lehnt sich direkt an *Rollier's* Darstellung von 1902 an. Es steht ausser Frage, dass sich das Bohrprofil der übrigen tektonischen Auffassung zwanglos einfügt, und ich würde nicht anstehen, mich *Rollier's* Ansicht zuzuwenden, wenn nicht noch Bedenken wären, auf die ich unten noch kurz eintreten will.

In den Profilen 1 und 6 habe ich die Auffassung *Baumberger-Buxtorf* (1908) dargestellt. Wir hätten anzunehmen, dass in einem gewissen Abschnitt der Quartärzeit — wahrscheinlich schon vor der grössten Vergletscherung — ein Teil des Graiterer-Südschenkels ausgebrochen und ohne den Schichtverband zu verlieren, abgeglitten sei in ein damals beträchtlich tieferes Chaluëttal. Ein derartig tiefes Tal, wie es die Profile annehmen, kann nicht als unmöglich bezeichnet werden, denn dessen Sohle wäre immer noch um ein geringes höher als die nächste Erosionsbasis, die 2 km westlicher im Eingang in die Klus von Court mit ± 665 m gegeben ist. Immerhin räume ich ein, dass die Vorstellung eines so weiten Tales gewissen Schwierigkeiten begegnet. Es ist deshalb umso mehr zu bedauern, dass die Sondierbohrung nicht wenigstens bis auf das Niveau des Kluseneingangs von Court abgeteuft werden konnte, schon damit wäre wahrscheinlich eine sichere Entscheidung des Chaluëtproblems ermöglicht gewesen. Ein weiteres Bedenken gegen die Abgleitungshypothese kann aus dem Umstand abgeleitet werden, dass der Schichtverband so gut gewahrt geblieben ist, allein eine definitive Entscheidung lässt sich daraus nicht gewinnen.¹¹⁾

Profil 3 endlich schliesst sich im Prinzip an Profil 2 (*Rollier*) an. Die südlich der „Roches“ liegende Molassemulde aber habe ich als sehr tief einstechend dargestellt, um auf diese Weise dem Befund im Weissensteintunnel Rechnung zu tragen. Das Bohrprofil

¹¹⁾ In dieser Hinsicht erinnere ich an das abgesunkene Schichtpaket von Untermatt an der Nordseite des Bürgenstocks, das alle Schichten vom Schrottenkalk bis Nummulitenkalk umfasst, und das trotz einer Absackung um ca. 700 m den Schichtverband nicht eingebüsst hat.

fügt sich zwanglos ein wie bei 2. Es steht für mich ausser Frage, dass diese Deutung verschiedenen Schwierigkeiten gerecht wird. Sollte sie sich in der Folge bestätigen, so könnte die Malplatte der Roches du Chaluet verglichen werden mit der allerdings beträchtlich grösseren aber doch ähnlich gebauten Brandbergkette bei Welschenrohr, die ebenfalls mitten in der Gänsbrunnermulde unvermittelt auftaucht und in analoger Weise nach Norden von einer Faltenverwerfung begrenzt wird (vgl. Bl. VII, 2. Aufl., bearb. von *Rollier*).

Ich glaube annehmen zu dürfen, dass diese 3 Profildarstellungen die verschiedenen Möglichkeiten wenigstens im Prinzip erschöpfen. Während ich früher (1908) gemeinsam mit *E. Baumberger* entschieden für „Wurzellosigkeit“ der „Roches du Chaluet“ eingestanden bin, kann ich angesichts des Bohrerergebnisses diese Auffassung nicht mehr mit derselben Bestimmtheit teilen wie ehemals. Andererseits bietet mir freilich auch *Rollier's* Darstellung von 1902 wenig Befriedigung. Wenn es sich wirklich um anstehende Massen handelt, dann scheint mir immerhin das modifizierte Profil 3 am meisten Wahrscheinlichkeit auf Bestätigung zu bieten.

Angesichts dieser Unsicherheit muss ich vorläufig die mit der Chaluetunterfahrung verknüpften Fragen offen lassen. Der Tunnelbau wird uns natürlich eine Menge Ueberraschungen, hoffentlich aber auch die endgültige Lösung des Chaluetproblems bringen.

Gerne füge ich noch bei, dass ich im Sommer 1913 Gelegenheit hatte, mit Herrn Dr. *A. Troesch*, der die geologische Untersuchung des Tunnels im Auftrag der Berner Alpenbahn-Gesellschaft ausführt, das Chaluet zu besuchen. Unsere Aufgabe war es, einige Stellen zu bezeichnen, an denen durch Nachgrabungen eine Vervollständigung der ungenügenden natürlichen Aufschlüsse und damit eine Klärung der Sachlage angestrebt werden soll. Ueber das Ergebnis dieser Schürfungen wird Herr Dr. *Troesch* seiner Zeit berichten. Die gemeinsame Begehung zeigte im Uebrigen, dass Herr Dr. *Troesch* gegen die Abgleitungshypothese dieselben Bedenken hegt, die ich selber oben schon angeführt habe. Andererseits aber fehlte es uns doch auch nicht an Beobachtungen, die sich schwer mit *Rollier's* Ansicht vereinigen lassen. Vor allem sei hier auf das unvermittelte Abbrechen hingewiesen, das die „Roches du Chaluet“ an ihrem Ostende erkennen lassen. Sind die „Roches“ anstehend, so wird man zur Erklärung dieses Abreissens Querstörungen zu Hilfe nehmen müssen.¹²⁾ Herr Dr. *Troesch* machte mich endlich auf einen zweiten Kimmeridge-Portlandzug aufmerksam, der im Wald südlich ob

¹²⁾ *Rolliers* „Carte tectonique de Moutier“ stellt dieses Ostende ungenau dar. Schon westlich Punkt 776 tritt im Wald über dem plötzlich aufgehörenden Portland deutlicher Bohnerzton zutage.

Gros Pré, ungefähr in der Höhe von 800 m auf weite Strecke verfolgt werden kann und ähnliche Lagerung zeigt wie die „Roches du Chaluet“. *Rollier's* „Carte tectonique des environs de Moutier“ gibt an dieser Stelle Delémontien und Molasse alsacienne an. Da die „Roches du Chaluet“ nach Westen zu den Bach südlich Punkt 706 nur wenig überschreiten, besteht kein sichtbarer Zusammenhang zwischen ihnen und dem zweiten Malmzug, der übrigens auch beträchtlich höher oben am Berghang heraussticht. Wie nun diese zweite Malmkante, die das Chaluetproblem noch viel komplizierter gestaltet, zu erklären ist, müssen künftige sorgfältige Untersuchungen lehren; ich begnüge mich an dieser Stelle mit diesem kurzen Hinweis, der von Neuem zeigt, dass in tektonisch komplizierten und schlecht aufgeschlossenen Gebieten eine fast rein konstruktive geologische Kolorierung, wie sie uns *Rollier's* „Carte tectonique“ bietet, durchaus unstatthaft ist.

Nachdem im Vorangehenden die geologischen Verhältnisse des Chaluet und ihre verschiedenen Deutungen wenigstens in den allgemeinen Zügen erörtert worden sind, bleibt nun noch die Aufgabe, die prognostischen Profile des Grenchenbergtunnels, wie sie auf Tafel II zusammengestellt worden sind, auch in den übrigen Teilen kurz zu erläutern.

Die Profile sind in der ersten Hälfte 1912 entworfen worden auf Veranlassung der „Société franco-suisse de construction, Prud'homme, Rothpletz u. Co.“, als deren konsultierender Geologe ich seither gelegentlich auch die Befunde des Tunnels zu prüfen hatte. Der Abgabe der Prognose ist natürlich eine genaue Oberflächenaufnahme des dem Tunnel benachbarten Gebietes vorausgegangen, wobei ich mich für die den beiden Portalen benachbarten Strecken der Unterstützung durch Herrn Dr. *E. Baumberger* zu erfreuen hatte, während Herr Dr. *G. Niethammer* besonders im Grenchenbergschnitt wichtige Vorarbeit leistete.¹³⁾

¹³⁾ Leider haben unsere Aufnahmen gezeigt, dass auch hier die von *Rollier* bearbeiteten Karten (Bl. VII u. Carte tect. Moutier) in mancher Hinsicht zu wünschen übrig lassen. Auf einige Punkte sei hier kurz hingewiesen:

1. Für die Anhöhe von Sur Chaux südöstlich Moutier möchte ich die Frage aufwerfen, ob die hier vorkommenden Bildungen nicht eher als „alpines Glacial der grössten Vergletscherung“ statt als Helvétien und bunte Nagelfluh zu deuten sind.
2. Südlich Chaufour fand ich auf ca. 740 m an einem Waldweg fossilreiches Portland (Virgulien), und zwar genau da, wo *Rollier* (Moutier) das Portland ganz auskeilen lässt.
3. Südlich Eschert reicht nach *Niethammer* und mir die Malmplatte viel tiefer gegen Punkt 645 hinab als auf Bl. VII und „Moutier“ angegeben.

Wie ein Vergleich von Profil I mit Variante I (vgl. Fig. 1, S. 241) ergibt, liegt das Nordportal des definitiven Tunnels nicht direkt am Nordschenkel der Graiterykette, sondern unweit westlich der Station

4. Auf Bl. VII fehlen zahlreiche Delémontien- und Mol. alsacienne-Aufschlüsse, die sich südlich und südwestlich Station Moutier, ferner südlich Sur Chaux und westlich Chaufour finden.
5. Zwischen dem Graiterygipfelkamm und der nördlich benachbarten Felswand Punkt 1126, 1137, 1143, 1156 geben *Rolliers* Karten nur Sequan an. Statt dessen sticht hier, wie Dr. *Baumberger* und ich feststellen konnten, der Argovienkern auf ca. 1,5 km Länge und 3—400 m Breite sehr schön hervor, die Birmensdorfer-Schichten z. B. im Wäldchen bei Punkt 1114. Der Argovienzug endet erst am Waldrand westlich Punkt 1114 (vgl. Carte tect. Moutier).
6. Der nördliche Eingang der Klus von Court ist auf *Rolliers* Karten ganz schematisch und ungenau dargestellt. In Wirklichkeit finden sich nach meinen Aufnahmen hier Ueberschiebungen und Brüche, so z. B. zwischen Punkt 610 und 899, sowie gegenüber an der Westseite, längs welchen von Süden her das Sequan auf das Kimmeridge hinaus gepresst erscheint. Die Verhältnisse erinnern in mancher Hinsicht an die von mir von Choindez beschriebenen Störungen, nur vollziehen sie sich dort im Oxford und Rauracien.
7. Auf der Ostseite der Klus von Court sticht Oberer Dogger hervor und zwar genau da, wo auf *Rolliers* „Carte tectonique“ der Index „Ox“ steht. Ich fand diesen Aufschluss, nachdem mich östlich ob Punkt 680 fossilführende Renggerischichten auf die Nähe des Doggers hingewiesen hatten. Die ausgezeichnet aufgeschlossene Oxford-Argovien-grenze fällt übrigens exakt mit dem Fuss der dortigen Felswand zusammen und verläuft nicht erst 100 m von ihr weg.
8. Betreffs Chaluet bemerkte ich schon oben, dass die von *Rollier* auf der Carte tect. von Moutier gegebene Darstellung praktisch wenig Wert besitzt, weil aus wenigen Beobachtungen fast ganz willkürliche Konstruktionen abgeleitet worden sind. Auf Blatt VII ist andererseits die Mehrzahl der wirklich vorhandenen Molasse- und Bolusaufschlüsse nicht eingetragen. Auf Aufzählung muss ich verzichten, das würde zu weit führen.
9. Am Grenchenberg gehört der ganze Waldkomplex „Hinter der unteren Hütte“ noch zum Dogger und nicht ins Argovien (Carte tect. Moutier). Auch bei Bützen, sowie östlich und westlich davon ist die Malm-Dogger-grenze ungenau und zwar hier meist 50—100 m zu weit nördlich eingetragen.
10. In der Scheitelregion des Grenchenbergs tritt westlich Wandfluh ein ganzes Bündel von kleinen Brüchen auf, die auf beiden Karten fehlen, nur das Tunnelprofil bringt einen derselben zur Darstellung.
11. Im Südschenkel südlich Altrütiberg liegen die Verhältnisse sehr kompliziert, was aus *Rolliers* Karten nicht ersichtlich ist. Dr. *Niethammer* und ich glauben hier Anzeichen dafür gefunden zu haben, dass im Südschenkel ein flacher Bruch verläuft, längs welchem der obere Teil des Schenkels südwärts vorgeschoben erscheint (vgl. Profile I u. 6 d. Tafel II). Ähnliches kehrt auch am Bettlachstock wieder, nur mögen hier auch Sackungserscheinungen mitgespielt haben.

Moutier noch mitten im Tertiärbecken drin. Diese Abänderung geschah im Hinblick auf die Gefällsverhältnisse des Tunnels.

Ueber die nördlichste Tunnelstrecke geben die Profile 1, 5 und 6 Auskunft, die vom Januar und Dezember 1912, sowie Februar 1913 stammen; der Vortrieb stand gleichzeitig bei 51, bzw. 915 oder 1426 m. Dabei ist zu bemerken, dass beim Entwerfen von Profil 1, das als Prognose vor allem in Betracht kommt, auch die Ergebnisse von 3 Sondierbohrungen verwertet werden konnten, die von der Berner Alpenbahn-Gesellschaft angeordnet worden waren.

Profil 1 setzt nun voraus, dass der Tunnel zunächst nordfallendes Delémontien, dann einen flachen Antiklinalrücken von Molasse alsacienne und hierauf eine Mulde mit Delémontien zu durchfahren habe, bevor er die dem Graiterynordschenkel angehörende Molasseserie erreiche. Zur Annahme der erwähnten flachen Molasseantiklinale wurden Dr. *Baumberger* und ich dadurch veranlasst, dass ca. 1 km westlich vom Tunneltrace westlich Verrerie eine kleine Malmfalte auftaucht. Im Gutachten wurde noch besonders darauf hingewiesen, dass zwischen Molasse alsacienne und Delémontien ein allmählicher Uebergang existiere, und dass man die Grenze nur ungefähr und zwar etwa da legen könne, wo an Stelle der Sandsteine mehr und mehr sich bunte Mergel einstellen, die sehr bald auch von anfänglich mergeligen Süßwasserkalken begleitet werden.

Für den Graitery hat *Rollier* (1912) geschlossenen Gewölbebau vorausgesetzt und auch später wieder ausdrücklich betont, dass die Graiterykette nur ein einfaches Malmgewölbe ohne Ueberschiebungen oder Längsbrüche darstelle (vgl. Troisième supplément p. 214). Ich kann dieser Meinung nicht beipflichten, sondern bin mit Dr. *Baumberger* der Ansicht, dass wir zur Erklärung der Graiterykette unbedingt begleitende Störungen zu Hilfe nehmen müssen. Da Herr Dr. *Baumberger* eine speziellere tektonische Studie der Graiterykette vorbereitet, begnüge ich mich hier mit dem Hinweis, dass nach unsern Untersuchungen das plötzliche Ausstreichen des Kimmeridge-Nordschenkels durch eine Ueberschiebung im Malm bedingt wird. Diese Ueberschiebung tritt schon in der topographischen Karte sehr gut hervor; sie streicht bei den Punkten 1126, 1137, 1143, 1156, 1121, 1085 etc. aus, wobei bei Punkt 1126, der fast genau über dem Tunneltrace liegt, eine nach

12. Auf Blatt VII (2. Aufl.) fehlen ob Grenchen die ca. 1 km nördlich von „In den Stauden“ an verschiedenen Waldwegen auftretenden Molasseaufschlüsse (bunte Mergel und Sandsteine), die für die tektonische Deutung so sehr wichtig sind. Möglicherweise kannte sie schon *J. B. Greppin*, der auf der 1. Aufl. hier Bohmerz verzeichnet.

Norden gerichtete Rückstülpung des Sequan und Kimmeridge ausgezeichnet erkannt werden kann (vgl. Profil 1 und 6). Die Art und Weise, wie der Malmnordschenkel an dieser Stelle nach oben abgeschnitten wird, erinnert in allen Details an die entsprechenden Verhältnisse in den Klusen von Mümliswil und Oensingen.

Für den Kern der Graiterykette setzte ich einfachen Gewölbebau voraus. Massgebend für diese Annahme waren mir die Verhältnisse in der Klus von Court, wo die Felskante der Birmensforfer Schichten einen fast ununterbrochenen, freilich deutlich nach Norden überkippten Gewölbebogen erkennen lässt. Auch die Aufschlüsse im Doggerkern ob Eschert schienen mir für ziemlich regelmässigen Gewölbebau zu sprechen.

In der Folge habe ich freilich diese Ansicht aufgeben müssen. Als ich nämlich Ende Mai 1913 den Befund im Tunnel zu überprüfen hatte (Vorort am 24. Mai bei 1957 m ab N. P.), war deutlich zu erkennen, dass bis ca. 1700 m ab Portal Art und Lagerung der Gesteine sehr wohl mit der Prognose übereinstimmten, dass aber von da an der Hauptrogenstein abbiege zu sehr flacher, fast horizontaler Lagerung. Ich habe daraufhin (28. Mai 1913) für den Durchstich des Kerns neue prognostische Profile entworfen und zwar glaubte ich namentlich mit zwei Möglichkeiten rechnen zu sollen, die aus nebenstehender Figur 3 sofort ersichtlich sind:

Das mittlere Profil vertritt die Annahme, dass im Gegensatz zur ersten Prognose, die im Malm nachweisbare Überschiebung auch in den Kern hinabsetze, und somit die Graiterykette bei Moutier nach ganz ähnlichem Plan gebaut sei, wie 26 km östlicher in der Klus von Mümliswil (nach der Auffassung von Professor *F. Mühlberg*).

Das unterste Profil dagegen setzt eine doppelte Faltung des Doggers voraus und trägt damit gewissen Erfahrungen Rechnung, die sich beim Weissensteintunnel ergeben haben.

Auf die seit Mai bis jetzt (Mitte Oktober) erschlossenen Befunde möchte ich nicht eintreten, um der späteren Beschreibung durch Herrn Dr. *A. Troesch* nicht vorzugreifen. Ich bemerke nur kurz, dass die inzwischen erfolgte Durchfahung des Gewölbekerns Verhältnisse erschlossen hat, ähnlich dem untersten Profil von Fig. 3, aber begleitet von sekundären Störungen.

Für den Südschenkel des Graitery gibt *Rollier's* Entwurf ein Einfallen des Malm von ca. 45° an, während meine Profile mit einer viel steileren Neigung rechnen. Das im untern Teil des Abhangs zu beobachtende mehr oder weniger flache Nordfallen der Kimmeridgeschichten glaube ich auf

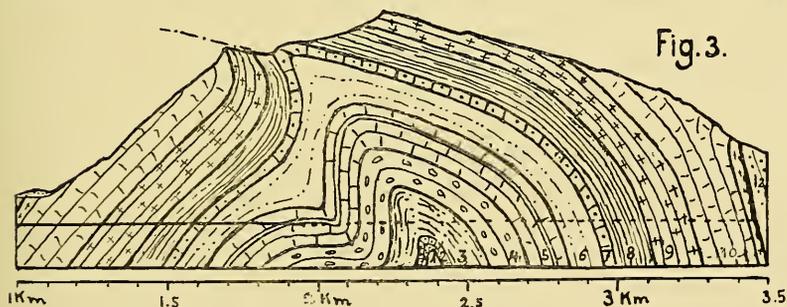
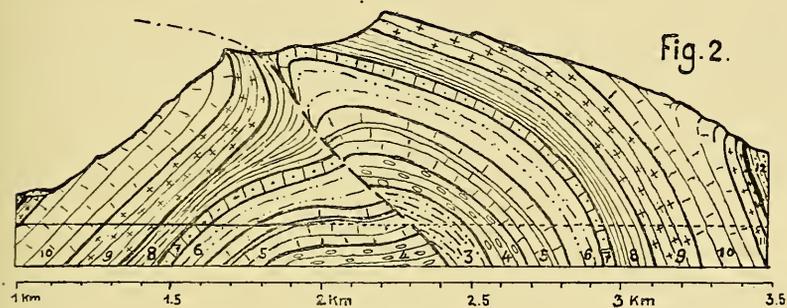
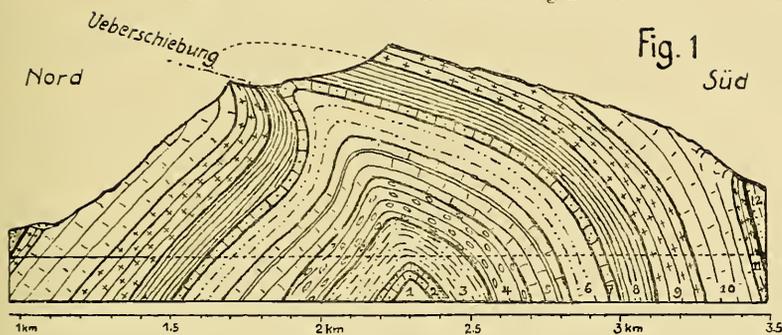


Fig. 3. Profile durch den Graütery längs der Axe des Grenchenbergtunnels.

Masstab ca. 1:25,000.

Fig. 1. Altes prognostisches Profil vom Februar 1913 (entspricht dem Profil 6 der Tafel II).

Fig. 2 u. 3. Neue prognostische Profile vom 28. Mai 1913 (Vorort bei 1957).

Fig. 2. Unter Annahme einer die ganze Kette durchsetzenden Ueberschiebung.

Fig. 3. Unter Annahme einer doppelten Faltung des Doggerkerns.

- | | | |
|---|----------------------------|-------------|
| 1. Keuper. | 7. Birmensdorfer-Schichten | } Argovien. |
| 2. Lias. | 8. Effinger-Schichten | |
| 3. Opalinuston. | 9. Sequan. | |
| 4. Murchisonae-Blagdeni-Schichten. | 10. Kimmeridge. | |
| 5. Hauptrogenstein mit Homomyenmergeln. | 11. Portland. | |
| 6. Varians-Schichten bis Oxford. | 12. Bohnerz und Molasse. | |

Sackung und Hackenwerfen zurückführen zu sollen und habe dies auch auf den Profilen 1 und 6 angedeutet.

Eine nähere Besprechung erheischen nun noch die prognostischen Profile für den Grenchenberg (d. h. die Weissensteinkette) und die südlichste Portalstrecke.

Was zunächst den Grenchenberg anbetrifft, so beteiligen sich an seinem Aufbau das grosse Gewölbe des Grenchenberges selber und die nach Süden gerichtete Teilfalte südlich der Ratfluh, die ich kurz als Ratfluhfalte bezeichne. Diese beiden Faltungen können ohne Schwierigkeiten ostwärts bis in das engere Weissensteingebiet verfolgt werden: die nördliche grosse entspricht dem Stahlfluh-Gewölbe, während die kleine südliche meines Erachtens hervorgeht aus der in der Hasenmatt-Südflanke existierenden Flexur, die ich s. Z. mit dem Rötthfluh-Gewölbe in Zusammenhang gebracht habe. (Vgl. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. N. F. XXI. Tafel II, Prof. 10.)

Das grosse Grenchenberg-Stahlfluhgewölbe ist in meinem Profil als ziemlich einfache Falte dargestellt. Im innersten Kern wird als Aeltestes die Anhydritgruppe vorausgesetzt, während *Rollier*, wie oben erwähnt wurde, sogar das Vorkommen von Wellenkalk und Buntsandstein für möglich hält. — Ich stütze mich bei meiner Darstellung z. T. auf theoretische Erwägungen, z. T. aber auch auf die Aufschlüsse von Balmberg-Günsberg, wo der Kern der Weissensteinkette offen zugänglich ist und eben nichts älteres als Anhydritgruppe führt. Dass im übrigen dem prognostischen Profil dieses innersten Kerns unter allen Umständen grosse Unsicherheit anhaftet, bedarf keiner näheren Erörterungen. Diese Unsicherheit ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sowohl für die Chaluetmulde als auch für die Ratfluhfalte recht verschiedene Deutungen möglich sind, die natürlich auch die Prognose für den Grenchenberg selber im hohen Masse beeinflussen (man vgl. z. B. die Profile 6, 3 und 7 miteinander). Bei starker Ueberkippung des Grenchenbergnordschenkels und beträchtlicher Entwicklung der Ratfluhfalte wäre in letzter Linie sogar die Möglichkeit gegeben, dass im Tunnel im innersten Gewölbekern kaum mehr die Anhydritgruppe, sondern nur jüngere Schichten, Muschelkalk oder Keuper sich finden könnten.

Sehr schwierig gestaltet sich endlich die Beurteilung der Ratfluhfalte (vgl. Profile 1, 4 und 6). Die Unsicherheit ist hier vor allem dadurch begründet, dass am Abhang ob Bühlen grosse Strecken durch Schutt verhüllt sind. Vielerorts stechen zwar Felsköpfe meist von Sequan aus der Schuttdecke hervor, aber dann können

wir wieder nicht sicher entscheiden, ob es sich um wirklich anstehende Riffe oder nur um gesackte Pakete handelt.

Diese Schwierigkeit besteht übrigens nicht bloss für den Abhang direkt überm Tunneltrace, sondern auch für die östliche und westliche Fortsetzung der Ratfluhfalte; ich denke da vor allem an die Abhänge des „Vorberges“, an die Gebiete von „Im Schlag“, „Stierenkänzeli“, „Bühlen“ und des „Gemeindewaldes“ (vgl. Siegfried Bl. Grenchen) sowie des „Bettlachstockes“ (Bl. Gänsbrunnen). Es steht für mich ausser Frage, dass wir es in der Ratfluhfalte mit einer sehr ausgeprägten, gegen Süden gerichteten Bewegung zu tun haben, das hat der unten noch kurz zu besprechende bisherige Befund beim Tunnelbau schon klar gezeigt. Allein das durch die Faltung geschaffene tektonische Bild ist in der Folge wenigstens in seinen oberflächlichen Partien durch nachträgliche Sackungserscheinungen etwas verzerrt worden. Aufgabe späterer Untersuchung, die sich nicht wie die meine nur auf das Tunnelgebiet beschränkt, wird es sein, primären Gebirgsbau und nachträgliche Sackung auseinanderzulesen. Der Befund im Tunnel wird diese Arbeit erleichtern.

Was nun speziell das Tunnelprofil anbetrifft, so habe ich unter Berücksichtigung der überm Tunneltrace oder wenigstens in dessen Nähe möglichen Beobachtungen recht verschiedene Profilkonstruktionen versucht, ohne aber zu befriedigenden Ergebnissen zu gelangen. Schliesslich erschien es mir als das Beste, diese Unsicherheit dadurch anzudeuten, dass ich am ganzen Abhang eine mächtige Schuttdecke darstellte und unter dieser nun eine Lagerung der verschiedenen Schichten annahm, wie sie tatsächlich beobachtet werden kann ca. 1 km östlich des Tunneltrace am Abhang Ratfluh-Gestlerfluh. Hier sticht nämlich, wie Dr. *Baumberger* und ich nachweisen konnten, zwischen der verkehrten Sequanserie der Gestlerfluh und der normalen der Ratfluh eine mächtige Zone von Effinger-Schichten hervor, die oberflächlich den Kern der liegenden Ratfluhfalte ausmacht.¹⁴⁾ Ich räume gerne ein, dass die Uebertragung derart weit abliegender Beobachtungen auf das Tunneltrace gewissen Einwänden ausgesetzt ist, allein es schien mir immer noch der sicherste Weg zu sein.

Auch für die Konstruktion des Kerns der Ratfluhfalte musste in ähnlicher Weise vorgegangen werden, indem hier vor allem die Aufschlüsse bei Alrütiberg und am Bettlachstock zu berücksichtigen waren. Dieselbe Flexur, die am Hasenmattstüdhang im

¹⁴⁾ Diese Argovienzone scheint *Rollier* übersehen zu haben, denn seine Tunnelprofile verzeichnen im Kern der Ratfluhfalte nur Sequan, ebenso ist sie auf Bl. VII nicht zur Darstellung gelangt.

Sequan und Kimmeridge beobachtet werden kann, findet sich nämlich 3 km westlicher am Bettlachstock wieder, freilich hier in Dogger-Schichten.¹⁵⁾ Da nun vom Bettlachstock und Altrütiberg aus nach Südwesten zu die Weissensteinkette sehr stark axial absinkt, taucht südlich Altrütiberg auch die Doggerflexur des Bettlachstockes nach Westen zu in die Tiefe, um überm Tunneltrace den Kern zu bilden zur Argovienzone südlich Ratfluh.

Die Darstellung der Doggerfalte unter Ratfluh, wie sie die Profile 1, 6 und 7 geben, verwertet somit hauptsächlich die recht entfernten Beobachtungen am Bettlachstock und Altrütiberg, wodurch es auch erklärlich wird, dass die Profile untereinander und auch von demjenigen *Rollier's* sehr stark abweichen, je nachdem eben diesem oder jenem Momente mehr Bedeutung zugemessen wird. In *Rollier's* Darstellung klingt die Ratfluhfalte nach der Tiefe zu so rasch aus, dass sie im Hauptrogenstein des Grenchenbergsüdschenkels nur noch eine ganz unbedeutende Knickung verursacht. In meinen Profilen 1 und 6 dagegen äussert sich die Falte wenigstens bis in die Opalinustone hinab, wobei — gestützt auf Beobachtungen am Altrütiberg (vgl. Fussnote S. 248) — ausserdem an der Umbiegungsstelle eine Bruchüberschiebung vorausgesetzt wird. In Profil 7 endlich räume ich der Ratfluhfalte noch grössere Selbständigkeit ein, sodass wir dann im Grenchenberg ein Doppelgewölbe vor uns haben, dessen beide Falten denen des Weissensteins entsprechen. — Keine der drei verschiedenen Annahmen darf mehr Wahrscheinlichkeit beanspruchen als die beiden andern, sodass wir auf den Befund sehr gespannt sein dürfen.

Endlich ist noch kurz die südlichste Tunnelstrecke näher zu betrachten.

Auch hier begegnete die Begutachtung grossen Schwierigkeiten, weil infolge mächtiger Bedeckung durch Moränen, fluvioglaciale Schotter und Gehängeschutt Aufschlüsse fast ganz fehlen. Die den tiefern Untergrund bildende Molasse (bunte Mergel und Sandsteine des Delémontien) konnte ich nur an einer einzigen Stelle überm Tunneltrace in einem Waldweg beobachten, eine Messung des Einfallens war aber unmöglich. Auch die beiden Sondierbohrungen in der Nähe des Südportals gaben über die Lagerungsverhältnisse keinen Aufschluss. Aus Mergelaufschlüssen, die ich sodann auf ca. 770 m Höhe, ca. 1 km nördlich von „In den Stauden“ entdeckte, ergab sich mir nur ganz allgemein, dass der Molassemantel ziemlich hoch am Gebirge hinaufsteige. Die Portland- und Kimmeridgekalke endlich, die

¹⁵⁾ Dies ist z. T. auch aus *Rolliers* „Carte tectonique de Moutier“ ersichtlich (vgl. besonders die Ostseite des Bettlachstocks).

an den Abhängen oberhalb und westlich Bühlen, sowie am Fussweg von Grenchen nach dem Stierenberg vielfach herausstechen, ergaben so auffallend flaches Nordfallen und zeigten dabei so gelockerten Schichtverband, dass den gewonnenen Messungen nur bedingter Wert beigemessen werden konnte. Die Ueberkipfung des Malm schien mir freilich in erster Linie tektonischer Natur und bedingt zu sein durch die Ratfluhfalte; der gesamte Schichtverband aber zeigte sehr klar, dass wenigstens in den oberflächlichern Partien mit Sackung und „Hackenwerfen en gros“ gerechnet werden müsse.

Unter Berücksichtigung aller dieser Momente entstand schliesslich Anfang 1912 das prognostische Profil 1, das im Prinzip mit *Rollier's* Auffassung (vgl. Fig. 1, S. 241) viel Uebereinstimmung zeigt, aber der Molassedecke bedeutend grössere Mächtigkeit zuweist. Dies letztere ergab sich nicht nur aus den Sondierbohrungen, sondern war schon 1908 von *E. Baumberger* und *mir* im oben genannten Gutachten befürwortet worden.

Durch den seither erfolgten Tunnelbau hat dieses Profil 1 allerdings beträchtliche Modifikationen erfahren müssen. Als im November 1912 der Vortrieb statt in Malm immer noch in bergwärts einfallender Molasse erfolgte und die Unhaltbarkeit meines ersten Profils klar lag, habe ich auf Verlangen der Bauunternehmung für die nächstfolgende Tunnelstrecke ein neues Profil, Profil 4 der Tafel II entworfen, wobei ich die Befunde bis 1034 ab Portal verwerten konnte. In diesem neuen Entwurf wird nun ein tiefes Einstechen der Molassemulde vorausgesetzt und die Molasse-Malmgrenze erst bei \pm 1280 m ab Südportal angenommen.

Diese zweite Prognose hat in der Folge wenigstens teilweise Bestätigung gefunden. Wie Profil 6 (entworfen 26. Februar 1913, Vortrieb bei 1535 m) zeigt, wurde bei 1302 m der stark überkippte, von Klüften und Rutschflächen durchsetzte Malm angefahren, der normal von einer dünnen Kruste von Bohnerztonen bedeckt war. Die vorgelagerte Molassemulde aber zeigte ungleich kompliziertere Verhältnisse als angenommen worden war. Von der vermutet verkehrten Folge von Molasse alsacienne war nichts zu finden, vielmehr fanden sich bis zur Begegnung des Bohnerztons beständig stark zerklüftete Mergel des *Delémontien*, an welche längs einer nach Süden ansteigenden Grenzfläche die Bohnerzformation unvermittelt anstiess. Die Asymmetrie der Mulde aber wurde noch besonders dadurch klar erkennbar, dass bei 1198 m mitten in grauen oder bunten Mergeln ein äusserst fossilreiches steil südwärts einfallendes Schichtpaket von *mariner Molasse* sich einstellte. Dieser Befund kam umso überraschender, als die nächsten bekannten Vorkommen von mariner Molasse viele Kilometer weit weg an den Molasseshügeln

zwischen Büren und Biel liegen (vgl. Bl. VII). Herr Dr. *Baumberger*, der diese letztern Aufschlüsse genauer kennt, hatte die Freundlichkeit, meine Aufsammlungen durchzusehen und konnte den Horizont noch spezieller dem obern Teil der marinen Molasse, dem *Vindobonien* zuweisen. Ich gehe nun wohl nicht fehl in der Annahme, dass dieses *Vindobonien* innerhalb der allerdings sehr stark verquetschten Mulde die jüngsten vorkommenden Molasseschichten, d. h. ungefähr den Muldenkern darstellt. Wir erkennen dann, dass einem mehrere 100 Meter mächtigen, in seinen untern Partien ganz ruhig gelagerten Muldensüdschenkel ein sehr stark reduzierter, im ganzen 100 m kaum erreichender, verkehrter Nordschenkel gegenübersteht. Und dieses Verhältnis, im Verein mit den oberflächlichen Lagerungsverhältnissen, kann meines Erachtens nur so erklärt werden, dass bei der Auffaltung des Grenchenbergs die Ratfluhfalte südwärts gegen das Molasseland hinausgepresst und ihr Südschenkel schliesslich auf Molasse überschoben worden ist, wobei der verkehrte Nordflügel der Molassemulde weitgehende Reduktion und in seinen ältern Schichten vollständige Ausquetschung erfahren hat. Aus dem sich entgegenstehenden Einfallen der marinen Molasse einerseits und des *Kimmeridge* andererseits glaubte ich ferner schliessen zu dürfen, dass der Muldenkern von Meeresmolasse nach oben ganz abgequetscht worden ist, wie ich im Profil 6 angenommen habe.

Es bedarf keiner weitem Auseinandersetzung, dass es ganz ausgeschlossen ist, die beschriebenen Lagerungsverhältnisse etwa durch blosser Sackung des Südschenkels des Grenchenbergs erklären zu wollen. Dass am Abhang oberflächlich die Schichten mehrfach Lockerung und Sackung erkennen lassen, wurde schon oben erwähnt, allein für den in dieser Partie 3—500 m tief liegenden Tunnel ist ein Einfluss dieser Oberflächenvorgänge selbstverständlich ganz ausgeschlossen, umso mehr als über der südlichsten Tunnelstrecke die Abhangsböschung eine so flache ist, dass Terrainbewegungen hier ganz ausgeschlossen sind. Der Befund im Tunnel kann nur durch eine bei der Auffaltung der Kette entstandene Ueberschiebung des Malms über die südwärts vorgelagerte Molasse erklärt werden. Es sei noch erwähnt, dass sowohl im Portland als auch im südlichsten *Kimmeridge* in grosser Zahl flach nordwärts geneigte Rutschflächen sich zeigten, längs welchen immer die oberen Schichtpakete nach Süden verschoben erschienen (vgl. Profil 6). Es handelt sich um typische Begleiterscheinungen der grossen am Malm-Molassekontakt zu beobachtenden Ueberschiebung.

Entgegen aller Erwartung und Voraussicht (vgl. Profil 1) lieferte also der südlichste Abschnitt des Grenchenbergtunnels den

Beweis für das tatsächliche Vorhandensein südwärts gerichteter Ueberschiebungen am Innenrand des Jura. Und damit erhalten meine für das Günsberggebiet ausgesprochenen Anschauungen, die erst kürzlich von *H. Gerth* noch angefochten worden sind, eine ebenso unerwartete als willkommene Stütze. Dies ist umso mehr der Fall, als die verkehrte und überschobene Malmserie des Grenchenbergtunnels nach Osten unter allmählicher Aufrichtung ununterbrochen weiterstreicht in die Südabdachung des Weissensteins, um noch weiter östlich in der Balmfluh und im Kimeridgeriff von Säget ob Günsberg von Neuem überkippte Lagerung zu zeigen wie bei Grenchen.¹⁶⁾

Gerade im Hinblick auf die Controverse zwischen *H. Gerth* und mir erschien es geboten, hier den Befund wenigstens kurz zu erwähnen, wobei ich mir vorbehalte, auf die übrigen Einwände *Gerth's* bei späterer Gelegenheit zurückzukommen.

3. Schlusswort.

Meine Ausführungen zeigen wohl zur Genüge, welch eine Fülle der verschiedensten Probleme sich an diese beiden Juradurchstiche knüpfen. Teils handelt es sich mehr um Einzelheiten, zum Teil aber auch um Fragen, die für unsere gesamten Anschauungen über Jura-tektonik von einschneidender Bedeutung sind. Während *Rollier* (1902) im Kern des Grenchenberges noch Buntsandstein und Wellenkalk vermutet, habe ich mich bei meinen Prognosen sowohl für Hauenstein als Grenchenberg strikte an die von mir 1907 aufgestellte „Abscherungstheorie“ gehalten und als älteste mitgefaltete oder überschobene Schicht die Anhydritgruppe angenommen. Gerade im Hinblick auf die Abscherungstheorie erhoffe ich von den beiden Bauten wichtige Aufschlüsse und zwar namentlich in folgender Richtung. — Es ist bekannt, dass wir im Kettenjura wohl den obern Teil der Anhydritgruppe auftreten sehen, aber nie den untern, der die Steinsalzlager führt, noch viel weniger dessen Liegendes, den Wellenkalk. Gewöhnlich führt man das Fehlen des Steinsalzes im Kettenjura zurück auf Auslaugung, was in vielen Fällen sehr wohl möglich ist. Allein es wäre auch denkbar, dass dieses Fehlen in der Tektonik begründet ist und zwar in dem Sinne, dass nicht die Anhydritgruppe als Ganzes die Abscherung ermöglichte, son-

¹⁶⁾ Ueber Günsberg vgl. man meine „Bemerkungen über den Gebirgsbau des nordschweizerischen Kettenjura im besondern der Weissensteinkette“ (Ztschr. Deutsche geol. Ges., Bd. 63, 1911, S. 341), ferner *H. Gerth*: Fläche Ueberschiebung oder Absenkung auf der Südflanke der Weissensteinkette bei Günsberg? (Monatsberichte, Deutsche geol. Ges., Bd. 65, 1913, S. 47.)

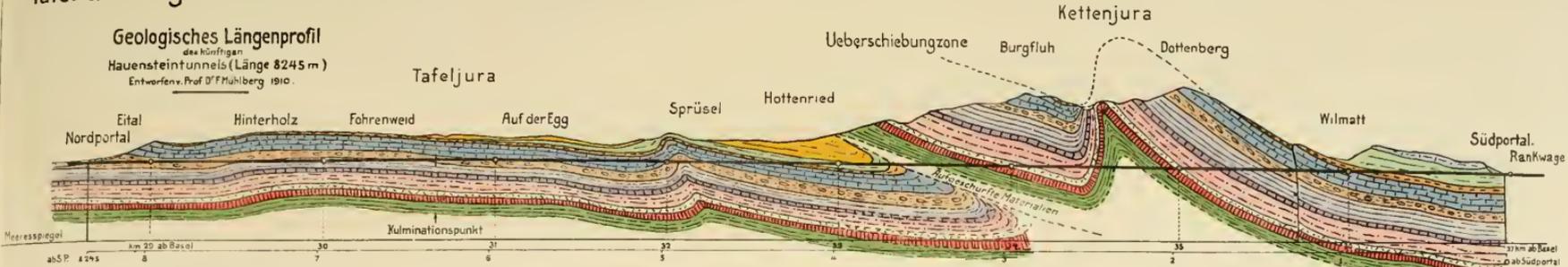
dern dass die Ableitung und Abscherung der Sedimentdecke in erster Linie auf dem Salzhorizont erfolgte, dem innerhalb der Anhydritgruppe wohl die grösste Plasticität eigen sein dürfte. Damit wäre das Fehlen von Salzhorizonten im Kettenjura ohne Weiteres verständlich. Bis zu einem gewissen Grade kann diese Ansicht schon heute gestützt werden, einerseits durch das Fehlen des Wellenkalks, andererseits durch die Tatsache, dass in den grossen Ueberschiebungsbieten — Hauenstein etc. — der obere Teil der Anhydritgruppe in voller Mächtigkeit vorhanden ist. Viel wertvoller sind natürlich die Profile der Tunnelbauten, und da wir glücklicherweise im Laufe der letzten Jahre durch zahlreiche Bohrungen auch über die Stratigraphie der salzführenden Anhydritgruppe im nördlich vorgelagerten Basler und Aargauer Tafeljura genau unterrichtet worden sind, so erscheint es nicht ausgeschlossen, dass der sorgfältige Vergleich der beidseitigen Befunde die oben aufgeworfene Frage ihrer Lösung näher bringen wird.

Basel, Min. geol. Institut der Universität, Herbst 1913.

Tafel I. Prognostische Profile des neuen Hauensteintunnels.

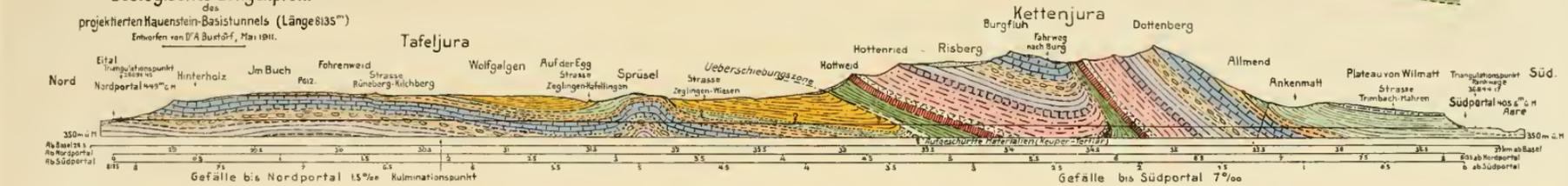
Geologisches Längsprofil

des künftigen
Hauensteintunnels (Länge 8245 m)
Entworfen von Prof. D^r F. Mühlberg 1910.



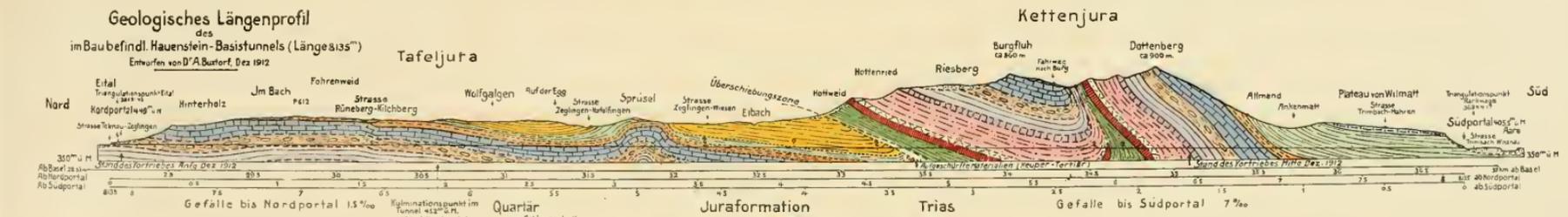
Geologisches Längsprofil

des
projektierten Hauenstein-Basistunnels (Länge 8135 m)
Entworfen von D^r A. Buxtorf, Mai 1911.



Geologisches Längsprofil

des
im Baubefindl. Hauenstein-Basistunnels (Länge 8135 m)
Entworfen von D^r A. Buxtorf, Dez 1912.



10 Der Grad der Wahrscheinlichkeit der Prognose ist durch die Behandlung der Schichtgrenzen angedeutet:

Geometrische Schichtgrenzen (— — —) Strecken relativ wahrscheinlicher Prognose
Punktharte (.....): Strecken unsicherer Prognose.

Quartär
Gehäuseschutt
Flussries, Moränen

Tertiär
Ober- und Mittelpläne
nordg. Sandsteine
Kalksteine

Abolom
Argovien
Oxford

Sequana
Riesberg

Juraformation

Callenien-Rians Sch.
Hauptjuraformation

Büdingen-Murshausen Sch.
Oolithen

Lias

Trias

Neocom
Triangulum
Hauptmuschelkalk

Anhydritgruppe

Muschelkalk
Mitt. ab. Krager

Gefälle bis Nordportal 1.5‰
Kulminationspunkt im Tunnel 4125 m N. 1959 ab Nordportal

Gefälle bis Südportal 7‰

1:25 000

Richtung des Tunnels N 14° W

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [24_1913](#)

Autor(en)/Author(s): Buxtorf August

Artikel/Article: [Die mutmasslichen geologischen Profile des neuen Hauenstein- und des Grenchenbergtunnels im Schweizer Jura 228-258](#)