

Zur Tektonik des nordschweizerischen Kettenjura.

Von

F. Mühlberg in Aarau.

Mit 2 tektonischen Kartenskizzen.

(Erwiderung auf die gleichlautende Abhandlung von G. STEINMANN
im Centralbl. f. Min. etc. 1902. p. 481—488.)



Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1903.

Zur Tektonik des nordschweizerischen Kettenjura.

Von

F. Mühlberg in Aarau.

Mit 2 tektonischen Kartenskizzen.

(Erwiderung auf die gleichlautende Abhandlung von G. STEINMANN
im Centralbl. f. Min. etc. 1902. p. 481—488.)

Anlässlich von Excursionen der Aargauischen naturforschenden Gesellschaft im Frühjahr 1892 und der Schweizerischen geologischen Gesellschaft im Herbst 1892, sowie einer Abtheilung des internationalen Geologencongresses in Zürich im Jahre 1894, habe ich Profile durch die Klusen von Önsingen und Mümliswil veröffentlicht und die Tektonik der Gegend auch in meiner geotektonischen Skizze der nordwestlichen Schweiz veranschaulicht.

In diesen Klusen herrschen merkwürdige Lagerungsverhältnisse. Die prächtigen Klusengewölbe sind nämlich, so einfach sie auch auf den ersten Blick erscheinen, aus zwei tektonisch verschobenen Theilen zusammengesetzt. Einerseits gehören der Gewölbekern in der Sohle der Klusen und der Nordschenkel und andererseits der Südschenkel und der Gewölbescheitel je einem einheitlichen, besonderen Ganzen an. Die beiden Partien, aus ihrem ursprünglichen normalen Zusammenhange gelöst, verbinden sich heute in der Weise zu den abnormalen Gewölben, dass die Malmbänder des Nordschenkels in die Fortsetzung des Doggers des Südschenkels und des Scheitels fallen, und dass der Dogger-Rogenstein doppelt am Aufbau der Gewölbe betheiligert erscheint, nämlich sowohl im Gewölbekern in der Sohle der

Klus (nördliche Componente) als auch in den Felsbändern, die im Südschenkel aufsteigen und als Gewölbescheitel die Klusen in der Höhe begrenzen (südliche Componente). Die nördliche Componente ist also die tieferliegende. In verticaler Richtung beträgt die Verschiebung der beiden Rogensteine in der Önsinger Klus rund 400, in der Mümliswiler Klus rund 300 m.

Mehrere frühere Autoren haben diese merkwürdigen Lagerungsverhältnisse entweder ganz übersehen (u. a. P. MERIAN und C. MÖSCH), oder dieselben nur zum Theil erkannt (THURMANN und A. MÜLLER). Die erste Beobachtung und Deutung derselben verdanken wir A. GRESSLY. Entsprechend dem ersten Eindruck, den die Sachlage erweckt, glaubte er, dieselbe durch eine locale Einsenkung des Gewölbescheitels erklären zu sollen. A. MÜLLER hingegen nahm für die Önsinger Klus eine senkrechte Verwerfung in der Längsrichtung der Kette an.

In den vorerwähnten Profilen, die ich als Frucht gründlicherer Untersuchungen herausgegeben, sind die Verhältnisse zum ersten Male überhaupt in den richtigen Maassen zur Anschauung gebracht und zwar in der Projection auf eine Ebene quer zu den Klusen. Gleichzeitig habe ich in den kurzen Erläuterungen zu den Profilen die Erscheinungen durch die Annahme von Überschiebungen erklärt, in der Meinung, dass die beiden Schichtencomplexe, die in der Projectionsebene der Profile übereinander zu liegen kommen, auch wirklich tektonisch übereinander liegen, dass also das untere Doggergewölbe ost- und westwärts unter dem höheren sich noch fortsetze, beziehungsweise, dass das höhere Gewölbe das tiefere einst auch da bedeckt habe, wo dasselbe infolge von Erosion jetzt frei liegt.

Gegen diese Auffassung sich wendend ist G. STEINMANN in einer Abhandlung, die unter dem Titel: „Zur Tektonik des nordschweizerischen Kettenjura“ im Centralbl. f. Min. etc. 1902, p. 481—488, erschienen ist, zur Hypothese von blossen Einsenkungen zurückgekehrt. Die Dinge werden für den Fernerstehenden in einer bestechenden Weise lediglich durch Verwerfungen erklärt, die sich kreuzen und schief zu den Ketten gerichtet sein sollen und die „zeitlich mit dem mio-

pliocänen System der Rheinspalten zusammenfallen, deren Richtung sie sich z. Th. anschliessen“. Zur Begründung beruft sich STEINMANN auf neue Beobachtungen, die meine Darlegung wesentlich modificiren und ergänzen sollen.

Ich werde zwar Gelegenheit haben, mich in dem Texte zu meiner im Auftrag der Schweizerischen geologischen Commission zu veröffentlichenden geologischen Karte des fraglichen Gebietes einlässlich auszusprechen. Da bis dahin aber noch einige Zeit verstreichen wird, trete ich der Bedeutung des Gegenstandes wegen jetzt schon auf eine Erörterung der Publication STEINMANN'S ein. Ich stütze mich dabei nicht bloss auf das Beobachtungsmaterial, das meinen ersten Profilen zu Grunde lag; ich habe das Gebiet seither wiederholt begangen und insbesondere im letzten Herbst alle von STEINMANN erwähnten Stellen und Verhältnisse nochmals gründlich geprüft. Infolgedessen sind meine Untersuchungen heute so weit gediehen, dass der Bau der Klusen vollständiger und in einem weiteren Rahmen dargestellt und verständlich gemacht zu werden vermag, als dies in den Texten der Excursionsführer geschehen ist, in welchen bloss auf den engsten Umkreis der Klusen und selbstverständlich nicht in erschöpfender Weise Bezug genommen worden ist. Ich will gleich hinzufügen, dass ich meine Darlegung der thatsächlichen Verhältnisse durch STEINMANN in keinem Punkte weder berichtet noch ergänzt, dass ich vielmehr dieselbe nur bestätigt gefunden habe, und dass die Hypothese der Überschiebungen durch zwingende Belege heute vollends zur Thatsache geworden ist.

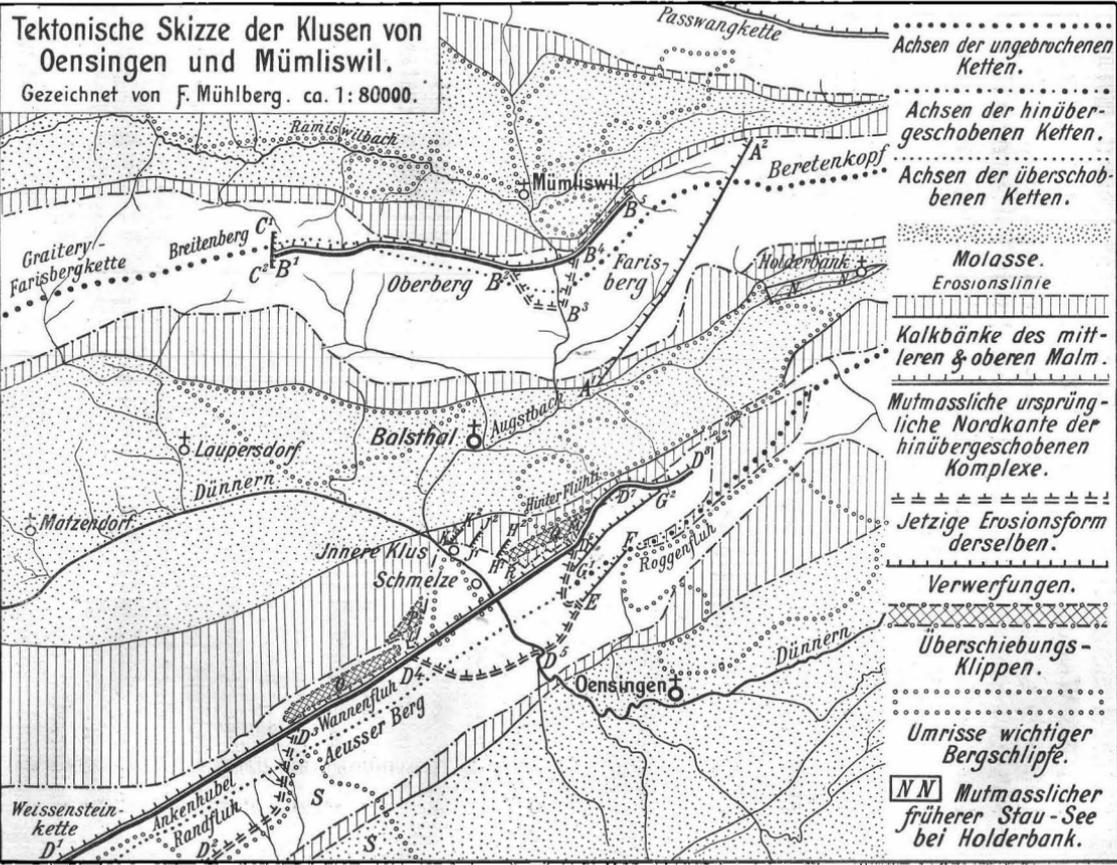
Ich werde nun im Folgenden zunächst ausschliesslich auf STEINMANN'S Darstellungen eingehen, und dann die wichtigsten Thatsachen und Erwägungen zusammenstellen, die uns zwingen, die Tektonik der Klusen durch Überschiebungen zu erklären. Zur Erleichterung des Verständnisses stelle ich unsere tektonischen Kartenskizzen einander gegenüber. Meine jetzige Skizze ergänzt zugleich meine frühere „geotektonische Skizze der nordwestlichen Schweiz“, jedoch nicht im Sinne STEINMANN'S.

STEINMANN behauptet, er habe die Verwerfung A—A seiner Skizze „von der grossen Passwanglängsspalte aus durch den

Südflügel dieser Kette (Helfenberg) verfolgen“ können, indem hier das Westende der Callovien-Oxford Combe (sollte heissen Combe in Effingerschichten) an einem fast senkrecht gestellten 85° streichenden Sequangrat anstosse, dessen Fortsetzung östlich der Verwerfung nur etwa 60° einfalle. Indem man den bequemen Fussweg, der über den ganzen Grat führt, begeht, kann man feststellen, dass jenes Isoklinalthal keineswegs an den Sequangrat stösst, wie das Kartenblatt 148, das hier sehr ungenau ist, glauben lässt, sondern an einen nördlich des Grates gelegenen Wald, der ebenfalls dem Thale angehört. Befände sich dort eine Verwerfung im Sinne STEINMANN'S, so müssten die östlichen Effingerschichten an westliches Sequan oder mindestens das östliche untere Sequan an oberes Sequan stossen. Das ist nicht der Fall. Das untere Sequan des östlichen Grates geht, indem es bei der Annäherung an den ^{we}östlichen Theil (analog dem Dogger des Nordschenkels der südlichen, also der Farisbergkette südöstlich Schlossweid und dem Dogger der nördlichen, also der Passwangkette) eine Biegung gegen Nordwest macht, und sogar oben etwas nach Süden überkippt, ganz ungestört in das untere Sequan des von STEINMANN erwähnten Sequanrates über. Das obere Sequan bildet etwas östlich dieser Stelle ebenso steile Felsplatten, wie das westliche Sequan. Das ist sogar schon von weitem sichtbar.

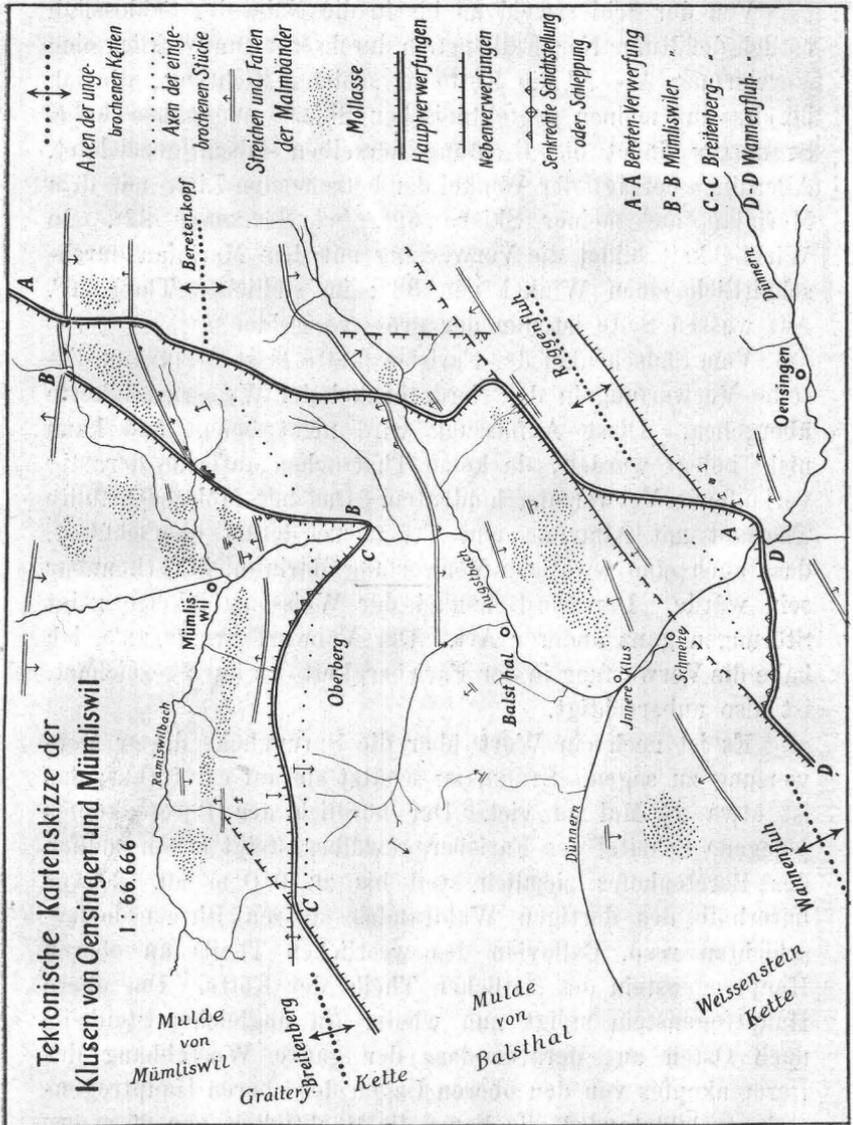
Den Umstand, dass der Sequangrat der Farisbergkette¹, nördlich Schlossweid, westlich der dortigen Runse nach Nord übergekippt ist, verwerthet STEINMANN ebenfalls zur Begründung seiner Annahme, dass durch diesen Grat eine Verwerfung gehe. Allein man kann sich auch dort leicht überzeugen, dass die entsprechenden Formationen des Malms beiderseits dieser Runse ohne wesentliche Verschiebungen ineinander übergehen. Das Überkippen steil gestellter Schichten in der Richtung des Gehänges ist eine im Jura überall wohlbekannte Erscheinung. Sie berechtigt hier ebensowenig als

¹ Die Bezeichnung „Graitery-Kette“, welche STEINMANN gebraucht, ist nach den Gesetzen der Nomenclatur unzulässig, da THURMANN, der den Namen zuerst gebraucht hat, ihn ausschliesslich zur Bezeichnung des Graitery genannten Gliedes dieser Kette verwendet und die übrigen Glieder mit anderen Namen belegt hat.



anderwärts zu Schlüssen auf das Vorhandensein von Verwerfungen. Das lehrt gerade da das Verhalten der Grenzschichten zwischen Malm und Dogger. Die Köpfe dieser Schichten sind westlich Schlossweid, also westlich A² meiner Skizze, nordwärts, d. h. gehängeabwärts übergekippt, dann, was STEINMANN nicht beachtet zu haben scheint, auf eine

Zeichnung von G. STEINMANN.



Strecke von mehr als 100 m mit dem Abhang gleichsinnig gelegen, dann wieder beim Beretenhof und westwärts gehängeabwärts übergekippt. STEINMANN erwähnt aber die Überkippungen jeweils nur von den Stellen, die mit den von ihm angenommenen Verwerfungen zusammenfallen und lässt die zahlreichen anderen Stellen unbeachtet.

Von der Schlossweid an bis in die Nähe der Schlossfluh östlich der Ruine Neu-Falkenstein durchsetzt nun wirklich eine Verwerfung A¹—A² die Kette in schiefer Richtung, die ich bereits auf meiner geotektonischen Skizze angegeben habe. STEINMANN findet die Richtung derselben falsch gezeichnet. Allerdings beträgt der Winkel der betreffenden Linie mit dem Meridian auf meiner Skizze 42°, bei STEINMANN 22°. In Wirklichkeit bildet die Verwerfung mit dem Meridian durchschnittlich einen Winkel von 32°; im südlichen Theil 36°. Auf wessen Seite ist nun der grössere Fehler?

Vom Südschenkel der Farisbergkette lässt STEINMANN dieselbe Verwerfung in den Nordschenkel der Weissensteinkette übergehen. Diese Auffassung wird nicht belegt und kann nicht belegt werden, da keine Thatsachen auf eine derartig verlaufende Verwerfung hindeuten. Das mit Molasse erfüllte Thal ist mit Alluvium und Trümmern derart überschüttet, dass auch eine wirkliche Verwerfung darin nicht erkennbar sein würde. Der Nordschenkel der Weissensteinkette zeigt Störungen ganz anderer Art. Der Vorwurf STEINMANN's, ich habe die Verwerfung in der Farisbergkette zu kurz gezeichnet, ist also unberechtigt.

Es ist noch ein Wort über die Sprunghöhe dieser Verwerfung zu sagen. STEINMANN schätzt sie auf ca. 150 m; das ist etwa 2½ Mal zu viel. Der nördlich des Beretenkopfes gelegene Scheitel des Farisberggewölbes steigt schon südlich des Beretenhofes ziemlich steil bis zu 910 m an. Etwas unterhalb des dortigen Waldrandes stossen Birmensdorfer-schichten resp. Callovien des westlichen Theils an oberen Hauptrogenstein des östlichen Theils der Kette. Der obere Hauptrogenstein steigt nun wieder (in ungleicher Steilheit) nach Osten an, derart, dass der ganze Westabhang des Beretenkopfes von den oberen Lagen des oberen Hauptrogensteins gebildet wird, die kaum die Mächtigkeit von 25 m besitzen. Berechnet man nun noch die Mächtigkeit des obersten Braunen Jura, so kann die Sprunghöhe der Verwerfung nicht 150, sondern bloss etwa 60 m betragen.

In der Weissensteinkette bringt STEINMANN die Beretenverwerfung mit dem östlichen Theil der von ihm dort angenommenen Längsverwerfung in der Kette, resp. mit dem

Ostende der von mir nachgewiesenen Überschiebungsgrenze in Verbindung und sagt: „Da, wo die Verwerfung den nördlichen Malmschenkel durchschneidet, bringt sie denselben auf wenige Meter zum Verschwinden. Am Fusswege beim Hinterflühli trifft man zwischen der Molasse und dem steil fallenden Callovien nur wenige Meter Malmkalk, so dass hier ein Schichtcomplex von ca. 200 m Argovien, Sequan und Kimmeridge umfassend ausgefallen ist.“ Ich habe dort ganz andere Dinge gesehen: Oben bei D⁷ meiner Skizze liegt mächtiges, nordwärts übergekipptes Callovien fast horizontal resp. schwach nordöstlich geneigt, darunter eine ca. 10 cm dicke Lage von Birmensdorferschichten, dann ca. 1 m Mergel der Effingerschichten auf einer wie infolge von Überschiebung geglätteten Fläche von Sequan, die sich über 60 m weit und mit einigen Unterbrechungen noch weiter ostwärts leicht beobachten lässt. Das sogen. Flühli ist eben dieses ca. 7 m mächtige, schwach nordöstlich geneigte Sequanfelsband. Ca. 20 m tiefer und 30 m nördlicher ist unterhalb des mit Gestrüpp bewachsenen Abhanges schon aus grosser Distanz ein zweites Felsband erkennbar, das aus etwas steiler als der Abhang nordwärts geneigtem Kimmeridge besteht. Unter diesem erkennt man auf der Westseite deutlich auch höheres Kimmeridge an einer ca. 15 m hohen Felswand. Erst weiter unterhalb steht Molasse an.

STEINMANN lässt dann die Verwerfung vom Nordende des Önsingerroggens bis zur äusseren Klus verlaufen, ohne von der eben erwähnten Überschiebung, die besonders auch am Westende des Brentenhubels leicht erkennbar ist, Notiz zu nehmen, und ohne irgend einen Beweis gegen die augenscheinliche Überschiebung des Rogensteins des Önsingerroggens über den Malm und Rogenstein des Hesselberges anzuführen; denn die einzige von STEINMANN erwähnte Thatsache, dass der Hesselberg tiefer liegt als der Önsingerroggen, kann nicht ausschliesslich als ein Beweis für eine Verwerfung angesehen werden, sie spricht ebensowohl für eine Überschiebung.

Besonders auffällig ist nun, dass nach STEINMANN in der äusseren Klus die Verwerfung A—A mit einer anderen Verwerfung D—D nahezu unter einem rechten Winkel zusammen-

stossen soll, und dass diese Verwerfungen „sich gegenseitig aufheben“ sollen. Diese Verwerfung D—D wird hergeleitet aus einer angeblichen senkrechten Schleppung des Rogensteins entlang einer Strecke dieser Linie. In Wirklichkeit ist aber hier nirgends senkrecht oder überhaupt irgendwie geschleppter Rogenstein zu sehen. Damit ist auch der einzige von STEINMANN angeführte Grund für eine Verwerfung an dieser Stelle hinfällig.

Ebensowenig wie in der Önsinger Klus ist die Annahme zweier sich rechtwinklig treffender und sich gegenseitig aufhebender Brüche in der Mümliswiler Klus begründet. Ich will von den namhaft gemachten Factoren nur die Schleppung des Rogensteins am Nordwestende der Lobisei, B⁴ meiner Skizze, erwähnen, die auch in meinen Profilen genau angegeben ist. Nach STEINMANN soll dort „die Schleppung des Rogensteins 100 m und mehr senkrecht in die Tiefe fortsetzen“. Das ist unrichtig. Zwar zeigt der Rogenstein hier wie anderwärts fast senkrechte (nicht 100, sondern bloss 10—20 m hohe) Kluftwände. Allein solche Kluftwände kommen auch anderwärts, sogar bei horizontaler ungestörter Lagerung vor. Die fragliche Kluftwand braucht also nicht durch eine Verwerfung erklärt zu werden. Sie kann bei der Zerklüftung des Gesteins entstanden sein und ihr Blossliegen ist einfach späterer Erosion zuzuschreiben.

Die Schichten des unteren Hauptrogensteins dieses Complexes, wie auch die Basis desselben, stehen jedoch nicht senkrecht, sondern sind 30—40° südwärts geneigt. Das ist schon aus der Karte erkennbar. Unter den Rogenstein schiessen gequetschte Effingerschichten und aufgeschürfter Dogger ein. Das spricht für eine Überschiebung, nicht für eine Verwerfung. Ausserdem sieht man zwischen Spitzföhli und Kirchhölzli deutlich unteres Sequan unter die Stirn des hinübergeschobenen Rogensteins der Lobisei streichen. Und wenn auch die Behauptung STEINMANN'S, dass am Kirchhölzli, nördlich B⁴ meiner Skizze, auch Molasse hart an den flexurartig abbiegenden Rogenstein gedrängt liege, nicht richtig ist, indem die Entfernung der Molasse vom Rogenstein mindestens 60 m beträgt, so würde ein solches Zusammentreffen in Verbindung mit der vorhin erwähnten Schleppung mehr für eine Überschiebung als für eine Verwerfung sprechen.

Ich erwähne nur kurz, dass ich trotz der Zweifel STEINMANN's daran festhalte, dass die verrutschten Massen von Malm überall, wo ich es auf meiner älteren geotektonischen und gar der hier beigelegten Skizze angegeben habe, als Bergschlipfe zu deuten sind. Sie zeigen alle charakteristischen Eigenschaften derselben. Die Absturzgebiete sind überall leicht zu erkennen, die Massen liegen discordant und arg zerrüttet auf Molasse.

An STEINMANN's Darlegungen muss ich sodann das Fehlen aller Begründung seiner sogenannten Nebenverwerfungen beanstanden. Die Existenz solcher Verwerfungen wäre für die Lösung des ganzen Problems nicht nebensächlich, sondern sehr wichtig. Ich habe mich daher bemüht, selbst nach den Thatsachen zu forschen, die zur Annahme der STEINMANN'schen Verwerfungen Veranlassungen geben könnten, und habe gefunden, dass keine dieser Verwerfungen existirt. Das gilt speciell von der angeblichen westlichen Fortsetzung der Verwerfung südlich Breitenberg, einer Verwerfung südlich der Roggenfluh¹, und von einer Verwerfung quer durch die Klus, über Schmelze, die STEINMANN an gleicher Stelle einzeichnet, wo auf meiner Skizze die Grenze der Überschiebung angegeben ist.

Ebenso ergibt sich aus meiner Skizze, dass entgegen der Ausführung STEINMANN's die Mulde von Balsthal nicht im Gebiet der von ihm angegebenen Verwerfung, sondern erst weit westlich davon am breitesten ist. Zwischen den Curven von 670 m ist die Mulde bei Balsthal nur 2, vier km westlich der Klus $3\frac{1}{2}$ km breit. Es bestehen also zwischen dieser Breite und den angeblichen Verwerfungen nicht die von STEINMANN behaupteten Beziehungen. Wäre die grössere Breite die Folge einer durch diese Verwerfung bedingten Einsenkung, so müsste der Nordschenkel der Kette südlich der Einsenkung ebenfalls tiefer gelegen sein als dessen östliche und westliche Fortsetzung. Doch das gerade Gegentheil ist der Fall; der Nord-

¹ Dass auf der Ostseite der Önsingerklus im Dogger südlich des Sonnenwirbels eine Verwerfung, E—F, vorhanden ist, habe ich bereits auf Taf. VI Fig. 4 des Berichtes über die Excursion der Schweiz. geol. Ges. angedeutet. Ihre Fortsetzung verläuft jedoch nördlich der Roggenfluh und nicht südlich, wie STEINMANN angiebt.

schenkel steigt hier höher als anderwärts. Überdies sieht man keinen Unterschied im Streichen und Fallen der Nordflanke des Gewölbes im Übergang von dem auf dem Kärtchen von STEINMANN als eingebrochen ausgezeichneten zu dem nicht gebrochenen Theile der Antiklinale.

Damit glaube ich, die Unhaltbarkeit der vermeintlich neuen Angaben STEINMANN's hinreichend nachgewiesen zu haben; dieselben sind sämmtlich unrichtig. Die Versuche, die Erscheinungen der Klusen lediglich als ein Verwerfungsphänomen zu erklären, fallen dahin.

Unter Hinweis auf meine beige gedruckte tektonische Skizze der Klusen von Önsingen und Mümliswil stelle ich den Hypothesen STEINMANN's kurz folgende Thatsachen und Betrachtungen als positive Beweise für das Vorhandensein von Überschiebungen gegenüber.

1. Nachweis bedeutender Erosionen im Gebiete der Klusen und damit zugleich der früheren Bedeckung des tieferen Doggergewölbes durch den höheren, hinübergeschobenen Schichtencomplex.

Bei der Beurtheilung der Verhältnisse beider Klusen lässt STEINMANN völlig unberücksichtigt, dass die Ausdehnung des höheren Schichtencomplexes zur Zeit vor und während der Dislocation der heutigen Ausdehnung desselben nicht gleich gewesen sein kann. Man darf nicht nur, sondern man muss eine grössere Ausdehnung des höheren Schichtencomplexes zur Zeit der Dislocation annehmen. Ich zweifle nicht im Mindesten daran, dass der höhere Dogger der rechten Thalseite mit demjenigen der linken zusammengehangen habe, und dass dieselben erst allmählich später durch Erosion so weit getrennt worden sind, wie es heute der Fall ist. Auch STEINMANN scheint vorauszusetzen, dass der tiefere Dogger und die dazugehörigen aufliegenden Theile des Malmes der beiden Thalseiten ursprünglich ebenfalls einen zusammenhängenden Complex gebildet haben, dass also das Thälchen, das heute den linksseitigen vom rechtsseitigen Dogger des herabgesunkenen oder überschobenen Complexes trennt, erst erodirt worden sei, nachdem dieser Complex in die heutige Lage gelangt war. Nun stehen in der Mümliswiler Klus die Ränder des oberen Haupttrogensteins des tieferen Complexes

200 m, diejenigen des zugehörigen Sequans oben 600 m weit auseinander. In der Önsingerklus sind die entsprechenden Zahlen 600 und 1500 m. So gross ist also der Betrag der Horizontalerosion in den genannten Schichten des tieferen Theils der beiden Klusen. Derselbe ist also in der unteren, d. h. in der Önsinger Klus grösser als in der oberen, der Mümliswiler Klus. Das stimmt mit der Erfahrung, dass die Erosion im unteren Theil eines Thales beträchtlicher zu sein pflegt als im oberen.

Die Erfahrung lehrt ferner, dass die höher liegenden Gehänge immer bedeutend mehr erodirt sind, als die im gleichen Profil tiefer gelegenen. Daher ist die Molasse und der Malm im Scheitel der Farisbergkette beiderseits der Mümliswiler Klus und im Scheitel der Weissensteinkette westlich der Önsinger Klus ganz, östlich dieser Klus grösstentheils erodirt. Es kann daher nicht auffallen, sondern es ist ein Beweis für die Annahme der Gestaltung der Abhänge durch Erosion, dass der höhere Doggercomplex in beiden Klusen viel weiter erodirt ist als der tiefere, nämlich im Maximum in der Mümliswiler Klus, B²—B⁴, 1500, in der Önsinger Klus, D⁴—D⁶, 2500 m. Diesen Fehlbetrag in der heutigen Ausdehnung des höheren Doggercomplexes darf man also nicht mit STEINMANN dem Umstande zuschreiben, dass das im höheren Dogger fehlende Stück abgesunken und im tieferen Doggercomplex zu suchen sei. Eine solche Annahme würde sofort auch die nach sich ziehen, es habe seit der Zeit der Entstehung der fraglichen Lagerungsstörung im oberen Schichtencomplex gar keine Erosion stattgefunden, während doch im tieferen Complex eine Erosion im obigen Betrage zugegeben wird. Das im höheren Complex fehlende Stück ist also erst infolge der seitherigen Erosion verschwunden, es war zur Zeit der Aufstauung der Kette noch vorhanden, und hat damals denjenigen Theil des tieferen Doggers, der heute in den Klusen blossliegt, bedeckt. Die Fortsetzung dieses sichtbaren Theils des tieferen Doggers streicht unter den noch nicht erodirten Theil des höheren Doggers fort. Wollte man aber auch für den höheren Complex bloss eine gleich intensive Erosion, wie für den tieferen voraussetzen — so wenig logisch das wäre —, so bliebe dennoch eine zur Zeit der Dislocation grössere Ausbreitung des höheren Complexes als heute, und damit wäre eine wenigstens theil-

weise Bedeckung des tieferen anerkannt, nämlich um eben den Betrag der für diesen letzteren angenommenen Erosion. Sobald aber auch nur eine theilweise Bedeckung eingeräumt ist, und sie muss wegen des unmittelbaren Contactes der Componenten auch bei minimalster Erosion eingeräumt werden, ist die Absenkung des tieferen vom höheren Complexe durch eine Verwerfung ausgeschlossen.

Zu den gleichen Schlüssen führt eine andere Betrachtung. Auf der Ostseite der Önsinger Klus ragt von der Stelle aus, wo die nördlichen Schichtenköpfe des höheren Doggers an die Schichtenköpfe des mittleren Malms des Nordschenkels der Kette stossen, D⁶, ein mächtiges Felsband von Sequan, den Kluserroggen bildend, mindestens 600 m westwärts gegen die Klus bis R vor. Das Felsband wird von dem obersten Theil des Malms des Nordschenkels der Kette gebildet, der im Übrigen ca. 30—40° nordwärts geneigt, hier aber in scharfer Knickung fast senkrecht gestellt, ja zum Theil nordwärts umgekippt ist. Welche Kraft hat diese plötzliche Aufbiegung der Schichten bewirkt? STEIMANN wird eine Schleppung bei einer Absenkung dieses Schichtenkomplexes in Anspruch nehmen. Schon die ungestörte Lagerung des darunter liegenden Malms schliesst aber die Annahme einer solchen Absenkung aus. Sei dem aber wie ihm wolle, eine Schleppung war nur möglich, wenn südlich der supponirten Verwerfung, deren Nordflügel nach STEINMANN gesunken sein soll, ein Widerstand gegenüber dem Sequankalk vorhanden war. Allein ein solcher fehlt heute. Der verschwundene Widerstand kann nur in einer früheren Fortsetzung der Felsmassen des südlichen höheren Complexes von D⁶—R nach Westen vorausgesetzt werden, d. h. das Doggergewölbe des Önsingerroggens hat sich einst bis zu der senkrechten Felswand des Kluserroggens ihrer ganzen Länge nach erstreckt; das ist etwa 750 m weiter westwärts als heute. Ist das aber der Fall gewesen, dann hat derselbe, also der höhere Complex unbedingt den unteren Malm und den Dogger des tieferen Complexes ebensoweit überdeckt.

Es lässt sich nun beweisen, dass es sich bei der Aufrichtung dieser Sequanschichten um einen ganz anderen Vorgang als um eine Schleppung handelt. Es muss eine Masse,

die jetzt nicht mehr vorhanden ist, einen Druck von Süden her vermittelt haben. Denn die aufgerichteten Schichten sind oben sogar nordwärts umgebogen, ja, ihr oberer Theil ist ausserdem abgesehen und mindestens 500 m weit nach Norden verschoben. Wie anders wäre es sonst zu erklären, dass, was STEINMANN nicht bemerkt zu haben scheint, der nördliche Rücken des Kluserroggens aus denselben Schichten, des oberen Sequans besteht, wie der südliche Rücken und dass sogar am Südfuss des nördlichen Rückens im Hochthälchen zwischen beiden Rücken unteres Sequan liegt, also dieselben Schichten, die sowohl am südlichen, wie am westlichen Felsband des Kluserroggens ca. 70 m tiefer liegen?

Mit einer Überschiebung stimmt ferner die Thatsache, die STEINMANN offenbar ebenfalls entgangen ist, dass das obere Sequan der nördlichen Kante des Kluserroggens über oberes Kimmeridge, das die Decke des normal liegenden Nordschenkels der Kette im östlichen Theil der Klus bildet, discordant aufliegt. Die Stelle, wo diese Auflagerung ziemlich leicht erkannt werden kann, liegt am Nordende einer schräg nordwärts aufsteigenden Kluft, die durch den obersten Theil des Westendes der südlichen Kante des Kluserroggens und vom Niveau des Thälchens zwischen den beiden Kanten aus etwa 30 m unter dem Grat des nördlichen Rückens, etwas südlich der Verwerfung H meiner Skizze, durchzieht.

Die Felsschichten in der Basis des östlichen Endes des Felsbandes des südlichen Kluserroggens sind nicht aufgestaut und ragen bei M ca. 50 m weiter als das übrige aufgestaute Sequan südwärts vor, derart, dass sie noch unter den Nordrand des höheren Doggercomplexes zu dringen scheinen. Daraus geht hervor, dass die Masse, welche die Aufstauung des übrigen Felsbandes bewirkt hat, in einem Niveau nordwärts verschoben worden ist, das wenigstens an dieser Stelle höher lag, als dieser nach Süden vorspringende Sporn. Ähnliche Verhältnisse wie auf der Ostseite scheinen auf der Westseite der Klus zu bestehen. Den Stellen M und Q der Ostseite entsprechen L und P der Westseite.

Auf die Frage, ob die Überschiebung in den Klusen durch eine Faltenverwerfung (nach GREPPIN) oder durch eine Verschiebung längs einem nordwärts ansteigenden schiefen Bruch-

riss (nach ROTPLETZ) bedingt sei, soll hier nicht eingetreten werden, da es sich jetzt nur um die Darstellung STEINMANN'S handelt. Da ich jedoch früher die Ansicht ausgesprochen habe, es sei der Überschiebung eine Erosion derjenigen Schichten vorausgegangen, die ursprünglich über dem Scheitel des tieferen Doggergewölbes vorhanden gewesen sind, so will ich hier nicht unterlassen, bestätigend zu betonen, dass wirklich zu beiden Seiten der Klusen der Dogger (wenigstens im südlichen Theil des tieferen, überschobenen, gewölbeartig gestalteten Complexes) das höchste Glied ist. Die ursprünglich darauf gelegenen Formationen der Molasse und des Malms können nicht in der Molasse und dem Malm gesucht werden, die auf dem hinübergeschobenen Complex liegen oder gelegen haben. Sie müssen also erodirt worden sein.

2. Vergleichung der früheren und der jetzigen horizontalen Ausdehnung der Schichtencomplexe im Gebiete der überschobenen Gewölbe mit derjenigen in den normalen Theilen der Kette.

Indem STEINMANN die Verhältnisse der Klusen durch blosse senkrechte Verwerfungen zu erklären versucht, nimmt er keine Rücksicht darauf, dass die Gesteinsschichten, die jetzt die Ketten des Jura bilden, wenigstens je in den benachbarten Theilen einer und derselben Kette in der Richtung quer zu den Ketten ursprünglich dieselbe horizontale Ausdehnung besessen haben. Die Deutung der Sachlage muss auch die heutige Ausdehnung der Schichten in dem Falle erklären, dass man sich dieselben horizontal ausgebreitet denkt. Nun ist das in Frage stehende gestörte Gebiet in der Mümliswiler Klus auf der Westseite vom Doggergewölbe des Breitenberges, auf der Ostseite vom Gewölbe des Beretenkopfes begrenzt. Die Scheitel dieser beiden Gewölbe liegen etwa 1100 m ü. M., während der Scheitel des tieferen Doggergewölbes 560 bzw. 580 m hoch liegt. Dementsprechend ist der Radius des letzteren Gewölbes um ca. 500 m und also auch der Umfang des Gewölbes sehr erheblich kürzer als der Scheitel des normalen Doggergewölbes. Wenn nun nach STEINMANN eine wesentliche Erosion des Doggers in den Klusen nicht stattgefunden haben soll, so bleibt zur Erklärung der Differenz der Ausdehnung der beiden Doggergewölbe nur die

Annahme übrig, der Fehlbetrag des tieferen Doggers sei bloss scheinbar, ein Stück Dogger von diesem Betrag sei unter dem höheren Dogger infolge von Überschiebung verdeckt.

In gleicher Weise muss die Differenz in der Oberflächenausdehnung des tieferen und des höheren Doggers in der Önsinger Klus erklärt werden.

3. Beziehung der Klusen zu den Überschiebungen in der Farisberg- und der Weissensteinkette.

Es ist noch nicht so lange her, dass man alle Ketten des Jura für einfache normale Gewölbe ansah. Die Profile auch in den gestörtesten Gebieten wurden von THURMANN, GRESSLY und noch von C. MÖSCH fast ausschliesslich als Falten gezeichnet. Alle Tunnelbauten und Tiefbohrungen im Grenzgebiet zwischen dem Ketten- und Tafeljura haben jedoch ganz bedeutende Überschiebungen der nördlichsten Kette über den Südrand des Tafeljura erkennen lassen. A. MÜLLER hat viele Überschiebungen aus dem Basler Jura beschrieben, aber keinen Glauben gefunden, weil seine Darlegungen nicht zu den herrschenden Ansichten stimmten. Ich habe MÜLLER'S Beobachtungen meist bestätigen können und indem ich sie ergänzte, nachgewiesen, dass diese Überschiebungen bis 5, ja local sogar bis 10 km betragen. In den Ketten selbst hat man früher keine Überschiebungen gekannt. Ich erinnere mich noch wohl der Widersprüche, die meine ersten Mittheilungen über solche und über die zahlreichen Verwerfungen im Tafeljura bei den Fachgenossen gefunden haben. Seither haben die Untersuchungen Anderer nicht nur meine Angaben bestätigt, sondern dieselben durch den Nachweis noch zahlreicherer Verwerfungen ergänzt. In meiner geotektonischen Skizze der nordwestlichen Schweiz habe ich in den Ketten nur da Überschiebungen eingezeichnet, wo sie mir damals sicher bekannt waren. Inzwischen habe ich meine Untersuchungen fortgesetzt und mich überzeugt, dass Überschiebungen auch im Kettenjura, wenigstens östlich der Linie Solothurn—Liesberg bis zum Ostende des Jura in der Lägernkette, nicht etwa, wie man früher glaubte, Ausnahmen, sondern Regel sind. So sehr früher die Erscheinung auffallen mochte,

kann es uns jetzt nicht mehr überraschen, dass die beiden Querschnitte durch die Ketten, als die wir die fraglichen Klusen bezeichnen können, das Bild von Überschiebungen darbieten.

Wie alle Ketten dieses Theils des Jura, so haben auch die Farisberg- und Weissensteinkette einen einseitigen Bau. Der Südschenkel dominirt und erscheint in der Regel über den steileren Nordschenkel verschoben. In beiden Ketten lassen sich diese Überschiebungen weit nach W. und O. verfolgen. Ihre Erscheinung wechselt freilich von Strecke zu Strecke theils infolge ursprünglicher Verschiedenheit, theils infolge der seitherigen Erosionen.

In der Farisbergkette zieht sich eine Überschiebung von der Klus von Court durch den Graitery zu der Klus von Gänsbrunnen. Auf der Westseite dieser Klus besteht eine eigenthümliche Lagerungsstörung, indem der Malm des Nordschenkels der Kette im Vergleiche zu seiner östlichen Fortsetzung um ca. 1500 m gegen NW. verschoben ist. Östlich Gänsbrunnen scheint die Kette ein normales Gewölbe zu bilden. Allein wo der aus Malm bestehende Scheitel erodirt ist, etwa vom Harzberg über Probstberg und Sangetel ist der Bau der Kette typisch einseitig und zeigt Störungen durch Überschiebungen. Sogar der Südschenkel des Malms erscheint hier von einer analogen Störung betroffen. Im Breitenberg scheint das Gewölbe wieder normal zu sein. Der Scheitel dieses Gewölbes ist auf der Ostseite fast plötzlich durch eine Verwerfung, C^1-C^2 , quer zur Kette, etwas westlich der Schlucht südlich Schinboden abgebrochen; die östliche Fortsetzung bei B^1 liegt etwa 280 m tiefer und zieht sich unter dem von der Verwerfung nicht betroffenen Südschenkel, dessen Stirn nördlich Oberberghof direct an die Schichtköpfe des steil aufgerichteten Nordschenkels stösst, hindurch, ostwärts sich senkend zur Klus, wo er infolge der Erosion des darüber hingeschobenen Complexes zu Tage tritt. Seine östliche Fortsetzung ist in der Lobisei durch den Dogger des höheren Südschenkels wieder überdeckt. Aber schon im „Graben“, südöstlich B^5 , ca. 1 km östlich der Klus erkennt man einen Übergang in ein wenigstens scheinbar normales Gewölbe, das östlich der Beretenverwerfung A^1-A^2 zum Beretenberg ansteigt.

Dessen Scheitel ist von der Wannenfuh bei Langenbruck an bis zum Ende der Kette bis auf den Keuper erodirt. Von Fasiswald an bis zum Ende der Kette bei Erlisbach lassen sich dann wieder an mehreren Stellen Überschiebungen nachweisen, so dass man annehmen muss, es handle sich nicht bloss um kleine locale Erscheinungen.

In der Weissensteinkette, in welcher die Önsinger Klus liegt, durchschneidet die Lagerungsstörung D^1 — D^6 die Kette unter einem sehr spitzen Winkel von SW. nach NO., und ist auf eine Strecke von mindestens 18 km nachweisbar. Die erste Andeutung der Lagerungsstörung zeigt sich im W. in der bekannten Verwerfung nördlich der Einsiedelei bei Solothurn. Diese Verwerfung lässt sich ca. 2 km weit in nordöstlicher Richtung verfolgen. Sie ist vom Lirenrain bis in die Nähe von Günsberg auf eine Strecke von ca. 4 km scheinbar unterbrochen, in Wirklichkeit wohl nur durch diluviale Ablagerungen verdeckt. Von Günsberg weg verläuft sie auf eine Strecke von ca. 10 km in ost-nordöstlicher Richtung über Farnern, Wolfsberg, Schwengimatt zur Önsinger Klus, indem sie zugleich immer deutlicher als Überschiebung sich zu erkennen giebt. Auf eine Überschiebung in diesem Theil der Kette deutet wohl schon die Überschiebungsklippe nordwestlich Günsberg, die ich bereits in meiner geotektonischen Skizze der nordwestlichen Schweiz angemerkt habe. Dieselbe liegt auf dem Nordschenkel der Kette und besteht grösstentheils aus Keuper, dessen Glieder, Dolomit, bunte Mergel und Gyps von S. nach N., also in derselben Reihenfolge angeordnet sind wie im Südschenkel. Die Schichten der Klippe müssen daher durch eine von S. nach N. vordringende Masse vom Südschenkel abgescheert und nordwärts verschoben worden sein.

Westlich Wolfsberg resp. Walden liegt am Südfuss der Kette das Material eines riesigen Bergsturzes SS, des grössten im Jura, in einer Längenausdehnung von ca. 6 km und einer Höhe von ca. 120 m. Dieses typische grosse Bergsturzmaterial muss früher in der Fortsetzung der Schichtenköpfe der jetzt noch in der Kette anstehenden Schichten, also bei D^1 , D^2 , D^3 gelegen haben. Westlich der Randfuh besteht die Masse des Bergsturzes sowohl aus Theilen der hinüber-

geschobenen höheren, als der überschobenen tieferen Complexe. östlich der Randfluh dagegen nur aus Trümmern des hinübergeschobenen südlichen Complexes der Kette. Die abgerutschten Complexe haben also früher unzweifelhaft den Dogger des Südschenkels des tieferen Theils der Kette bedeckt.

Der Ausserberg südlich Schwengimatt, westlich der Önsinger Klus, ist der nicht abgerutschte, durch senkrechte Komplexe von Malm gestützte, in der hinübergeschobenen Lage erhalten gebliebene Theil der Überschiebungsmasse, unter den das tiefere Doggergewölbe der Randfluh von Westen her einschliesst. Vor der Stirn dieses von Süd nach Nord hinübergeschobenen Complexes sieht man auf der ganzen Länge Fetzen O von oberem Dogger und unterem Malm in so charakteristisch gefalteter Lagerung, dass man dieselbe nicht etwa auf eine Schlepplage durch Verwerfung zurückführen, sondern nur als Folge einer Aufschürfung anlässlich einer Überschiebung deuten kann.

Auf der Ostseite der Önsinger Klus ist die Überschiebung D^6 — D^8 noch $2\frac{1}{2}$ km weit deutlich erkennbar, geht dann in ein nordwärts übergekipptes, dann in ein scheinbar mehr und mehr normal werdendes Gewölbe über, dessen Nordschenkel immerhin sehr viel steiler ist als der Südschenkel, und in dem immer noch Verwerfungen als Fortsetzung der westlichen Lagerungsstörung vorkommen. Dieser Übergang ist schon in der Önsinger Klus dadurch angedeutet, dass der mittlere und der obere Haupttrogenstein des Südschenkels des tieferen überschobenen Doggergewölbes, die auf der Westseite noch unter die Thalsole hinabgehen, auf der Ostseite die Thalsole nicht mehr erreichen. Die ganze Weissensteinkette endet nördlich Hägendorf; sie legt sich an die zunächst nördlich gelegene Farisbergkette an und geht in diese über. Gleichzeitig tritt im Südschenkel der Farisbergkette eine die Kette von SW. nach NO. schief schneidende Verwerfung bezw. Blattverschiebung auf, die vielleicht die Fortsetzung der Überschiebungslinie der Weissensteinkette ist.

Sowohl im Nordschenkel als im Südschenkel der Kette sind kleinere Verwerfungen erkennbar, deren Erstreckung und Verlauf wegen der Bedeckung des Bodens mit Vegetation und Gesteinstrümmern schwer oder gar nicht ermittelt werden

kann. Ich habe einzelne derselben (G, H, J, K) östlich der Önsinger Klus in der tektonischen Skizze der Klusen angegeben.

4. Beziehungen der beiden Klusen zu einander und zu den nördlich gelegenen Senkungsgebieten.

Die einzelnen Theile eines tektonischen Ganzen sind in der Regel (zuweilen sehr) ungleich gehoben oder gesenkt. Das gilt im Jura nicht nur in der Richtung quer zum Gebirge, in welcher Gewölbe und Täler miteinander abwechseln, sondern auch in der Längsrichtung. Es giebt im Jura wohl keine Kette, die auf eine erhebliche Strecke in gerader Richtung streicht, oder einen horizontalen Scheitel besitzt. Das ist auch in der Farisberg- und in der Weissensteinkette nicht der Fall. Die Erscheinung ist wohl hauptsächlich eine Folge der Ungleichheit der Widerstände bei der Aufstauung in den Ketten selbst. Bei der Erklärung der gegenwärtigen Zustände muss berücksichtigt werden, dass vor der Faltung des Gebirges die Verhältnisse ganz andere gewesen sind als heute und dass jene Widerstände infolge des Fortschrittes der Erosion immerfort gewechselt haben.

Treffen in zwei benachbarten Ketten zwei Erscheinungen, zwei Einsenkungen, zusammen, so ist man nicht ohne weiteres berechtigt, dieses Zusammentreffen als die Folge einer und derselben Ursache, im vorliegenden Falle fernliegender Lagerungsstörungen, zu bezeichnen. In den Klusen ist, abgesehen von den bereits erwähnten Gründen, bei Erwägung solcher Beziehungen um so mehr Vorsicht geboten, weil die Richtungen der zwei Klusen von einander so unabhängig sind, als es unter der Bedingung, dass sie die Ketten durchqueren, möglich ist, denn das Nordende der Önsinger Klus liegt fast 2 km westlicher als das Südende der Mümliswiler Klus, sie verläuft von SO. nach NW., die Mümliswiler Klus hingegen nahezu von S. nach N.

Mit diesen Worten will ich eine gegenseitige Beziehung der beiden Klusen nicht bestreiten, sondern nur sagen, schon der blosse Umstand, dass sie nicht sehr weit auseinanderliegen, berechtige nicht von vornherein, eine solche Beziehung anzunehmen. Jedenfalls ist diese Beziehung aber nicht derart, wie sie STEINMANN dargestellt hat. Die Übereinstimmung besteht darin, dass die Scheitel der überschobenen tieferen

Complexe von W. her allmählich gegen die Klusen sinken und ostwärts von da verhältnissmässig rasch ansteigend mit dem hinübergeschobenen Complex sich wieder zu einem relativ ungestörten Gewölbe vereinigen, dass also die Klusen da liegen, wo die Scheitel des tieferen Complexes am tiefsten sind. In der Farisbergkette wird das Klusengebiet östlich und westlich durch bedeutende, die Kette schief durchsetzende Verwerfungen ziemlich scharf begrenzt; in der Weissensteinkette hingegen sinkt der Scheitel des überschobenen Complexes von Westen her allmählich gegen die Klus und spielen die Verwerfungen auf der Ostseite in der Orographie der Gegend eine geringfügige Rolle. Das Gebiet der Önsinger Klus zeigt daher keine, resp. nur eine durch die Erosion (die natürlich in der Nähe der Klusen bedeutender war, als in den davon entfernten Theilen der Kette) bewirkte Depression. Die Kette sinkt als Ganzes von W. nach O. und steigt wenigstens zunächst östlich der Klus nicht mehr oder nur unwesentlich local.

Es ist ganz naturgemäss, dass die Klusen da gebildet worden sind, wo die Scheitel der betreffenden Ketten am tiefsten lagen, weil hier die von den dahinterliegenden höheren Gebieten der Passwangkette zufließenden Gewässer von Anfang an abfließen und die Stellen B², B³, B⁴, sowie D⁴, D⁵, D⁶ meiner Skizze erodiren konnten. Bei der weiteren Aufstauung wurden diese Stellen immer mehr vertieft und die Klusen entwickelt. Die Verbindung der Sohlen der beiden Klusen zu einem Thalweg ist in letzter Linie die Folge der Übereinstimmung des Fortschrittes der Erosion in beiden und hat also insofern nicht mehr zu bedeuten, als die gegenseitige Beziehung von einander ganz unabhängiger Klusen irgend eines anderen Gewässers, z. B. der Birs oder der Aare, von ihrem Ursprung bis zur Mündung.

Die Flexur, welche die eingesunkene Scholle der ober-rheinischen Tiefebene im Osten begrenzt, geht, wie ich schon früher nachgewiesen habe, an ihrem Süden rasch nach W. umbiegend in die Blauen- und Flühenkette über. Damit ist dieses Senkungsgebiet gegen den Jura genau begrenzt. Einflüsse desselben auf die Gestaltung des Kettenjura anderer Art als diejenigen, die ich im Bericht über die Excursion der

Schweiz. geol. Ges. 1892 geschildert habe, sind bisher trotz der wiederholten gegentheiligen Darlegungen STEINMANN'S durch Thatsachen nicht erwiesen worden. Im gleichen Bericht habe ich die Beziehungen des Kettenjura zum Senkungsgebiet des Dinkelberges und zum Schwarzwald geschildert und die Beziehungen der Verwerfungen im Basler Tafeljura zum Vorsprung des Schwarzwaldes bei Säckingen zum ersten Mal nachgewiesen und übersichtlich zusammengestellt. Inwiefern auch die Verwerfungen im Kettenjura und speciell diejenigen im Gebiet der Klusen zu den Verwerfungen im Basler Tafeljura und damit auch zu Verwerfungen zwischen dem Schwarzwald und dem Dinkelberg (die STEINMANN unter dem eigenthümlichen Namen „Rheinthalspalten“ zu verstehen scheint) in Beziehung stehen, werde ich an der Hand der Thatsachen, die sich bei der genauen, nahezu abgeschlossenen Aufnahme der dazwischenliegenden Gebiete ergeben haben, im Texte zu den betreffenden geologischen Karten auseinandersetzen.

Zum Schlusse noch folgende Bemerkung: STEINMANN wirft den Theilnehmern an den Eingangs erwähnten, von mir geleiteten Excursionen vor, sie hätten sich von mir eine unrichtige Auffassung der tektonischen Verhältnisse der Klusen suggeriren lassen. Die Theilnehmer werden sich erinnern, dass mehrere von ihnen beim ersten Betreten der Klusen ähnliche Ansichten geäußert haben, wie sie nun STEINMANN in seiner Abhandlung vorgetragen hat und dass sie diese Ansichten erst aufgaben, nachdem ihnen der Thatbestand vollständiger bekannt gemacht worden war. Diese Herren werden ihre Zustimmung zu meiner Auffassung wohl nicht bereuen.

Ich unterlasse es, hier ähnliche Consequenzen zu ziehen, wie STEINMANN am Schlusse seiner Abhandlung; zu seiner Prophezeiung in Bezug auf das Schicksal der neuen Lehren über die Tektonik der Alpen können die Erfunde STEINMANN'S in den Klusen der Jura keine Veranlassung geben.
