

FÜR MINERALOGIE, GEOLOGIE UND PALAEONTOLOGIE.

1902.

S. 481—488.

Zur Tektonik des nordschweizerischen Kettenjura.

Von

G. Steinmann.

Mit einer tektonischen Kartenskizze.

Stuttgart.

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

1902.

Zur Tektonik des nordschweizerischen Kettenjura.

Von G. Steinmann.

Mit einer tektonischen Kartenskizze.

Zu den auffallendsten Lagerungsverhältnissen, welche durch die Forschungen des letzten Jahrzehnts in den Juraketten südlich der Mont Terrible-Linie ermittelt worden sind, gehören die »Ueberschiebungen« in den beiden Klusen von Oensingen und Mümsliswil sowie die »Ueberschiebungsklippen« des Kellenköppli und ihre Fortsetzung bis zur Neubrunnfluh südlich Waldenburg. Sie sind durch F. MÜHLBERG, durch GREPPIN und z. Th. durch ROLLIER untersucht und gedeutet worden; die schweizerische geologische Gesellschaft und die Excursion des internationalen Congresses haben sie besichtigt, ROTHPLETZ hat in seinen »Geotektonischen Problemen« diese merkwürdigen Stellen ausführlich behandelt und sie sind auch in die Profilsérie übernommen worden, welche C. SCHMIDT zusammengestellt und MINOT in Genf in den Handel gebracht hat.

Was an diesen Ueberschiebungen auffallend erscheint, ist der Umstand, dass sie nicht, wie die von MERIAN und A. MÜLLER zuerst erkannten und neuerdings durch F. MÜHLBERG in zahlreichen Profilen zur Darstellung gebrachten Ueberschiebungen an der Grenze von Ketten- und Tafeljura in die tektonisch ausgezeichnete Mont Terrible-Kette fallen, sondern dass sie in den S. davon gelegenen, normalen Ketten, in der Passwang-, Graiter- und Weissenstein-Kette, auftreten, wo die sonst recht einfachen Lagerungsverhältnisse derartig intensive und dabei z. Th. nur wenige Kilometer anhaltende »Ueberschiebungen« ganz unmotiviert und unerklärlich erscheinen lassen. Daraus erklärt es sich auch, dass trotz der wesentlichen Uebereinstimmung von MÜHLBERG, GREPPIN und ROTHPLETZ in Bezug auf die thatsächlichen Verhältnisse, die Deutungen derselben weit auseinander gehen. MÜHLBERG sah sich genöthigt zur Erklärung der Klusen-Ueberschiebungen auf tief eingeschnittene Antiklinalthäler zurückzugreifen, die vor der Ueberschiebung existirt hätten

und die glatte Ueberschiebung des Südschenkels über den Nordschenkel ein und derselben Falte ermöglicht hätten. GREPPIN glaubte dagegen, eine Faltenverwerfung annehmen zu müssen und behauptet, mehrfach Reste des verdrückten Mittelschenkels gefunden zu haben. ROTHPLETZ denkt an flach S. einfallende Bruchrisse, auf welchen, durch fortgesetzten Seitendruck in der Tiefe, die Ueberschiebung sich vollzogen haben soll. Wie sehr die Erklärungen des Vorganges aber auch von einander abweichen, das Vorhandensein echter Ueberschiebungen oder Ueberfaltungen wird von allen drei Autoren in übereinstimmender Weise angenommen und ebenso haben sich die Theilnehmer an den Excursionen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft und des internationalen Congresses von der Richtigkeit der dortigen Ueberschiebungen überzeugt.

Ich selbst habe früher diese nach unseren heutigen Vorstellungen wirklich »anormalen Lagerungsverhältnisse« nur einmal flüchtig auf einer Durchquerung des Jura von Reigoldswil nach Oensingen kennen gelernt, wobei ich mich der Erklärung meines damaligen Assistenten, Dr. MAX MÜHLBERG, zu erfreuen hatte. Aber zu einem klaren Begreifen der Verhältnisse gelangte ich nicht, nur zu der Ueberzeugung, dass die Gegend noch weitere Durchforschung benöthigt.

Als ich im Juli des verflossenen Jahres auf einer Durchquerung des Jura wieder in die Gegend der Klusen kam und meinen Studenten die abweichenden Lagerungsverhältnisse nach den reichlich in der Literatur vorliegenden Angaben und Profilen zeigen wollte, begegnete mir das Missgeschick, dass ich beim Anblick der Mümliswiler Klus in der Wiedergabe meiner eingelernten Weisheit plötzlich verstummen und meinen Begleitern erklären musste, dass ich in den dortigen Lagerungsverhältnissen überhaupt keine Ueberschiebungen, sondern nur Einbrüche in der Kette erblicken könne. Was meine Aufmerksamkeit vor Allem erregte, war der Umstand, dass an der Stelle, wo nach der herrschenden Auffassung der Rogenstein des Dogger über den Sequankalk geschoben sein soll, NO. der Fabrik in der Mümliswiler Klus, eine unverkennbare, etwa 100 m senkrecht in die Tiefe setzende Schleppung des Rogensteins zu sehen ist, die sich ebenso wenig mit einer Ueberschiebung wie mit einer Ueberfaltung, sondern nur mit einer normalen Verwerfung in Einklang bringen lässt. Da nun auch andere Erscheinungen in der Mümliswiler Klus nur für das Vorhandensein von Verwerfungen zu sprechen schienen und die Durchquerung der Oensinger Klus mir ein ganz analoges Bild lieferte, so beschloss ich, die nächste Gelegenheit zu ergreifen, um die Lagerungsverhältnisse in dieser Gegend zu studiren, wozu um so mehr Veranlassung vorlag, als von dem Auftreten grösserer Verwerfungen in diesen Theilen des Kettenjuras bisher so gut wie nichts verlautet hat.

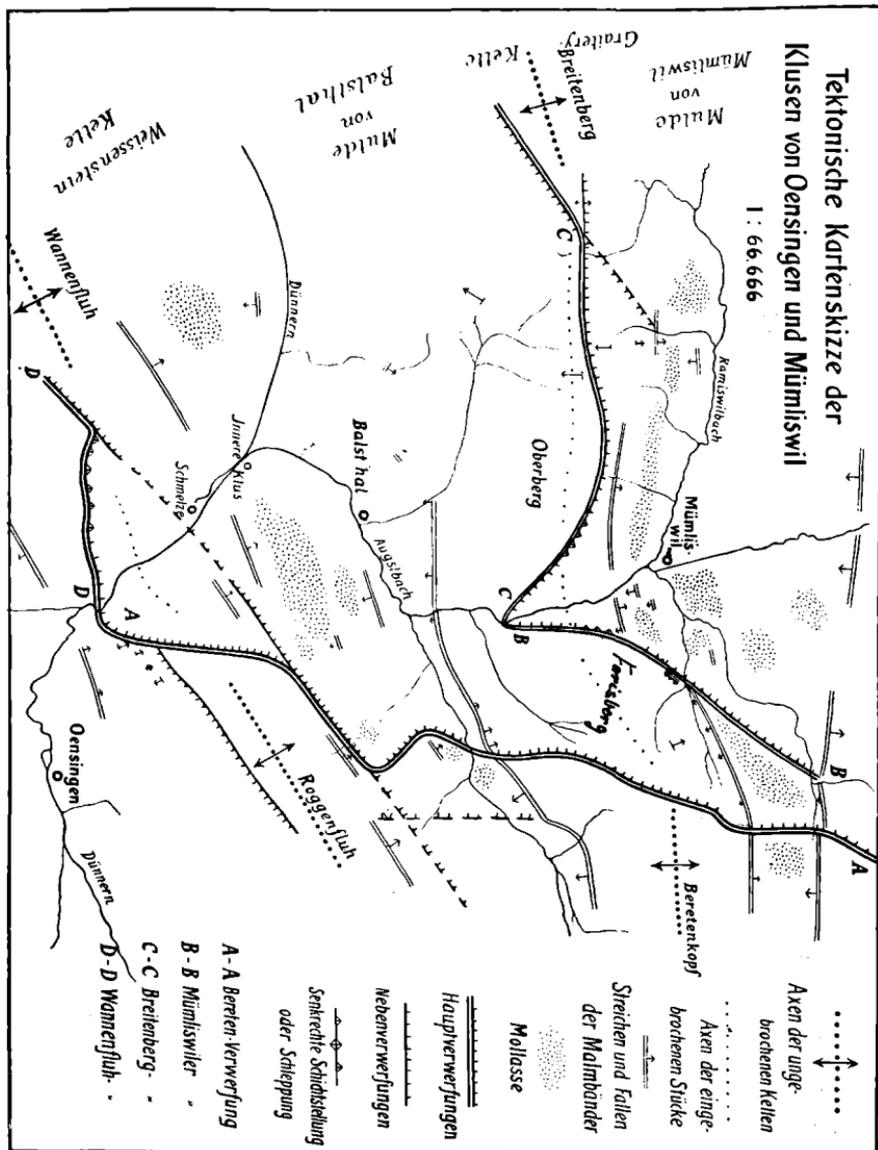
Zur genaueren Feststellung derjenigen Bruchlinien, welche die Lagerungsverhältnisse in den Klusen veranlasst haben, habe ich in diesem Frühjahr, zeitweise in Begleitung der Herren v. BISTRAM, HOEK¹ und SCHILLER, die mich bei meinen Aufnahmen unterstützten, das fragliche Gebiet kartirt und bin dabei zu folgenden Ergebnissen in Bezug auf die Verhältnisse der beiden Klusen gelangt.

Die Region der »Klus-Ueberschiebung« von Mümliswil, mit der wir unsere Betrachtungen am besten beginnen (siehe Kartenskizze S. 484), wird in O. und W. von normal gebauten Gewölben der Graitery-Kette begrenzt; das tektonisch abnorm gebaute Stück der Kette zwischen den Doggergewölben des Breitenbergs im W. und des Beretenbergs im O. besitzt eine Länge von ca. 6 km. Wenn wir uns die beiden Enden durch ein normal gebautes Verbindungsstück vereinigt denken, so würde dieses eine schwache Convex-Krümmung gegen N. besitzen müssen, da das Breitenberg-Gewölbe etwa 70°, das Beretengewölbe etwa 80° streicht. Ueberblicken wir von N. her, z. B. vom Passwang oder vom waldfreien Westende des Helfenberg aus, die Kette, so bietet sich unserm Auge gerade das Gegentheil dar von dem, was wir erwarten sollten: an Stelle eines in Folge der — allgemein angenommenen — Ueberschiebung oder Ueberfaltung erhöhten Zwischenstücks sehen wir eine auffällige grabenartige Depression dieses Stückes und in der Mitte desselben den Einschnitt der Klus. Es handelt sich nicht etwa nur um eine allmähliche, rein orographische Erniedrigung der Kette, sondern um eine tektonische Senkung, denn der gleiche Horizont des Hauptrogensteins, der die Höhen der normal gebauten Gewölbestücke zusammensetzt, bildet auch die Unterlage der um 200 m tiefer gelegenen Plateaus des Farisbergs und des Oberbergs, in welche der Rogenstein der Klus fast 200 m eingesenkt ist.

Die tektonischen Verhältnisse liegen nun folgendermaassen: An der O.-Seite des Beretenberges ist das Vorhandensein einer Querwerfung evident. Sie ist hier auch schon früher von E. GBEPIN beobachtet und in der »Geotektonischen Skizze der nordwestlichen Schweiz« von MÜHLBERG angedeutet worden, freilich nur auf eine ganz kurze Strecke und mit nordöstlicher Richtung. In Wirklichkeit liegt hier eine sehr bedeutende Bruchlinie vor, welche durchschnittlich NNO.—SSW. streicht, die sich durch den Südflügel der Passwangkette sowie durch die ganze Graitery- und Weissenstein-Kette verfolgen lässt und deren abgesenkter Flügel im W. gelegen ist. Ich nenne sie Bereten-Verwerfung (A-A unserer Skizze). Ich konnte sie von der grossen Passwang-Längsspalte durch den Südflügel dieser Kette (Helfenberg) verfolgen. Hier tritt sie besonders deutlich am W.-Ende der Callovien-Oxford-Combe von Helfenbergmatt (im S. von A. unserer Skizze) hervor, da das Westende dieses

¹ Herrn HOEK bin ich zu besonderem Danke für die gefällige Aufnahme einer Anzahl Photographien verpflichtet.

annähernd O—W. streichenden Isoklinalthals an einen fast senkrecht gestellten, 85° streichenden Sequangrat anstösst, dessen östliche Fortsetzung (O. der Verwerfung) nur etwa 60° fällt. Ebenso



erscheint das Malmband des N.-Flügels der Graiterly-Kette durch die Verwerfung in zwei auffallend verschieden streichende Stücke zerschnitten, deren östliches normales Streichen und Fallen besitzt,

während das westliche bei einem Streichen von ca. 50° stark nach N. überkippt ist. Den Betrag der Absenkung können wir nicht an den steil gestellten Flügeln, sondern nur am Scheitel der Gewölbe messen. Hierzu bietet die W.-Seite des Beretenkopfs gute Gelegenheit. Das Rogensteingewölbe des Beretenkopfs wird durch die Verwerfung gegen W. scharf abgeschnitten und am Fusse des Gewölbes treffen wir auf Birmensdorfer Schichten, die hier um mindestens 150 m zu tief liegen. Während die hangenden Lagen des Rogensteins auf dem Beretenkopf in ca. 1100 m liegen, findet man sie 600 m weiter westlich bei Graben in 850 m wieder. Bis zum Breitenberge bleibt der Scheitel des Rogensteins (schwache, punktirte Linien der Skizze) in dieser geringen oder gar in noch geringerer Meereshöhe, um auf dem Breitenberg wieder plötzlich auf nahezu 1100 m hinaufzuspinnen. Im Malmbande des S.-Flügels der Graiter-Kette wiederholt sich die Erscheinung, die ich vom N.-Schenkel geschildert habe: O. der Verwerfung normales Fallen, W. derselben Ueberkippung, in diesem Falle natürlich gegen S. Der Eintritt in die Weissensteinkette ist von vielfachen kleinen Störungen begleitet, die sich nicht leicht klar stellen lassen. Sehr bald aber tritt deutlich die Ablenkung zu Tage, die die Verwerfung innerhalb der Kette selbst erleidet. Sie streicht ein Stück weit NO.—SW. und bringt den Malmschenkel dort wo sie ihn durchschneidet bis auf wenige Meter zum Verschwinden. Auf dem Fusswege, der von Balsthal über Hinter-Flühli nach Balsthalroggen führt, trifft man zwischen der Molasse und dem steil fallenden Callovien nur wenige Meter Malmkalk, so dass hier ein Schichtkomplex von ca. 200 Meter, Argovien, Sequan und Kimmeridge umfassend, ausgefallen ist. Der Rogensteinscheitel der Roggenfluh liegt am Sonnenwirbel (O. der Verwerfung) ca. 800 Meter, unterhalb Hesselberg in der Oensinger Klus (W. der Verwerfung) nur 560, so dass hier die Absenkung noch beträchtlicher zu sein scheint als weiter nördlich.

Wo die Bereten-Verwerfung an der Aeusseren Klus von Oensingen ihr Ende findet, trifft sie nahezu senkrecht auf die O-W-streichende Bruchlinie der Wannenfuh (D—D), deren abgesenkter Flügel nach N. gelegen ist. Durch ihr Zusammentreffen heben sich beide Verwerfungen auf, wobei aber wieder Ueberkippungen, dieses Mal an der stehengebliebenen O.-Seite auftreten. Bei der Annäherung an die Verwerfung stellt sich der S-fallende Rogenstein der Brenten senkrecht, und nördlich Ravellen sieht man Callovien und Argovien bis zu 45° N.-Fallen überkippt. Auch das Malmband N.-W. Oensingen ist noch schwach gegen das Molasseland übergelegt.

Ich habe den Verlauf der wichtigsten Bruchlinie des Klusengebiets ausführlicher besprochen, weil sie uns manche wichtige Erfahrungen liefert; die übrigen Dislocationen kann ich dem vorläufigen Charakter dieser Mittheilung entsprechend kurz behandeln.

Die Wannenfuh wird von einer Längsverwerfung (D-D) durchsetzt, welche den nördlichen Flügel der Kette absenkt. Als grosser

Bruch läuft sie in der Richtung der Schmelze im abgesunkenen Flügel selbst weiter, ihre hauptsächlich Fortsetzung findet sie in der W-O-laufenden Abbruchlinie, die bei der Aeusseren Klus auf die grosse Bereten-Spalte (A-A) trifft. Dass es sich auch hier um eine wirkliche Verwerfung und nicht um eine Ueberschiebung handelt, sieht man aus der senkrechten Schleppung des Rogensteins entlang eines Theils dieser Linie (D-D).

Der Einbruch, den die Weissensteinkette durch das Zusammenreffen der Bereten- und Wannenuh-Verwerfungen erfahren hat, gelangt zum Ausdruck 1. in der niedrigen Lage des Rogensteins und seiner hangenden Schichten innerhalb der Oensinger Klus; 2. in den nach S. vorgewölbten Verlauf der Kettenaxe; 3. in dem eigenartigen Baue der Mulde von Balsthal. Die ungewöhnliche Breite dieser Mulde W. der Bereten-Verwerfung fällt beim Austritt aus der Oensinger Klus sofort auf, weiterhin aber die Thatsache, dass die Mulde nicht nur von Molasse, sondern auch von Malm-schollen erfüllt ist, die wohl zumeist ein normales WSW.—ONO.-Streichen, aber ein sehr wechselndes, vielfach flaches Fallen gegen S. erkennen lassen, während doch der normale Südflügel der Graitery-Kette N. der Mulde intakt erhalten ist. Dass diese abnormen Lagerungsverhältnisse nicht auf Bergstürze zurückgeführt werden können, wie sie die geologische Karte 1 : 100 000 und die tektonische Karte von MÜHLBERG angiebt, leuchtet bei der Betrachtung jedes besseren Aufschlusses sofort ein. Wohl befinden sich die Malmkalke häufig in mehr oder weniger zerrüttetem Zustande, aber sie werden normal von Molasse bedeckt, was nicht der Fall sein könnte, wenn sie von den molassefreien Bergen abgestürzt wären. Auch bietet die Topographie keinerlei Anhaltspunkte für die Erklärung derart ausgedehnter Absturzmassen. In dieser Erscheinung liegt vielmehr nur die ganz natürliche Folge des Zusammenbruchs des Nordflügels der Weissensteinkette vor.

Ganz analog, aber meist noch klarer liegen die Verhältnisse in der Mümliswiler Klus. Annähernd parallel mit der Bereten-Verwerfung (A-A) zieht die Mümliswiler Verwerfung (B-B). Wie jene, bringt sie scharfe Knicke oder gar Absätze und eine Veränderung der Fallrichtungen in den Malm-bändern hervor. Wo sie an der NO.-Ecke der Klus Rogenstein mit Sequan in Kontakt bringt, zeigt sich eine Einklemmung von verdrücktem und übergeschlagenem Callovien zwischen beiden. Ausserordentlich deutlich ist hier die senkrechte Schleppung des Rogensteins zu beobachten, der etwa 100 m tief als schmaler Grat gegen die Lobisei zu verfolgen ist. Diese Erscheinung allein genügt, um jeden Gedanken an eine Ueberschiebung zurückzudrängen. Ehe sie den Rogenstein der Kette ganz durchquert hat, wird sie spitzwinkelig von der Breitenberg-Verwerfung (C-C) getroffen; hier, wie in der Oensinger Klus heben sich beide Brüche bei ihrem Zusammentreffen auf. Die Sprunghöhe jeder der beiden Verwerfungen beträgt rund 200 m, was sich aus der Differenz der Höhen-

lage des Rogensteins in der Klus und zu beiden Seiten derselben ergibt. Die Einbrucherscheinungen sind in der Mulde von Mümliswil besonders deutlich. In der Verlängerung der Graitery-Kette, die durch die Rogensteingewölbe des Beretenkopfs im O., des Breitenbergs im W. dargestellt wird, liegt S. Mümliswil nicht nur zerbrochener und widersinnig fallender Malm, sondern, hart an den flexurartig abbiegenden Rogenstein des Kirchhölzi (S.-O. Mümliswil) gedrängt, auch Molasse. Der ganze Malm einschliesslich des Oxford ist hier auf einen schleppenden Streifen von minimaler Breite reduziert. Der Einbruch des Nordflügels der Graitery-Kette hat eine ähnliche Muldenausweitung erzeugt, wie bei Balsthal, die gegen O., d. h. jenseits der Beretenverwerfung plötzlich verschwindet, wie in der Mulde von Balsthal.

Kleinere Dislokationen, die mit dem partiellen Zusammenbruch der beiden Ketten in Verbindung stehen, sind noch in grösserer Zahl vorhanden. So weit sie mir bis jetzt bekannt geworden sind, habe ich sie auf der Kartenskizze angedeutet.

Die Ergebnisse meiner Begehungen fasse ich folgendermassen zusammen.

In der Region der Klusen von Oensingen und Mümliswil habe ich keinerlei Anzeichen für das Vorhandensein irgend welcher Ueberschiebungen oder Ueberfaltungen, wie sie bisher allgemein angenommen wurden, auffinden können. Dagegen wird dieses Gebiet von zahlreichen und z. Th. beträchtlichen Verwerfungen durchsetzt, die sich zwei verschiedenen Systemen einordnen. Das System der NNO.-SSW. streichenden Brüche liegt in der Verlängerung des Bruchliniensystems gleichgerichteter Verwerfungen im Kanton Baselland, die nach v. HUENE gegen die S.-W.-Ecke des Schwarzwaldes bei Säckingen konvergieren und mit der fast meridional laufenden Spalte des Dinkelbergs im Zusammenhang stehen. Ein zweites System von Bruchlinien folgt den Ketten, streicht also im Allgemeinen WSW.-ONO. Wo grössere Spalten beider Systeme auf einander stossen, heben sie sich auf und erzeugen tiefe dreieckige Einbrüche, welche analoge Lagerungsverhältnisse in den beiden Ketten hervorrufen und die Mulden von Balsthal und Mümliswil beckenartig erweitern. Während ich es früher unentschieden lassen musste, ob solche Becken ungefaltete Stücke des Juragebirges darstellen oder auf nachträglichen Einbruch zurückzuführen sind, kann jetzt das Letztere als erwiesen gelten, wenigstens für diese zwei Becken.

Der partielle Einbruch der ursprünglich wohl ganz normal aufgewölbten Ketten ist jedenfalls in unmittelbarem Anschluss an die Faltung selbst erfolgt. Denn anders kann es nicht erklärt werden, dass die leicht zerstörbare Molasse noch in den eingebrochenen N.-Flügeln vorhanden ist, von denen sie nach der Aufaltung der Ketten jedenfalls rasch abgetragen worden ist. Zeitlich fallen also diese Dislokationen wohl mit dem mio-pliocänen Systeme der

Rheinthalspalten zusammen, deren Richtung sie sich zum Theil anschliessen.

Das gesetzmässig eintretende widersinnige Fallen, welches in der Nähe der Querbrüche beobachtet wird, erklärt sich als eine Beugungserscheinung in den steil aufgerichteten Flanken. Wenn eine steil aufgerichtete, aber noch normal fallende Flanke von einem Querbruche durchsetzt wird, der nicht eine wagrechte, sondern eine schief geneigte Absenkung hervorruft, so muss widersinniges Einfallen als Schleppungserscheinung resultiren, vorausgesetzt, dass das stärkere Einsinken in der Richtung des Schichtenfalls erfolgt¹.

Aus den Einbrucherscheinungen unseres Gebiets erklärt sich nun auch sehr einfach die auffallende Topographie der Gegend, vor allem die beträchtliche Höhenabnahme der beiden Ketten im Gebiete der Klusen, ebenso aber auch das Auftreten eines 2 $\frac{1}{2}$ Kette durchsetzenden Querthals auf der Südseite, der einzigen derartigen Erscheinung zwischen Biel und dem Aare-Durchbruch bei Brugg. Die Klusen von Oensingen und Mümliswil sind tektonisch angelegte und durch die Erosion ausgestaltete Querthäler, die den Wasserabfluss nach S. hin erleichterten, während Ueberschiebungen ihn erschwert haben müssten.

So gedeutet erweist sich das landschaftlich hervorragende Gebiet der beiden Klusen ^{als} ~~zu~~ einem geologischen Muster für das Zusammenwirken von Faltung und Einbruch, es lehrt uns das Ausmaass nachträglicher Einbrüche im Faltengebirge und ihre Begleiterscheinungen kennen; die Geschichte ihrer Erforschung zeigt aber auch den Betrag von Suggestion auf gemeinsamen nationalen und internationalen Exkursionen. Mit Recht wird man sich fragen müssen: wenn es so mit den Ueberschiebungen in dem einfachen, leicht zugänglichen Juragebirge steht, wie werden die nach den neuesten Theorien massenhaft über einander geschichteten Ueberschiebungen im Alpengebirge den Detailuntersuchungen gegenüber Stand halten?

¹ Die hier gemachte Erfahrung wird uns vielleicht später manche widersinnige »Rückfaltung« am Südrande der Alpen erklären; diese treten dort vielfach ebenso örtlich begrenzt auf, wie im Juragebirge.