

Geologische Nachlese.

Von

ALBBRT HEIM.

(Als Manuskript eingegangen am 10. Juni 1915.)

Nr. 23.

Gedanken zur Entstehung der Hauterivientaschen im Valangienkalke am Bielersee.

Abnorme taschenförmige Einlagerungen von Hauterive-Mergeln in Valangienkalk am Abfall der innersten Jurakette gegen den Bielersee wurden zuerst von Lehrer Hisely in Neuenstadt beobachtet. 1869 schrieb Gilliéron, 1870 J. B. Greppin darüber. Die Erklärung gab Veranlassung zu mündlichen und schriftlichen Diskussionen, an denen sich besonders die Herren Baumberger, Schardt, Steinmann und Rollier beteiligten. Steinmann versuchte die Erklärung in der Stauung durch die Gletscher. Rollier fasste die Erscheinung mit dem Bohnerzphenomen zusammen, Schardt hält sie 1897 für rein tektonischer Natur. Nach den sehr eingehenden Untersuchungen von Baumberger darüber (z. B. in: „Über die geologischen Verhältnisse am linken Ufer des Bielersee“, Mitt. Naturf. Ges. Bern 1895 und andernorts), die von Schardt und andern bestätigt worden sind, kann über die stratigraphischen Tatsachen kein Zweifel mehr bestehen. Nachdem Baumberger sich dann auch in der Erklärung Schardt angeschlossen hatte (H. Schardt und Baumberger „Hauterivientaschen“, Bull. Soc. Vaud, Dez. 1895 und Eclogae 1897) schien die Sache erkannt und war als erledigt für viele Jahre ganz aus der Diskussion gefallen. Dass nachher Baumberger (Mitteilg. natf. Ges. Bern 1902) auf dem Tessenberg in ganz flacher Schichtlage eine Hauterivientasche im Valangienkalke gefunden hatte und daran die Bemerkung knüpfte, er könne nun die Taschen nicht mehr bloss durch Dislokation erklären, wurde wenig beachtet. Endlich modifizierte 1915 auch Schardt seine Erklärung recht wesentlich.

Im Frühling 1915, da ich über diese Erscheinung nicht ohne eigene Anschauung in meiner „Geologie der Schweiz“ berichten wollte, beging ich an Hand der verschiedenen Publikationen das Gebiet der Hauterivientaschen im Valangienkalke, begleitet von Dr. Ludw. Loczy

jun. Dies führte mich zur Überzeugung, dass die 1897 angenommenen und nun modifizierten Erklärungen unzureichend seien, und eine andere Auffassung der Wahrheit viel näher liegen dürfte. Ich stelle mich in meinen folgenden Erörterungen zuerst dem Standpunkt gegenüber, der von Schardt und Baumberger 1897 eingenommen worden war und trete erst nachher auf die neuesten Erklärungsmodifikationen von Schardt ein.

Zunächst seien für denjenigen Leser, dem die Publikation von Schardt und Baumberger nicht gerade zur Hand liegt, die wichtigsten Tatsachen kurz erwähnt. Wir müssen von der stratigraphischen Schichtfolge des Gebietes ausgehen. Dieselbe ist hier von oben nach unten die folgende:

1. Molasse alsacienne, glimmerreiche weiche Sandsteine und Tone, transgressiv meistens auf Hauterivien aufliegend.
— Stratigraphische Lücke. —
2. Cenomanien in vereinzelt Fetzen, höchstens 4—5 m rötliche Kalke und Mergel, transgressiv auf verschiedenen alten Schichten der untern Kreide oder des oberen Malm aufliegend.
— Stratigraphische Lücke (mittlere Kreide und Urgonien). —
3. Oberes Hauterivien, gelb bis rostrote, spätige, regelmässig geschichtete Kalke, Baustein von Neuchâtel, 10 m.
4. Unteres Hauterivien, oben Mergelkalk, darunter gelbe und graue Hauterivienmergel mit vielen Fossilien, 10—15 m.
5. Oberes Valangien, rostgelber Kalk (Calc. roux und Limonit).
6. Unteres Valangien, „Marbre bâtard“, weisse und hellgelbe oder rosarote kompakte Kalke mit gelben Mergeln, meistens fossilführend, 35—40 m.
7. Purbeckien, graue Mergel und brecciöse Kalke, 10—15 m.
8. Portlandien, verschiedene helle Kalke, 35—42 m.

Untere Kreide

Oberer Malm

Nun treffen wir am Abfall der Jurakette zum Bielersee mehr oder weniger linsenförmige oder gangförmige Einlagerungen der fossilreichen Hauterivienmergel im unteren Valangienkalk bald nach oben offen, bald, soweit die Entblössung reicht, oben mit dem älteren Valangienkalk zugedeckt, vom Valangienkalke umschlossen. Die Mergelfetzen können einige Meter mächtig und 10—40 m breit sein. Es handelt sich also um Einschlüsse des jüngeren im älteren!

Bis jetzt sind etwa fünfzehn Hauterive-Mergeltaschen im Valangienkalk bekannt. Sechs davon liegen in der Umgebung von Twann, sechs zwischen Alfermée und Biel, eine auf dem Tessenberg, andere bei La Chaux-de-Fonds (Jules Favre) und St. Imier (S. Rollier).

Der fossilreiche Hauterivien-Mergel in den Taschen ist nicht verschwemmt, zeigt aber erhaltene verknetete Struktur. Unter oder in dem Mergel stecken noch eckige, nicht gerollte Blöcke verschiedener Grössen von der Sohle, und zwar von unterem, namentlich aber von oberem Valangienkalke (Calc. roux und Limonit). Also mit dem jüngeren im älteren zugleich wieder Älteres im Jüngeren eingeschlossen. Alles noch jüngere Material (Hauterivien Spatkalk, Urgonien, mittlere und obere Kreide, Bohnerz, Molasse oder gar Glazialgeschiebe) und ebenso alles noch ältere Material (Malmblöcke etc.) fehlt vollständig in den Taschen. Die Lagerungs-Verwirrung spielt sich also ausschliesslich zwischen Valangien einerseits und unterm Hauterivien andererseits ab. Nirgends reicht eine Hauterivientasche in den Malm hinab.

Einzelne der Taschen haben die Form von Gängen, die fallende oder streichende Lücken im Valangienkalk füllen, andere sind Linsen, eingelagert in den Schichtfugen des Kalkes, andere haben die Form von Injektionen in Lücken im Kalke, die bald Gänge, bald Stöcke, bald wirkliche Taschen darstellen, indem sie Spalten, Höhlen oder Kessel füllen. Bei der gleichen Tasche ist die stets haarscharfe Grenze zwischen Hauterive-Mergel und Valangienkalk manchmal teils ein Querbruch der Schichten des letzteren, teils läuft sie mit der Schichtung; Zacken von Kalk ragen in den Mergel, Mergelapophysen in den Kalk. Alles ist kompakt gefüllt, überall ist dichter fester Zusammenschluss.

Folgende Spuren von Bewegungen unter Druck werden von Schardt namhaft gemacht: Die Grenzflächen zwischen Kalk und Mergel am Anstehenden wie an den Blöcken sind meistens fein glatt poliert und mit Rutschstreifen versehen. Die Mergel sind von Rutschspiegeln in spitzwinklig sich schneidenden Richtungen durchsetzt oder zerfallen dadurch in linsenförmige Scherben. Calcithäutchen dazwischen zeigen abgeformte Rutschstreifen. Hie und da ist Transversalschieferung, fältelige Zerknitterung der ursprünglichen Schieferung und Ähnliches deutlich. An manchen Stellen häufen sich die eckigen Valangienkalkblöcke zur Dislokationsbreccie. Bei Mergeltaschen, die oben ganz geschlossen sind, hat der schliessende Kalkdeckel oft starke Rutschflächen an der Unterseite. Diese Zeugen starker mechanischer Bewegung unter hohem Druck fehlen alle bei den Bohnerztaschen vollständig.

Alle diese Beobachtungen kann ich bestätigen, wenn ich auch glaube, sie etwas anders bewerten zu sollen. Die Differenz mit meiner Überzeugung setzt erst ein an dem Punkte, wo es gilt, die genannten Beobachtungen zur Erklärung zu verwerten.

Schardt glaubt nun, nicht nur die Füllung, auch die Bildung der Taschen ganz nur durch ein und dieselbe Dislokation erklären zu können. Er legt sehr grosses Gewicht auf die Tatsache, dass alle die Mergeltaschen in der Zone einer starken Abbiegung des Faltenchenkels vorkommen, und denkt sich die Hohlräume für die Taschen durch tektonisches Zerreißen entstanden unter gleich nachfolgendem Einrutschen und Überrutschen der verschiedenen Schichtpakete ineinander. Die Frage, ob das in grosser geschlossener Tiefe geschehen sein soll oder näher der Oberfläche, wird 1897 gar nicht berührt.

Wenn dies der Vorgang gewesen wäre, so entsteht für mich sofort die Frage, warum finden wir nicht ähnliche Erscheinungen noch an hundert andern Stellen des Jura und in vielen andern stratigraphischen Horizonten, wo über einem festen Kalk ein Mergel liegt? Diese Bedingungen nach der mechanischen Beschaffenheit der Gesteine und Form der Faltung sind ja häufig gegeben. Warum fehlen Purbecktaschen im Portlandkalk, Oxfordtaschen in der Dalle nacrée, Aargoviantaschen im Hauptrogenstein, Keupertaschen im Muschelkalk? Ich kenne ein einziges Beispiel, das auf eine solche Entstehung hinweist, es ist dies die Lagerung des Anthracites im Wallis, der zum Anthracitpulver zerquetscht in Apophysen in die Risse oder Schichtfugen der festen begleitenden Quarzite und Konglomerate eingepresst ist und wo jede Grenzfläche zwischen den mechanisch differenten Materialien mit graphitischen Rutschspiegeln begleitet ist (Alb. Heim, Stauungsmetamorphose an Walliser Anthracit, Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich 1896). Die Bielerseetaschen sind ganz anderer Form.

Bei meiner Untersuchung am Bielersee habe ich mich vollständig davon überzeugt, dass die Hauterivientaschen im Valangienkalke, wie Schardt und Baumberger hervorheben, durchaus nicht als eine Modifikation des Bohnerzphenomenes gedeutet werden können. Sie enthalten niemals jüngere Gesteine als die Hauterivienmergel, niemals Bohnerz und haben keine Übergänge, keine Verbindungen und keine Formähnlichkeiten mit den Bohnerztaschen. Noch weniger sind sie glaziale Stauungen, denn jede Verquickung mit eingepresster Moräne mit Gletscherschliff und jede Formähnlichkeit mit solchen Erscheinungen fehlt vollständig. Ich habe mich aber auch davon überzeugt, dass die begleitenden Wirkungen rein mechanischer Bewegungen nicht ausreichen, die Schardt'sche Erklärung zu rechtfertigen. Vielmehr habe ich folgendes konstatiert:

1. Die Lücken im Valangienkalke, in welche hinein der Mergel gepresst ist, sind z. T. gar nicht durch Dislokationszerreissungen erklärbar, vielmehr sind sie zum grössten Teil Höhlen, Schloten und Taschen mit offenbarem Substanzdefekt, mit treppig ab-

gebrochenen Wänden ohne entsprechend erhaltene Gegenseite, mit Bodenschutt etc., deren Bildung dem Einpressen von Mergel vorausgegangen sein muss.

2. Die meisten der Mergeltaschen haben Ausgänge durch den Valangienkalk nach oben bis an den normal gelagerten Mergel, und wo solche nicht jetzt sichtbar sind, können sie ohne Schwierigkeiten nach vorne jetzt abgewittert oder bergewärts verdeckt angenommen werden. Sicher erst durch Übrutschungen oben ganz geschlossene Taschen sind nicht nachzuweisen und bisher durch keinen Steinbruchbetrieb gefunden worden.

3. Die von Schardt angenommenen Dislokationsbreccien von Valangienkalk sind nicht an bestimmte Bruchflächen oder Verschiebungsstellen gebunden, sie liegen am häufigsten am ehemaligen Boden oder an den liegenden Rändern weiter Taschen, so dass ich sie für einfachen Höhlenschutt, in den nachher der Mergel eingepresst worden ist, halten muss. Rutschflächen, wie sie so oft durch Dislokationsbreccien setzen, fand ich keine in den Kalkbreccien der Hauterivientaschen.

4. Die Rutschflächen, die als Beweise für rein mechanische Entstehung der Taschen genommen worden sind, sind als zwei ganz verschiedene Arten von Rutschflächen zu unterscheiden:

a) Die einen sind rauhstreifig, wie sie bei Bewegung unter Druck von Kalk auf Kalk entstehen und in jedem dislozierten Kalkstein, oft kalzitisch abgeformt, massenhaft auf Schichtfugen wie auf Querbrüchen und in Dislokationsbreccien vorkommen. Diese Rutschflächen erweisen sich durchaus als unabhängig von den Taschen, indem sie im Innern des Valangienkalkes liegen und nur lokal und zufällig an die Grenze zwischen Valangienkalk und Haute-rive-Mergel auf kurze Strecken hinaustreten, und keineswegs dieser Grenze entlang gehen. Sie sind in genau gleicher Art im dislozierten Kalkstein auch überall sonst vorhanden, wo die Taschen fehlen. Sie gehören in der Hauptsache der Auffaltungszeit an.

b) Den scharfen Grenzen von Valangienkalk und Hauterivientaschen entlang angeschmiegt finden sich nur an einigen wenigen beschränkten Stellen, und zwar nur an Vorsprüngen des Kalkes in die Mergel, gute abrundende glänzende Glättungen mit schwachen Streifen von der Art, wie sie durch die Bewegung von weicherem an festerem Gestein unter hohem Druck entstehen, und ganz anders aussehen als die Rutschflächen im Innern des Kalksteines. Diese Glättungen stechen nicht wie die unter a) genannten in den Valangienkalk hinein, sondern bleiben an der Kalk-Mergelgrenze. Diese allein sind durch das Einpressen des Mergels mit Kalkbrocken entstanden (Poche 2 und 8 von Schardt je ca. $\frac{1}{2}$ m²).

Die spärlichen Glättungen an einigen Einschlüssen von Valangienkalk in den Mergeltaschen haben ebenfalls diesen Charakter.

c) Eine dritte Art von Rutschflächen, wie sie innerhalb grosser, an der Gebirgsoberfläche abgegangener Rutschungen oft im Mergel oder als krumme Schrammen an Felsblöcken oder mehr geradlinig an Felswänden entstehen, habe ich hier nicht finden können.

5. Die scharfen Grenzflächen des Valangienkalkes an dem Mergel der Taschen sind, sowohl wo sie auf Schichtfugen laufen, wie an Schichtquerbrüchen, weitaus an den meisten Flächen, wo sie blossliegen oder frisch mit Hammer oder Bickel entblösst werden können, durchaus typische alte, rauhe, konkavschalige, karrige Korrosionsflächen einer alten Höhlenwand, an welche der Hauterivienmergel angepresst liegt. Das gleiche gilt von der Oberfläche einzelner grösserer Kalkblöcke im Mergel.

6. Was Schardt und Baumberger über die dynamo-metamorphe Textur des Hauterive-Mergels selbst mitteilen, kann ich bestätigen. Es ist eine anschmiegende Fluidaltextur, die auf das klarste die nachträgliche mechanische Einpressung des Mergels in die Höhlen erkennen lässt.

Schardt (und Baumberger) halten 1897 sowohl die Entstehung der Taschen im Valangienkalk, als auch ihre Füllung mit Hauterivienmergel für ein- und denselben Vorgang, eine Begleiterscheinung der jurafaltenden postsarmatischen Dislokation. Ich meinerseits halte die Taschenräume im Valangienkalk für eine ältere Höhlenbildung und nur die Füllung unter Zusammenpressung der Taschen für mechanische Einpressung bei der Dislokation. Alle die sonderbaren Erscheinungen der Taschen sind für mich sofort verständlich, wenn die Dislokation einen schon vorher mehr oder weniger von Quellwegen mit Gängen und Höhlen durchlöcherten (verkarsteten) Schichtenkomplex ergriffen hat. Ich glaube, eine Höhlenbildung ist dem Einpressen der Mergel vorangegangen. Selbstverständlich muss ich mir ausserdem die Dislokation im geschlossenen Gebirge unter gewaltiger Belastung jetzt abgetragener Molasse vorgegangen denken, soweit nicht vielleicht schon die blosse Gesteinslast ohne eigentliche Dislokation Mergel über verkarsteten Schichten in deren Taschen einpressen konnte.

Meine Gedanken zur Entstehung der Hauterivien-Mergeltaschen im Valangienkalke sind folgende:

Der Valangienkalk war erst von Höhlen, Schloten und Gängen durchsetzt, die durch Auslaugung durch die Infiltrationswasser entstanden sind. Diese Auslaugung kann nicht nach Art der Bohnerzaschen an einer damaligen Gebirgsoberfläche entstanden sein, son-

dem muss nach Art der Quellwege unterirdisch gebildet worden sein aus folgenden Gründen:

1. Diese Valangientaschen enthalten keine Terra rossa, kein Bohnerz, keinen Festlandsrückstand, keine Anzeichen der Entstehung an freier Oberfläche.

2. Die überliegenden Mergel sind nach ihrer Schichtung nicht in die Taschen eingeschwemmt, sondern eingebogen, eingedrückt und in ihrem Schichtungsverlauf dadurch gestört.

Daraus geht ferner hervor, dass die Verkarstung des klüftigen Valangienkalkes zur Zeit des Mergelabsatzes noch nicht vorhanden war, sie hat erst nach der älteren Kreidezeit und unter dem Mergel stattgefunden. Sie war nach oben durch die Undurchlässigkeit des Mergels begrenzt.

Die Auslaugung hat sich nur vollzogen zwischen dem Hauterivemergel oben und dem Purbeckmergel unten, sie greift nirgends tiefer hinab. Da aber die für eine solche Auslaugung nötige Wasserzirkulation nur möglich ist unter Festland, so muss zur Zeit derselben in diesen Regionen flaches Festland gewesen sein der Art, dass das Gefälle für Wasserzirkulation im Valangienkalk vorhanden war, dass aber die Landhöhe damals noch nicht genügte, um auch den Malmkalk mit Infiltrationen zu durchströmen. Die einzige Zeit, in welcher die Umstände für eine solche Durchlaugung des Valangienkalkes günstig war, kann nur die Zeit nach Absatz der Kreide und vor der gewaltigen Abdichtung durch die Molasse gewesen sein. Das war aber zugleich die Zeit der Bohnerzbildung, die ja tatsächlich ein wenig hohes Festland beweist. Die Oberflächenerosion bildete die Karren und Taschen, die sich mit Bohnerzton füllten, gleichzeitig wie die an manchen Stellen infiltrierten Wasser unter dem Mergel im Valangienkalk Quellgänge und Höhlen, die Taschen für die Hauterivemergel auslaugten. Dass solches im Raume beschränkt bedingt sein konnte, ist einleuchtend. Und wie in allen Höhlen, so wurde auch hier vielfach Felsschutt, von Decken und Wänden sich ablösend, in den Lücken angehäuft.

Dass die Durchhöhlung des Valangienkalkes etwa erst im ersten Hebungsstadium des Kettenjura gleich mit Beginn der Auffaltung eingetreten sei, ist nicht undenkbar, aber doch wegen der gleichzeitig faltenden Pressung und dem dichten Abschluss durch Molasse viel unwahrscheinlicher.

Nach der Höhlenbildung der Eocaenzeit folgt Senkung, Transgression der Molasse, vielleicht schon allmähliges Einquetschen der Mergel in die mit Trümmern besäten Lücken des unterliegenden Valangienkalkes durch der Molasse wachsende Last. Endlich folgt

der Dislokationsdruck von Süden. Er ergreift unsere Zone und treibt sie unter Belastung zum Gewölbe auf; Kalkfels, Hohlraum, Kalktrümmer, Mergel, die unregelmässig ineinander greifen, werden bis zum vollen Verschluss zusammengepresst, alles sich anpassend und ineinander schiebend in verschlossener Tiefe. Streifen von Felschutt, nicht Dislokationsbreccien, liegen im Mergel der Taschen eingeknetet. Endlich schält der Abtrag die Molasse, Eocæn und mittlere Kreide bis auf kleine Reste weg und entblösst für unser Auge die Mergeltaschen im Kalke.

Diese Erklärung scheint mir befriedigend, diejenige aber, welche auch alle die Lücken für die Mergeltaschen nur durch den einen Dislokationsvorgang entstehen lässt, ist für mich mechanisch unrichtig. Man war bei der Deutung der Entstehung der Taschenhöhlräume durch Dislokation befangen durch das örtliche Zusammentreffen der steilen Abbiegung der Jurafalte mit dem Taschenphänomen. Für mich ist dieses Zusammentreffen nicht ursächlich bedingt, sondern zufälliger Art. Denn ein gleiches steiles Abbiegen der Schichten ist an hundert Orten vorhanden, ohne dass Taschen überliegender Mergel in unterliegenden Kalkschichten gebildet worden wären.

Nun liegt mir eine ganz neue heliographierte Tafel von Schardt aus dem Frühling 1915 vor, welche ausser den 1895 schon publizierten Skizzen vieler Hauterivientaschen nun eine „theoretische Darstellung der Entstehung offener und geschlossener Hauterivientaschen“ in drei Figuren enthält, die seine nunmehrige Erklärung besser verdeutlicht, als es viele Worte zu tun vermöchten. Die Tafel ist zur Benützung auf einer Exkursion mit seinen Studierenden hergestellt und auch mir freundlichst zugesendet worden. Obschon sie nicht eigentlich publiziert ist, möchte ich doch die nunmehrig veränderte Erklärung von Schardt nicht stillschweigend übergehen, sondern ihr Gerechtigkeit widerfahren lassen.

Zunächst konstatiere ich mit Genugtuung, dass Schardt nun zu der Überzeugung gekommen ist, dass die Hohlräume der Taschen im Valangienkalk nicht bloss durch Dislokation aufgerissen worden, sondern zunächst Erosionsnischen sind. Damit ist die früher so sehr betonte Reflexion, der ich widersprechen musste, verlassen, die sagte: Weil die Taschen gerade nur an der Steilaufbiegung des Jura am Rande des Bielersees vorkommen, müssen sie dieser Dislokation zugeschrieben werden. Erosionen im Valangienkalke sind nun auch für Schardt die Grundlagen der Taschen; soweit stimmen unsere nunmehrigen Auffassungen überein.

Allein es bleiben doch noch Differenzen in unseren Erklärungen, die hierdurch noch nicht verwischt sind.

Schardt denkt sich die Bildung von Erosionsnischen entstanden nach der Faltung und Denudation frei an der Aussenfläche des Gebirges, so wie das auch jetzt noch fort und fort geschieht. Dagegen denke ich mir die Erosion als Höhlen und Gänge durch unterirdische Quellläufe vor der Auffaltung, wahrscheinlich in der Eocaenzeit gebildet.

Schardt muss nun einen Vorgang finden, der die an der Gebirgsaussenfläche gebildeten Nischen mit Hauterivienmergeln füllt und nachher mit Valangienkalk deckt, und dafür bleiben nur Abrutschungen an freier Oberfläche vom Typus der Felsschlipfe (Schicht auf Schicht) übrig.

Ich kann dieser neuesten Erklärung von Schardt nicht beipflichten aus folgenden Gründen:

1. Auch die Unterseiten der Decken mancher Taschen haben oft deutliche Korrosionsflächen am Kalkstein, also auch diese Deckel, die später aufgerutscht und dadurch streifig geworden sein sollten, sind als Höhlendecken ausgelaugt worden.

2. Die Bildung der Taschen als Nischen an freier Aussenseite des Gebirges würde ihren Wänden vorherrschend durch Temperaturwechsel mechanisch gesplitterte Flächenform gegeben haben; statt dessen finden wir meistens rauhe Korrosion, wie sie bei Anschluss von Druckwasser durch chemische Auflösung entsteht. Also nur Quellgänge und Höhlen, nicht offene Nischen an einem Abhang, erklären die Beschaffenheit der Taschenwandflächen.

3. Äussere Abrutschungen, wie sie Schardt erstens zur Mergelfüllung und zweitens zum Taschenverschluss annimmt, stossen nach meinem Gefühl auf folgende Schwierigkeiten:

a) Ein so dichter, lückenloser Verschluss der Taschen bis in alle ihre Winkel hinein und um alle Trümmer herum ohne lockere Partien, ohne Poren würde durch Rutschung an freier Oberfläche nicht eintreten.

b) Die an der Gebirgsaussenfläche zum Taschenverschluss abrutschenden Valangienfelsplatten hätten nicht in dem Grade ganz und zusammenhängend bleiben können, vielmehr wären sie in Bergsturstrümmerwerk zerfallen.

Nur unter gewaltigem Verschluss durch auflagerndes Gebirge können solche Bewegungen der Gesteine sich vollziehen.

4. Bei der Vorstellung der an der Gebirgsaussenfläche so jung gebildeten offenen Nischen bleibt es ganz unbegreiflich, dass die Taschen so säuberlich nur von Hauterivienmergel und Valangienblöcken gefüllt sind. Warum enthalten sie nicht auch ältere und

jüngere, höher oben am Gehänge trümmerliefernd entblösste Gesteine, warum nicht auch Molasse, viel Molasse und Moräne?

5. Die von mir früher hervorgehobene Doppelart der Rutschflächen und ihre Verteilung spricht um so weniger für die Auffassung der Abrutschung an der Aussenfläche des Gebirges, als ich dagegen diejenige Art der Rutschflächen und Schrammen, wie sie bei Berg-rutschen vielfach entstehen, in der Region der Hauterivientaschen am Bielersee nirgends fand.

6. Endlich, wenn solche Taschen in älterem Kalkstein mit jüngeren Mergeln gefüllt so leicht auf diese Weise oberflächlich entstünden, warum ist diese Erscheinung bei den zahllosen Felsschlipfen, die an den Gehängen der Juraketten entstanden sind, und fort und fort entstehen, nicht viel gewöhnlicher, viel verbreiteter? Die sonderbare Lokalisierung auf ein enges Gebiet ist dagegen vollständig begreiflich, wenn es sich eben um die zufällige, örtliche Koinzidenz einer unterirdischen, alten, lokalen Durchkarstung mit späterer Dislokationsstauung und noch späterer Denudation handelt.

Man stelle sich alle die Bewegungskomplikationen und Unregelmässigkeiten vor, die bei der Dislokation in der Umgebung von schon vorhandenen, erst leeren Taschen unter einer Mergelschicht eintreten mussten, welche Taschen dann mehr und mehr voll gepresst wurden, und deren Füllung schliesslich zu vollem Verschluss gelangte, während gleichzeitig der umschliessende Kalkstein aufgerichtet und gepresst wurde, so dass an seinen Schichtfugen sich ebenfalls Verschiebungen einstellten und Injektionen von Mergeln stattfinden konnten. Man bedenke zugleich die Zufälligkeit der Anschnittfläche, in welcher die Taschen unserer Beobachtung offen stehen. Alle von Schardt und Baumberger sorgfältig beobachteten und abgezeichneten Formen der Hauterivientaschen im Valangienkalk wird man dann leicht verstehen und nirgends in den letzteren einen Widerspruch mit dieser Erklärung finden. Vielleicht wird das Rätsel durch neue Beobachtungen, ausgehend von neuen Gesichtspunkten, später definitiv noch anders gelöst. Auch unsere Erklärung behält wie diejenigen von Schardt vorläufigen Charakter, sie scheint mir aber der Wahrheit näher zu liegen als die bisherigen anderen. Ich fasse sie kurz in die Formel: Hauterivienmergel durch postmiocaene Dislokation im Gebirgsinnern eingepresst in die Höhlen des unterliegenden, schon vorher (wahrscheinlich eocaen) durchkarsteten Valangienkalkes.
