

Ueber glaciale Stauchungserscheinungen (sogen. Taschen) am Bieler See.

Von

G. Steinmann.

Mit einer Profilskizze.

Der Ostabhang der östlichsten Jurakette, welche den Bieler See im W. begrenzt und unter dem Namen der Seekette¹ bekannt ist, zeigt gewisse und z. Th. sehr auffällige Anomalien der Lagerung, welche zwar schon früher Gegenstand der Beobachtung und Discussion gewesen sind, aber erst neuerdings durch die Herren BAUMBERGER und SCHARDT eine ausführliche Darstellung erfahren haben².

Man ist um so mehr erstaunt, stark verwickelte Lagerungsverhältnisse hier anzutreffen, als der Gesamtbau der Seekette sich als ein einfaches und keineswegs stark zusammengedrücktes Gewölbe darstellt, dessen östlicher Flügel mit mässiger, wenn auch etwas wechselnder Steilheit gegen den See zu einfällt. Die Anomalien der Lagerung bestehen nun im Wesentlichen darin, dass mitten zwischen den harten

¹ Mit Einschluss der ihr untergeordneten Falte des Kapf.

² E. BAUMBERGER, Über die geologischen Verhältnisse am linken Ufer des Bieler Sees. Mitth. naturf. Ges. Bern 1894. 188—195. — H. SCHARDT und E. BAUMBERGER, Études sur l'origine des poches hauteriviennes dans le Valengien inférieur. Bull. Soc. vaud. sc. nat. 31. 1896. 247—288. Hierin findet sich auch die ältere Literatur zusammengestellt. Dasselbe in deutscher Übersetzung: Eclog. Geol. Helv. 5. 159—201.

Kalk-Schichten des Unteren Valengien¹ („marbre bâtard“), die den Jurakern des Seegewölbes als äusserste Hülle umgeben, wenig mächtige Partien jüngerer Kreidehorizonte keil- oder linsenförmig eingebettet liegen. Diese jüngeren Kreidestufen, Oberes Valengien und Mittelneocom (Hauterivien), sind theils an ihrer Gesteinsbeschaffenheit, theils an ihrer Fossilführung so leicht und sicher zu erkennen, dass ein Zweifel an ihrem thatsächlichen Vorhandensein ausgeschlossen erscheint. Die Verbreitung dieser Einschaltungen ist nun vorwiegend an solche Stellen geknüpft, wo am Ostflügel des Seegewölbes die compacten Kalke des marbre bâtard mehr oder weniger plötzlich aus einer schwächeren (etwa 30°—40° betragenden) Neigung in der Richtung des Sees in eine stärkere (etwa 60°—70° betragende) übergehen.

Die Einschaltungen oder Einkeilungen, von den schweizerischen Autoren mit dem mehrdeutigen Namen Taschen (poches) belegt², treten nun innerhalb des marbre bâtard in wechselnder Form auf. Gewöhnlich erscheinen sie in den künstlichen Aufschlüssen als wenig ausgedehnte, linsenförmig gestaltete Lager, die im Hangenden wie im Liegenden anscheinend ganz conform von den Valengien-Kalken eingeschlossen werden. Wo sie sich seitlich ausspitzen, lagern sich die hangenden Kalkbänke ohne merkliche Störung auf die liegenden, und letztere setzen stellenweise nach unten zu in ganz normaler Weise fort. Eine gewisse Erklärung für diese zunächst ganz unverständlichen Vorkommnisse bieten andere Aufschlüsse, in denen man sieht, wie die abnormen Einschaltungen die hangenden Bänke des marbre bâtard auf Querspalten, welche der Axe des Gewölbes parallel verlaufen, durchsetzen und mit den linsenartigen Einschaltungen in Ver-

¹ BAUMBERGER betrachtet das Untere Valengien des Juragebirges jetzt als das zeitliche Aequivalent der Barrias-Stufe in den Alpen. (Mündliche Mittheilung.)

² Als „poches“ werden nämlich gewöhnlich die sack- oder dütenförmigen, durch Auswitterung entstandenen Höhlungen bezeichnet, in denen sich das eogene Bohnerz des Juragebirges zu finden pflegt. ROLLIER beschreibt aus dem Neuenburger Jura Gault-Taschen, die ich nicht aus eigener Anschauung kenne (Eclog. Geol. Helv. 5. 514). Nach seiner Ansicht handelt es sich um transgredirend lagernde Erosionsrelicte.

bindung treten (Fig. 1, *b*). In diesen Querspalten ist denn auch der einzig denkbare Weg für die Einfuhr des zwischen den Kalkbänken befindlichen Materials vorgezeichnet, welches sich von ihnen aus sowohl in der Richtung der Schichtenneigung als auch gegen dieselbe verfolgen lässt.

Ich habe versucht, in beistehendem Schema diese Verhältnisse übersichtlich zu erläutern; die Einzelfälle, welche in der citirten Arbeit von BAUMBERGER und SCHARDT sorgfältig geschildert und profilistisch dargestellt sind, lassen sich im

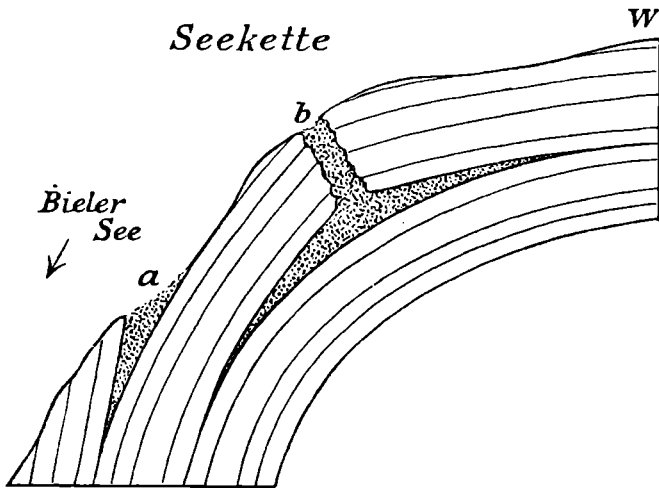


Fig. 1. Schematische Darstellung der abnormen Einschaltungen im unteren Valengien am Bieler See. *a* = keilförmige Einschaltung; *b* = linsenförmige Einschaltung, nach oben sich in eine Querspaltenausfüllung fortsetzend. Nach den Beobachtungen von BAUMBERGER und SCHARDT, sowie des Verfassers. Maassstab etwa 1 : 200.

Wesentlichen auf die zwei Typen der keilförmigen (*a*) und der linsenförmigen (*b*) Einschaltung zurückführen.

Die Ausfüllungsmasse der „Taschen“ besteht vorwiegend aus den gelben Mergeln des Mittelneocoms (Hauterivien), die sich durch ihren Fossilreichtum besonders auszeichnen, ferner aus den Limonitkalken des Oberen Valengien und zum geringsten Theil aus Bruchstücken des marbre bâtarde selbst. Die Mergel des Mittelneocom treten in grösseren geschlossenen Massen, das härtere Material des Limonitkalkes sowie des marbre bâtarde dagegen fast ausnahmslos in der Form einzelner Bruchstücke auf, die mit den Mergeln innig ver-

knetet erscheinen. Die Ausspitzungen der Linsen werden auch wohl von einer Breccie des marbre bâlard allein erfüllt. Die Verknetung des Materials verschiedener Schichten, die Breccienbildungen, die Verquetschung der Fossilien in den weichen Mergeln sowie die Druckschieferung der letzteren sind gesetzmässige Begleiterscheinungen des „Taschenphänomens“, die eine besondere Beachtung verdienen.

Die Schilderungen, welche die Herren BAUMBERGER und SCHARDT von derartigen Vorkommnissen, wie sie sich in der Gegend zwischen Biel und Ligerz verbreitet finden, gegeben haben, kann ich nach meinen Beobachtungen lediglich bestätigen; nur möchte ich auf gewisse Erscheinungen mehr Gewicht legen, als es die Verfasser gethan haben. Ebenso bin ich mit den genannten Verfassern der Ansicht, dass die meisten früheren Erklärungsversuche mit den thatsächlichen Verhältnissen nicht im Einklang stehen. Weder kann man diese Vorkommnisse in die Reihe der normalen Bohnerzausfüllungen stellen, wie GILLIÉRON es wollte, noch kann es sich dabei um ein einfaches Hinübergleiten der hangenden Bänke des marbre bâlard über normal lagerndes Mittelneocom handeln, wie GREPPIN (Vater) meinte. Es fehlen aber auch durchaus irgendwelche Anzeichen der mechanischen Mitwirkung des Wassers, so dass an eine Einspülung in vorhandene Hohlräume nicht wohl gedacht werden kann, wie sie neben Anderen BAUMBERGER früher angenommen hatte.

Die Erklärung, welche gelegentlich einer Excursion der Schweizerischen geologischen Gesellschaft im Jahre 1888 sich den Herren SCHARDT, LANG und BAUMBERGER als die natürlichste aufgedrängt hatte und welche auch in der oben citirten Schrift von SCHARDT und BAUMBERGER als das Ergebniss ihrer Specialstudien vertreten wird, bringt das „Taschenphänomen“ in Beziehung zur Faltung des Juragebirges. Hienach wäre eine Prädisposition für die Taschenbildung in der knickförmigen Abbiegung der Schichten im Ostflügel der Seekette gegeben. Es hätten sich bei der Faltung radiale Längsrisse in den höheren Lagen des marbre bâlard gebildet, in welche von oben her die weichen und daher leicht gleitenden Mergel des Mittelneocom sowie Bruchstücke des Limonitkalks des Oberen Valengien hineingerutscht wären, während

die Hauptmasse der letzteren wegen ihrer grösseren Festigkeit zurückgeblieben wären. Infolge des Hineingleitens hätten sich die Spalten erweitert und sich Abhübe zwischen den Bänken des marbre bâlard selbst gebildet, die dann ebenfalls ausgefüllt seien. Um aber die abnormen Einschaltungen zu erklären, die sich von den Querspalten aus gegen die Schichtenneigung, also nach aufwärts, in den Schichtfugen linsenförmig ausdehnen, nehmen die Verfasser noch eine abgleitende Bewegung der hangenden Schichten des marbre bâlard zu Hilfe, wodurch die hineingerutschten Massen von dem Valengienkalk überdeckt worden seien. Eine Stütze für die Thatsächlichkeit solcher Bewegungen erblicken sie in den zahlreichen Verrutschungen und Breccienbildungen, welche in der dortigen Gegend mehrfach auftreten, ohne mit abnormen Einschaltungen taschenartiger Natur verknüpft zu sein. Ferner wird die Zusammenpressung und Verknetung, welche das Ausfüllungsmaterial der Taschen erfahren hat, als Argument für die Auffassung benützt, dass sich die Gesammtheit der Vorgänge während der Faltung des Juragebirges abgespielt habe. Dass das „Taschenphänomen“ endlich, soweit wir wissen, sich auf die Gegend zwischen Biel und Neuveville beschränkt, suchen die Verfasser aus dem Zusammentreffen von zwei Umständen zu erklären, erstens aus der ungewöhnlich starken Schichtenneigung in dieser Gegend und zweitens aus dem Fehlen einer widerstandsfähigen Gesteinsdecke über dem Neocom, als welche der — weiter im S. vorhandene — Urgonkalk hätte functioniren können. Wenn derselbe auch hier vorhanden gewesen wäre, so hätte er oberflächliche Rutschungen des Neocoms verhindern müssen.

Gegen diesen Erklärungsversuch lassen sich mehrere durchaus berechtigte Einwände erheben.

In erster Linie ist zu betonen, dass die allgemeinen Lagerungsverhältnisse in der Seekette keineswegs derart gestört sind, dass man in ihrem Gefolge so ungewöhnliche und örtlich sehr stark gesteigerte Dislocationen erwarten könnte. Weder ist die Aufwölbung der Kette besonders stark, noch sind irgendwelche Anzeichen besonderer Complicationen, wie Faltenüberschiebungen oder Einbruchserscheinungen, denen der nordschweizerischen Ketten vergleichbar, zu sehen. Wenn

aber wirklich tektonische Dislocationen solcher Art die „Taschenbildung“ ermöglicht haben, ausserdem derselben zeitlich nachgefolgt sind, wie SCHARDT und BAUMBERGER annehmen, so müssen sie doch wohl mit der Faltung des Juragebirges verknüpft gewesen sein und wie diese in die Zeit des jüngeren Tertiärs fallen. Nun darf es nach Allem, was wir über den Betrag der Abtragung in diluvialer Zeit wissen, als ausgemacht gelten, dass zur Zeit der Faltung des Juragebirges die Ausdehnung der Molasse eine erheblich grössere war, als jetzt, und dass sie damals die mesozoische Unterlage noch in der Form einer geschlossenen Decke überkleidet hat. Der heutige Zustand, in welchem die Molasse sich auf einzelne, oft weit getrennte Denudationsreste in den Becken und Synklinalen des Gebirges beschränkt, hat sich vielmehr erst im Verlaufe der einzelnen Phasen der Diluvialzeit herausgebildet. Wer diese Auffassung theilt, kann daher nicht wohl daran zweifeln, dass die Molasse zur Bildungszeit des Gebirges ebensogut als schützende Decke gegen Rutschungen in den höchsten Lagen der mesozoischen Schichtenfolge functionirt haben müsste, wie etwa der Urgonkalk, welchem SCHARDT und BAUMBERGER diese Rolle in anderen Gegenden des Jura vindiciren möchten. Wollte man aber dennoch die mir unbegreifliche Annahme machen und sich die „Taschen“ unter einer mächtigen Molassendecke entstanden denken infolge von gleitenden Bewegungen, so wäre doch nicht recht einzusehen, warum derselbe Vorgang in der einen oder anderen Ausgestaltung nicht so ziemlich überall im Jura stattgefunden haben sollte. Ganz besonders merkwürdig wäre es aber, dass diese Dislocationen am Bieler See, gewissermaassen in Vorahnung zukünftiger Verhältnisse, gerade nur in den jetzigen Niveau eingesetzt hätten, welches heute durch mehrfach wiederholte Erosionen und glaciale Abtragungen als Oberfläche der Seekette herausmodellirt ist, derart, dass überall schon Aufschlüsse von wenigen Metern Tiefe dem heutigen Forscher ein bequemes Untersuchungsobject gewähren könnten.

Nicht unbedenklich erscheint mir auch die Annahme, welche BAUMBERGER und SCHARDT zur Erklärung der gegen die Schichtenneigung zwischen den Bänken des marbre bätard sich aufwärts ziehenden Einschaltungen herbeiziehen, nämlich

ein Abwärtsgleiten der hangenden Bänke über die in die Querspalten hineingerutschten jüngeren Neocomschichten. Dass ein solcher Vorgang möglich ist, soll nicht geleugnet werden, aber irgendwelchen Anhalt dafür, dass er in dem fraglichen Gebiete wirklich eingetreten sei, habe ich nicht finden können, keinesfalls in dem Maasse, welches dafür angenommen werden müsste. Rutschflächen, die auf minimale Verschiebungen nach verschiedenen Richtungen deuten, giebt es in fast allen Aufschlüssen der Gegend genug, sie sind auch, wie ich die Beobachtungen von BAUMBERGER und SCHARDT bestätigend bemerken will, an „taschenfreien“ Stellen oft massenhaft vorhanden. Aber ausgedehntere in der Neigungsrichtung der Schichten erfolgte Verschiebungen sind gerade in den Aufschlüssen, wo sie erkennbar sein müssten, wie in und neben der grossen Tasche beim Holzplatz von Ligerz nicht zu beobachten.

Ich glaube vielmehr, dass nicht tektonische und Gleitungsvorgänge das Taschenphänomen erzeugt haben, und gehe bei meinem Erklärungsversuche von folgenden Thatsachen aus, die BAUMBERGER und SCHARDT nur unvollkommen erkannt und bei ihrem Erklärungsversuche ganz unberücksichtigt gelassen haben, nämlich:

1. Von dem durchaus oberflächlichen und örtlich rasch wechselnden Charakter der dortigen Dislocationen überhaupt, soweit sie sich von dem herrschenden Typus des Faltenwurfes entfernen, der die Juraketten in jener Gegend beherrscht, sowie von der Eigenartigkeit und local gesteigerten Intensität der Dislocationen, die sich weder durch seitliche Faltung noch durch Einbruch oder Abgleiten, sondern nur durch einen von aussen und oben auf die Seekette wirkenden Druck verstehen lassen.

2. Von der Beschränkung der Erscheinung auf eine Gegend, die im Bereiche der letzten alpinen Vereisung und in einem besonders ausgezeichneten Bezirke derselben liegt.

Zu 1. ist in erster Linie darauf hinzuweisen, dass die bis jetzt bekannt gewordenen „Taschen“-Aufschlüsse nur bis zu einer sehr geringen Tiefe, durchschnittlich bis 5, im allerhöchsten Falle wohl bis 10 m unter die jetzige Oberfläche hinabreichen und dass es, nach diesen Aufschlüssen zu ur-

theilen, durchaus unwahrscheinlich ist, dass derartige Dislocationen in grössere Tiefen fortsetzen. Dasselbe gilt aber auch für die zahlreichen Rutschflächen, wie sie bei Bipschal im taschenfreien Urgonkalk auftreten. Lehrreich in dieser Beziehung ist besonders der Steinbruch am Holzplatze von Ligerz, wo man sieht, wie unter den dislocirten taschenführenden Lagen sich taschenfreie und normal gewölbte Bänke einstellen. Dieses Vorkommniss hat mir denn auch besonders als Vorbild für den Entwurf der Lagerungsverhältnisse beim Taschentypus (Fig. 1, b) gedient. Manche Aufschlüsse reichen zwar nicht so tief hinab, um das Vorhandensein normaler Lagerungsverhältnisse unter dem gestörten Hangenden mit gleicher Klarheit zu beobachten, allein bei La Baume z. B. liegt die Sache ganz ähnlich. Ganz allgemein gilt nun aber für die in Rede stehenden Dislocationen, dass sie ganz ausserhalb des Rahmens der Jura-Dislocationen stehen. Wenn die scharfe Knickung eines durch Gebirgsfaltung erzeugten Gewölbes gesetzmässig zu derartigen Störungen führen würde, so dürfte man voraussetzen, dass an den zahlreichen Stellen im Juragebirge, wo ähnliche und namentlich noch viel stärkere Knickungen vorkommen, auch ähnliche Complicationen zu beobachten seien. Das ist aber nach meinen persönlichen Erfahrungen und, soviel ich aus der Literatur ersehe, nicht der Fall. Als ein Unterschied von den durch Faltung erzeugten Dislocationen wäre sodann hervorzuheben, dass alle am Bieler See beobachteten Störungen einen ungewöhnlich hohen Grad von Unregelmässigkeit und örtlich wechselnder Intensität und Ausgestaltung tragen, wie wir ihn bei tektonischen Vorgängen wohl nirgends finden. Der Wechsel vollzieht sich hier nicht auf Strecken von Kilometern oder Hektometern, sondern auf Strecken von Dekametern. Von einer kartographischen Auszeichnung könnte selbst auf einer Specialkarte nicht die Rede sein, und eine Gesetzmässigkeit könnte man nur darin finden, dass eine solche eben fehlt, sobald man sie aus tektonischen Ursachen herzuleiten versucht, dagegen vorhanden ist, wenn man die Erscheinungen auf Druckwirkungen zurückführt, die mit örtlich rasch wechselnder Intensität von aussen, bezw. von oben her erfolgt sind. Dafür lassen sich im Besonderen die Thatsachen anführen, dass

allgemein Hangendes in Liegendes eingekellt wurde, dass Reibungsbreccien gebildet wurden, die in die Tiefe nicht fortsetzen und dass die eingekellten Neocommergel eine Stopf-fältelung erfuhren — alles Erscheinungen, welche in wesentlich ähnlicher, wenn auch entsprechend der Verschiedenheit örtlicher Verhältnisse in wechselnder Weise bei glacial gestauchten Schichtgesteinen anderer Gegenden wiederkehren, dagegen weder als Erzeugnisse der Gebirgsfaltung noch des Ab-rutschens bekannt sind.

Angesichts dieser offenkundigen Übereinstimmung mit den Wirkungen des Eisdrucks wird unsere Aufmerksamkeit besonders auf die Thatsache gelenkt, dass die „Taschen“-Erscheinungen — soweit uns bekannt — auf eine bestimmte, eng umgrenzte Gegend des Juragebirges beschränkt sind. Die Gegend liegt im Bereiche der letzten alpinen Eisbedeckung, deren äussere Grenze durch den 35–40 km weiter vorliegenden Endmoränenzug von Wangen bezeichnet wird. Der aus dem Rhone- und Aarthal kommende Eisstrom, mit welchem auch die Eisströme der Freiburger Alpen verschmolzen, bewegte sich über die Gegend des Bieler Sees in einer Mächtigkeit von etwa $\frac{1}{4}$ km¹ hinweg, indem er sich an dem entgegengesetzten Concav-Rande des Juragebirges entlang zwängte und die innerste Kette vollständig überdeckte. Alle bisher gefundenen Taschen liegen tief unter der damaligen Oberfläche des Rhône-Aare-Eisstroms, meist nur in ganz geringen Höhen über dem Spiegel des Bieler Sees. Die Gegend des Sees darf aber auch als eine bevorzugte Stelle für die Verstärkung des Eisdrucks angesehen werden, weil der Saane-Eisstrom unter spitzem, der Aare-Eisstrom unter nahezu rechtem Winkel auf den Rhonestrom stiessen², und wenn sie auch den gewaltigen Nachbar nicht bei Seite drängen und

¹ Das erratische Material der letzten Eiszeit liegt nach meinen Beobachtungen am Ostabhange der Chasseral-Kette, oberhalb Nods in einer Höhe von etwa 1100 m. Der Höhenunterschied zwischen diesem Punkte und dem Boden des Bieler Sees, der eher durch glaciale Aushöhlung als durch Senkung entstanden ist, beträgt rund 700 m.

² Die Endmoränen der Gegend von Bern bezeichnen bereits eine Rückzugsphase des Aare-Eisstroms, wie BALTZER gezeigt hat. Vergl. für die obigen Ausführungen BALTZER's Schrift: Der diluviale Aar- und Rhonegletscher. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1896. 48. 652. t. XVI.

sich einen selbständigen Weg bis zum Juragebirge bahnen konnten, so mussten sie doch seine Druckwirkung gegen und auf die Seekette erheblich steigern, da diese in der Richtung der parallelogrammatischen Resultante lag.

Die heutige Oberflächengestaltung des Innerrandes des Juragebirges ist nun aber gerade im Wesentlichen das Ergebniss der Abschürfung zur letzten Eiszeit. Das wird hinreichend durch die Rundhöcker-Gestaltung des Gebietes, das häufige Vorkommen von glacial gehobelten und geschrammten Oberflächen der Kalksteine zwischen Neuenburg und Solothurn, sowie durch die Verbreitung der Grundmoräne der letzten Eiszeit in diesen Gebieten bewiesen.

Das sind die Thatsachen, welche mich veranlassen, das „Taschen“-Phänomen nicht durch Gebirgsfaltung und Rutschungen, sondern durch Eisdruck zu erklären. Ich stelle mir vor, dass zu Beginn der letzten Eiszeit die Seekette sowohl in ihren oberflächlichen wie in ihren tieferen Lagen noch eine normale Beschaffenheit besessen hat, dass mithin die Knickung der oberflächlichen Lagen ebenso wie die „Taschen“-Erscheinungen noch fehlten; ferner, dass die Schichtenfolge des Neocoms noch vollständiger war, als heute, dass im Besonderen das Mittelneocom noch vielfach in der Form grösserer Erosionsflecke vorhanden war. Als dann der von SW. kommende Rhône-Eisstrom zunächst noch in geringerer Mächtigkeit sich an der Seekette entlang drängte, erfuhr diese eine seitliche Pressung, wodurch die oberflächlichen Lagen ihres südöstlichen Abhanges etwas eingedrückt und geknickt wurden. So entstanden die radialen Längsspalten und Abhübe in den dicht unter der Oberfläche befindlichen Kalken des marbre bâlard, welche aber nur bis zu geringer Tiefe fortsetzten. Als dann später das immer mehr anschwellende Eis die Seekette überdeckte und sich auf ihr entlang schob, wurden die weichen Lagen des Mittelneocoms in die Spalten hineingedrückt, wobei auch die wenig mächtigen Bänke des Limonitkalks, hier und da auch Theile des marbre bâlard zertrümmert und theilweise in die Neocomergel mit eingeknetet wurden. Es begreift sich wohl, dass bei diesem Vorgange überall dort, wo der marbre bâlard noch von Neocomergeln überdeckt war, das Material der

alpinen Grundmoräne nicht mehr in die Spalten und „Taschen“ hineingelangen konnte, da diese bereits mit dem plastischen Material des Hangenden vollgestopft waren. Die obersten Bänke des festen marbre båtard schützten dabei die Taschenausfüllungen vor dem Eindringen des Grundmoränenmaterials, welches vielmehr nur deckenartig den Kalk überzog. Heute ist nun ein grosser Theil der früheren Moränendecke entfernt, vorwiegend dort, wo die Steilheit des Gehänges die Abtragung förderte, und hier liegen die „Taschen“-Kalke unbedeckt zu Tage. Wenn wir aber plateauartige Absätze am Abhange der Seekette oder ihre Höhe selbst betreten, setzt sofort die Moränenbedeckung ein. Ich halte es daher nicht für zugänglich, aus dem Fehlen von alpinem Erraticum in den jetzt sichtbaren „Taschen“ mit BAUMBERGER und SCHARDT den Schluss zu ziehen, dass die Eiswirkung bei der Erklärung des „Taschen“-Phänomens nicht in Frage kommen könne. Es ist vielmehr zu vermuthen, dass dort, wo noch eine Bedeckung von Erraticum über einer Tasche vorhanden ist, alpine Gerölle in den obersten Lagen der Taschenausfüllungen angetroffen werden mögen. Dass sie nicht in den Tiefen der Taschen selbst vorkommen, begreift sich ja leicht.

So wüsste ich nicht, wie man das Taschen-Phänomen und die Gesammtheit der damit verknüpften Erscheinungen einfacher und befriedigender erklären könnte, als durch den Druck des alpinen Inlandeises, welches zur letzten Eiszeit über die Gegend des Bieler Sees hinwegging. Diese glacialen Stauchungserscheinungen stehen aber mit der Faltung des Juragebirges in keinem Zusammenhang.

Ich möchte diesem Ergebnis eine gewisse Bedeutung deshalb beilegen, weil ihrer Entstehung nach gleiche, wenn auch in ihrer Ausgestaltung mannigfach abweichende Erscheinungen in anderen Gegenden denselben Meinungsverschiedenheiten unterworfen sind, wie die „Taschen“ der Seekette. So hat noch kürzlich PENCK¹ Veranlassung genommen,

¹ Geomorphologische Probleme aus Nordwest-Schottland. Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin. 32. 1897. Separatabzug S. 38.

im Anschluss an v. KOENEN die grossartigen Dislocationen, welche sich im Untergrunde des norddeutschen Tieflandes finden, für echte Faltungserscheinungen und nicht für Wirkungen des Eisschubes zu erklären, und sich dabei auf das Fehlen ähnlicher Erscheinungen in den Alpen und in Skandinavien berufen.

Es ist nun von vornherein wahrscheinlich, dass derartige Phänomene nicht gleichmässig über die früher vom Inlandeise bedeckten Gebiete vertheilt sind, dass ihr Auftreten vielmehr bestimmte günstige Prädispositionen zur Voraussetzung hat. Zu diesen gehört wohl in erster Linie das Vorhandensein von mehr oder weniger plastischen Sedimenten oder von Wechselagerungen solcher mit spröden Gesteinen. In den Massengesteinen und krystallinen Schiefen Skandinaviens und der alpinen Centralketten können wir überhaupt nicht erwarten sie anzutreffen. Weiterhin scheinen auch nicht die Ausgangsgebiete der Vereisung, in denen das Eis im Allgemeinen auf geneigter Unterlage abwärts sich bewegte, sondern die peripheren Gebiete, in denen das Eis gegen grössere Widerstände gepresst wurde, der Ausbildung glacialer Faltungserscheinungen in grösserem Maassstabe günstig gewesen zu sein. An Erscheinungen, die auf den Druck des Inlandeises zurückgeführt werden müssen, fehlt es in den Alpen ungeachtet der gegentheiligen Behauptung PENCK's nicht. So sind vor dem Ausgange des Weisstannenthals oberhalb Mels am Walensee die Verrucanoschiefer unter einer Bedeckung von Grundmoräne stark gefaltet, während das ganze Schichtsystem nur flach gegen NO. einfällt. Es mag auch daran erinnert werden, dass die Trümmerstructur der Tomas zwischen Chur und Reichenau, die während des Baues der Bahnlinie zwischen beiden Orten besonders deutlich zu seher war, von ROTHEPLETZ und mir auf die Druckwirkung des Rheingletschers zurückgeführt wird¹, und dass man diese Zertrümmerung des harten Malmkalks als das mechanische Aequivalent der Stauchungen und Faltungen in plastischen Sedimenten auffassen darf. Das Taschenphänomen am Bieler See

¹ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1895. 47. 46. — Ber. oberrhein geol. Ver. 1895. 28. 39.

welches ich als Wirkung des Eisdrucks erklärt habe, gehört ebenfalls in die Reihe glacialer Faltungserscheinungen im peripheren Gebiete der alpinen Vereisung.

Ebenso kann über den Ursprung der jungen Faltungen in Norddeutschland jetzt ein Zweifel nicht mehr bestehen, nachdem gerade die mächtigsten Auffaltungen, die der Finkenwalder Buchheide, trotz ihrer frappanten Ähnlichkeit mit tektonischen Bildungen, als Aufpressungen des Eises der letzten Eiszeit an einem entgegenstehenden Steilrande festgestellt worden sind¹. Konnte doch den Theilnehmern der geologischen Excursion ins norddeutsche Flachland im October 1898 in der Cementgrube „Stern“ als das Liegende der grossen nach SW. übergelegten Kreide-Oligocän-Falte² nicht nur der untere Diluvialsand, sondern darunter noch der untere Geschiebemergel gezeigt werden, der gerade Tags zuvor in der Tiefe der Grube aufgedeckt worden war! Nach diesen Befunden, die sich früheren ähnlichen zur Seite stellen, ist es nicht einmal mehr ohne Weiteres statthaft, die mächtigen Vorkommnisse von Kreide und Tertiär in jener Gegend als anstehend zu betrachten; sie dürften viel eher als vom anstehenden Untergrunde theilweise oder ganz abgelöste und in die Grundmoräne eingewickelte Schollen aufzufassen sein. Für die meisten Kreidevorkommnisse des südöstlichen Minnesota, welche ebenfalls z. Th. gestört sind, hat kürzlich SARDESON nachweisen können³, dass sie nicht anstehen, sondern nur Schollen in der Grundmoräne bilden. Das intrusive Auftreten des Boulder clay, wie es DWERRYHOUSE aus Cheshire beschrieben hat⁴, gehört auch in diese Kategorie der oberflächlichen Faltungen. Wer diese Erscheinungen nicht auf Eisdruck zurückführt, sondern sie für die Folgen der Krustenfaltung halten möchte, sollte nicht übersehen, dass sie sowohl in ihrer Verbreitung wie auch zumeist in ihrer Ausgestaltung sich von dem Typus tektonischer Dislocationen wesentlich

¹ WAHNSCHAFFE im Führer für d. Excursionen d. deutsch. geol. Ges. i. d. norddeusch. Flachland. 1—16. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. 1897.

² Ebenda. Fig. 6. p. 14.

³ Journ. of Geology. 6. 679. 1898.

⁴ Glacialists Magazine. 1. 9. 1893.

unterscheiden. Besonders erstaunlich aber wäre es, wenn gerade die „Firste“ von echten Faltungszonen Dislocationen zeigten, welche nur durch eine sehr intensive und örtlich rasch wechselnde Druckwirkung von oben und von der Seite erklärt werden können.

Eine Erscheinung, die in verschiedenen Gegenden beobachtet worden ist, ohne dass es zumeist gelungen wäre, eine befriedigende Erklärung dafür zu finden, gehört meiner Meinung nach auch in die Kategorie der Eisdruckwirkungen; ich meine die Rutschflächen, welche unabhängig vom tektonischen Aufbau einer Gegend auftreten. Ich besprach ihr Vorkommen bereits bei der Erörterung des Taschenphänomens und erklärte sie als eine Folge und Begleiterscheinung der Glacialpressung. Derartige Rutschflächen treten nun in weiter Verbreitung nicht nur im Faltengebirge, sondern auch im Tafellande auf. Wo sie an nachweisbare Verwerfungen geknüpft sind oder im Sinne der vorhandenen Faltung verlaufen, bieten sie nichts Auffälliges. Oft aber trifft keines von beiden zu. So hat FR. PFAFF¹ in dem Buntsandsteingebiete im N. des Wiesenthals mehrfach Gleitflächen beobachtet, die mit den herrschenden Dislocationen, den Verticalverschiebungen, in keinerlei Zusammenhang stehen, d. h. auf eine ungefähr horizontale Verschiebung der Schichten gegeneinander hinweisen und deren NO.—SW.-Richtung spitzwinkelig zu den beiden Verwerfungssystemen jener Gegend (N.—S. und WNW.—OSO.) verläuft. Ich selbst habe solche Rutschflächen auch nicht selten in diesem Gebiete und anderorts beobachtet, mir ihre Entstehung durch tektonische Vorgänge nie recht erklären können, namentlich auch deshalb nicht, weil in Aufschlüssen von geringer Tiefe diese Erscheinung verhältnissmäßig häufig und gut, in solchen von grösserer Tiefe dagegen selten und weniger ausgeprägt wahrgenommen wird.

Im schweizer Jura hat ROLLIER sich kürzlich mit diesem Problem beschäftigt². Auch dieser Forscher erkennt an, dass

¹ Ber. nat. Ges. Freiburg i. B. 7. 125, 151. 1893.

² Eclog. Geol. Helv. 5. 524. 1898. Beiläufig bemerke ich, dass ROLLIER sich in dieser Notiz ebenfalls gegen den geodynamischen Ursprung der „Taschen“ am Bieler See ausspricht.

hier eine noch nicht hinreichend studirte Erscheinung vorliegt und glaubt beobachtet zu haben, dass die Rutschflächen im Allgemeinen schräg zu den Jurafalten und in horizontalem Sinne von SO. nach NW. verlaufen.

Ich zweifle nicht daran, dass sich hier wie dort die im horizontalen Sinne ausgelösten Rutschflächen vielfach nur als Wirkungen des Eisdrucks werden erklären lassen und dass sie somit zu der Kategorie der mannigfaltig gestalteten infraglaciacalen Dislocationen gehören.
