

Die Bedeutung der Solifluktion für die Erklärung deutscher Landschafts- und Bodenformen.

Von W. Salomon (Heidelberg).

(Mit Tafel I.)

Literatur.

- 1) I. G. ANDERSSON, Solifluction, a component of subaërial Denudation. *Journal of Geology*, XIV, 1906, S. 91—112.
- 2) I. G. ANDERSSON, Contributions to the geology of the Falkland Islands. *Wissenschaftliche Ergebnisse d. Schwedischen Südpolarexpedition 1901—1903*. Stockholm 1907.
- 3) G. GÖTZINGER, Beiträge zur Entstehung der Bergrückenformen. *Geogr. Abhandl.*, IX, 1. Leipzig 1907 (bei Teubner).
- 4) W. v. LOZINSKI, Über die mechanische Verwitterung der Sandsteine im gemäßigten Klima. *Bull. Acad. Sciences Cracovie. Classe des sciences mathémat. et natur.* Januar 1909. S. 10—25.
- 5) W. v. LOZINSKI, Die periglaziale Facies der mechanischen Verwitterung. *Naturwiss. Wochenschrift*, 8, X, 1911, S. 641—647.
- 6) S. PASSARGE, Wüstenformen in Deutschland. *Geographische Zeitschrift*, 1911, S. 579.
- 7) S. PASSARGE, Über die Abtragung durch Wasser, Temperaturgegensätze und Wind, ihren Verlauf und ihre Endformen. *Ebenda* 1912, S. 79 u. f.
- 8) K. SAPPER, Erdfließen und Strukturboden in polaren und subpolaren Gebieten. *Geolog. Rundschau*, 1913, IV, S. 103—115. Hier umfangreiches Verzeichnis der Solifluktionsliteratur.
- 9) BERTIL HÖGBOM, Über die geologische Bedeutung des Frostes. *Bull. Geol. Institut Upsala*, XII, 1914, S. 257—390. Ebenfalls mit umfassendem Literaturverzeichnis.
- 10) G. KLEMM, *Odenwaldführer*. Berlin 1910. Bornträger. S. 28—29, 135 und an anderen Orten.

Außer den hier aufgeführten 10 Arbeiten, die entweder ein allgemeineres Interesse beanspruchen oder für die vorliegenden Betrachtungen von besonderer Bedeutung sind, findet der Leser im Text noch eine Reihe von Einzeluntersuchungen zitiert. Ich bemerke aber ausdrücklich, daß es außerdem noch eine Fülle von Angaben über Felsenmeere und andere für die Solifluktion in Betracht kommende Bodenformen gibt, die in der lokalen und z. T. auch in der halbpopulären Literatur zerstreut sind. Es war für mich zwecklos und unmöglich, sie für die vorliegende kleine Arbeit zu sammeln. Ich bitte daher um Entschuldigung, wenn mir eine wichtigere Angabe entgangen sein sollte.

Die große Bedeutung, die mir die schöne HÖGBOMSche Arbeit für uns in Deutschland, aber auch für viele andere Gegenden zu haben scheint, bestimmt mich dazu, dem im Titel bezeichneten Thema eine etwas ausführlichere Darstellung zu widmen.

Schon seit langer Zeit ist von einigen Forschern vermutet worden, daß bestimmte Bodenformen, insbesondere die Felsenmeere einiger deutscher Mittelgebirge, sowie mancher Hochtäler und Kare der Alpen nicht unter den klimatischen Verhältnissen der Gegenwart entstanden seien. Die Ansichten über ihre Entstehung blieben aber sehr verschieden; und im großen und ganzen dürfte doch die Meinung vorherrschend geblieben sein, daß die Blockmeere durch Akkumulation kleiner Vorgänge der Gegenwart langsam entstanden seien und sich auch noch weiter bildeten. Wenn man das aber aus besonderen Gründen nicht für möglich hielt, so griff man meist zu der Annahme ihrer Erzeugung durch wirkliche Gletscher und faßte sie als Grund- oder Stirnmoränen der Diluvialzeit auf. — Ich selbst habe die ausgedehnten Blockmeere der Adamellogruppe als Firnmoränen gedeutet¹⁾ und möchte sie auch heute noch wenigstens zum Teil so auffassen. Die Felsenmeere und Blockanhäufungen des kristallinen Odenwaldes sind von C. CHELIUS eingehend geschildert worden²⁾. Er hat einen kleinen Teil von ihnen für diluviale Grund- oder Endmoränen gehalten, die hauptsächlichsten und bekanntesten Vorkommnisse aber aus dem Klima der Gegenwart heraus erklärt. »Die Felsenmeere am Felsberg entstanden durch Verwitterung des dort anstehenden Hornblendegranits, Fortspülung des Verwitterungsgruses und Bloßlegung der festeren Kernstücke. Die Blöcke sind dort nicht transportiert worden.« Die CHELIUSSche Schilderung dieser und anderer Felsenmeere des kristallinen Odenwaldes enthält eine Anzahl sehr guter, wenn auch von ihm zum Teil noch nicht richtig gedeuteter Beobachtungen. Wir kommen darauf noch zurück.

Auch im Buntsandstein-Odenwald, im Pfälzer Wald und in anderen deutschen Buntsandsteingebirgen kommen Felsenmeere vor. Zu ihrer Erklärung hat man wohl meist angenommen, daß die widerstandsfähigen Schichten, aus denen die Blöcke stammen, eine Zeit lang überhängende oder vorspringende Gesimse gebildet hätten, und durch Frostsprengung und Herunterrollen der Blöcke in Felsenmeere verwandelt worden seien.

1) Die Adamellogruppe. Abhandl. Wien. geol. Reichsanstalt, XXI, 1908, S. 91. 1910, S. 485.

2) Geologischer Führer durch den Odenwald. Gießen bei Emil Roth. 2. Aufl., 1906, S. 37—45. 1. Aufl., 1905, S. 34—41. (Stuttgart bei Hobbing u. Büchle.) Ursprünglich wörtlich, aber mit einer Zusammenfassung unter dem Namen: »Die Bildung der Felsenmeere im Odenwald«. Z. d. Deutsch. Geol. Ges., 1896, 48, S. 644—651. CHELIUS gibt auch zahlreiche schematische Figuren, ein gutes Bild des bekanntesten Felsenmeeres am Felsberg, Angaben über die Dimensionen der Blockströme und Blöcke, ihre Exposition und ihr Vorkommen. Ich verweise in dieser Hinsicht auf seine ursprüngliche Darstellung.

SCHMITTHENNER hat in seiner wertvollen Arbeit über die Oberflächen-gestaltung des nördlichen Schwarzwaldes¹⁾ ausdrücklich gesagt: »Wir brauchen nicht mit LOZINSKI ein anderes Klima zu ihrer Erklärung (nämlich der Felsenmeere) zu Hilfe zu rufen, obwohl manches dafür spricht, daß die Verwitterung des Buntsandsteins in große Blöcke in der Eiszeit eine lebhaftere war als heute. . . . Die Felsenmeere des polnischen Mittelgebirges mögen wirklich im Sinne LOZINSKIS als periglaziale Facies der Verwitterung zu erklären sein. . . . Die Felsenmeere im Odenwald sind sicherlich durch Ausspülung zustande gekommen. Am Felsberg hört man ja überall das Wasser unter den Blöcken rauschen« (S. 34). SCHMITTHENNER zeigt übrigens auch, daß die sicher heute noch aktiven »Schliffe« des Schwarzwaldes durch alle möglichen Übergänge mit Felsenmeeren verbunden sind und folgert daraus, wohl mit Recht, daß auch heute noch durch sie Felsenmeere entstehen können.

Eine sehr objektive und gute Darstellung der Felsenmeere des Harzes verdanken wir ERDMANNSDÖRFFER (Über Blockströme am Ostrande des Brockengranitgebietes. VII. Jahresbericht d. niedersächs. geol. Vereins 1914, S. 53—58). ERDMANNSDÖRFFER zeigt, daß es in seinem Gebiet zwei Arten von »Blockströmen« gibt. Bei der einen Gruppe scheinen ihm die Verhältnisse für die Grundmoränennatur der Gebilde zu sprechen. Er sagt aber ausdrücklich: »An zahlreichen, direkt dem Anstehenden entnommenen Stücken ist eine undeutliche Kritzung zu erkennen, doch ist sie an dem bisher gefundenen Material nicht so typisch, daß man sie mit solchen sicher glazialen Ursprungs identifizieren müßte.« Dazu möchte ich bemerken, daß ich es für sehr wahrscheinlich halte, daß man in den später zu beschreibenden Solifluktionsströmen ebenso gut wie in Muhren Kritzung passender Gesteine zu erwarten hat. Reicht doch, wie BERNAUER vor kurzem gezeigt hat, schon der Druck von Eisstauungen aus, um auf Kalksteingeröllen von Flußkiesen Kritzungen entstehen zu lassen²⁾.

Bei der zweiten Gruppe hält ERDMANNSDÖRFFER mit dem Urteil zurück. Er lehnt aber die Erklärung durch Gletscher ab und hält die »Annahme einer kombinierten Wirkung von Gehängetransport und fluviatiler Fortbewegung für die natürlichere Erklärung.«

Die aufgeführten Angaben reichen wohl aus, um zu zeigen, daß man bis in eine nicht ferne Vergangenheit, ja bis in die Gegenwart hinein die Felsenmeere meist aus recenten Vorgängen erklärt, in einigen Fällen aber auch auf die Gletscher der Diluvialzeit zurückgeführt hat.

1906 und 1907 erschienen nun auf der einen Seite die schönen GÖTZINGERSchen Untersuchungen über das Gekriech (3), auf der anderen die ausgezeichneten ANDERSSONSchen Arbeiten über Solifluktion (1)

¹⁾ Heidelberger Dissertation. Karlsruhe, Braun, 1913.

²⁾ Jahresber. u. Mitteilungen des Oberrhein. geol. Ver. N. F. Bd. 5, Jahrg. 1915, Heft 1, S. 26—30.

und Blockströme (1 und 2) in polaren bzw. subpolaren Gebieten. GÖTZINGER bemühte sich zu zeigen, daß auch in der Gegenwart in unserem Klima die lockeren Schuttmassen in einer dauernden langsamen Bewegung nach unten begriffen seien. Er gab ihr den Namen »Gekrieche«, schätzte ihr Ausmaß je nach Steilheit der Gehänge und dem Grad der Durchfeuchtung auf manchmal 3—5 cm im Jahr und führte einen nicht unerheblichen Teil unserer heutigen Bodenformen auf sie zurück.

J. G. ANDERSSON war der erste, der die sehr starken Fließbewegungen des Bodens der polaren Gebiete genauer untersuchte. Er gab ihnen den bezeichnenden Namen Solifluktion, erkannte ihre große Bedeutung und führte die Blockströme der Falklandsinseln bereits auf Solifluktionen der geologischen Vergangenheit zurück. Ja, er wies mit Hilfe der Literatur die recente Solifluktion auch in vielen anderen Gebieten nach und zeigte, daß nicht bloß auf den Falklandsinseln, sondern auch in England (»rubble drift«), auf Gibraltar, im Ural und in Schweden fossile Solifluktionserscheinungen vorhanden sind.

Gegen GÖTZINGERS Darstellung wandte sich PASSARGE (7). Er gab zwar die Existenz des Gekriechs zu, bestritt aber, daß sie in der Gegenwart eine so große Bedeutung habe, wie sie GÖTZINGER angenommen hatte, neigte sich also wohl der Annahme zu, daß die betreffenden Bodenbewegungen fossil sein könnten¹⁾.

Ja, in einer anderen Schrift (6) spricht er das geradezu aus: »Ein anderes höchst auffallendes Gebilde sind im Riesengebirge und am Zobten — wohl auch sonst in unseren Mittelgebirgen — Ströme von eckigen Felsblöcken, die in ziemlich schmalen Zonen von dem Kamm herabsteigen und heutzutage ganz bewaldet sind; es rührt sich jetzt nichts mehr an ihnen, zumal der Böschungswinkel oft ganz flach ist. . . . Meines Erachtens könnten es, wie auf den Falklandsinseln, durch Solifluktion und Abwärtsrücken in polarem Diluvialklima entstandene Steinströme sein.«

Einen ähnlichen Gedankengang hat W. v. LOZINSKI in zwei Arbeiten (4 und 5) schon 1909 und wieder 1911 ausführlich begründet. Er spricht von einer »periglazialen Facies der mechanischen Verwitterung«, indem auch er die Felsenmeere der zentral- und osteuropäischen Mittelgebirge²⁾ als eine fossile Bildung der Diluvialperiode erklärt, die in der Gegenwart nicht mehr entstehe. Seine Auffassung unterscheidet sich aber doch ganz wesentlich dadurch von der ANDERSSONschen, daß er das Wesen seiner »periglazialen Verwitterung in der weitgehenden mechanischen Gesteinszertrümmerung in situ (!) durch die intensive Wirksamkeit

¹⁾ GÖTZINGER hat sich übrigens PASSARGE gegenüber in der Geographischen Zeitschrift (Bd. 18, Heft 4) verteidigt.

²⁾ LOZINSKI (5) hat auch eine Zusammenstellung von Felsenmeeren mitteleuropäischer Gebirge unter Angabe der sie zusammensetzenden Gesteine gegeben.

des Spaltenfrostes« sieht. ANDERSSON legte dagegen bei der von ihm »subglazial« genannten Verwitterungsfacies den größten Wert auf den seiner Ansicht nach oft erheblichen Transport des zerfrorenen Materials.

Mittlerweile war das Interesse an den polaren und subpolaren Bodenbewegungen durch die Spitzbergenreise des internationalen Geologenkongresses 1910 in weite Kreise getragen worden. Eine mannigfaltige, sehr zerstreute Literatur darüber entstand. SAPPER hat das wesentliche Verdienst, sie in einem klaren sehr objektiven Aufsatz in dieser Rundschau (8) zusammengefaßt und kritisch dargestellt zu haben. Und es ist sehr bezeichnend, daß auch er bereits seine Ausführungen mit dem Satze beschließt: »Es bleibt überhaupt in der ganzen Serie von Erscheinungen, welche unter »Erdfluß« und »Strukturboden« einzurechnen wären, eine Menge zur Zeit noch ungelöster Rätsel, die zur weiteren Forschung drängen; und die Ausblicke, die das weitere Studium der Vorgänge für Erklärung geomorphologischer Verhältnisse in polaren und subpolaren Gebieten (ja — bei der in der Eiszeit zweifellos weiter äquatorwärts vorgedrungenen Verbreitung dieser Phänomene — selbst in manchen Gebieten der gemäßigten Zone verheißen, sind so verlockend, daß eine eifrige Inangriffnahme der Probleme in nächster Zeit zu erhoffen steht.«

Es ist nun als sehr erfreulich zu bezeichnen, daß sich BERTIL HÖGBOM, der Spitzbergen durch einen fünfmaligen Aufenthalt genau kennen gelernt hatte, jetzt dieser Aufgabe unterzogen hat. B. HÖGBOM hatte schon 1910 (vor dem Stockholmer Geologenkongreß) wertvolle Beobachtungen über die Bodenbewegungen auf Spitzbergen veröffentlicht und in den beiden folgenden Jahren weitere Mitteilungen darüber gemacht. Jetzt faßt er (9) seine eigenen Beobachtungen mit denen anderer Forscher zusammen, gibt ein sehr umfangreiches Literaturverzeichnis, eine Anzahl, zum Teil recht guter Abbildungen¹⁾ und kommt auf Grund neuer Reisen zu wichtigen allgemeinen Schlußfolgerungen. Vor allen Dingen hebt er die große Bedeutung des »Eisbodens« oder der »Tjäle«, d. h. des gefrorenen Untergrundes, für alle Bodenbewegungen in den sehr kalten Regionen der Erde hervor. Daß die Solifluktion in diesen eine so große, das in unserem Klima analoge Gekriech bei uns eine wesentlich geringere Rolle spielt, das hängt wohl in erster Linie davon ab, daß über der Tjäle der Wechsel von Auftauen und Gefrieren viel häufiger eintritt und viel leichter zum Fließen des Bodens führt. Ja, auch der Zusammenhang zwischen der beweglichen »Oberhaut« des Bodens und dem unbeweglich liegen bleibenden Untergrund dürfte in den Tjäle-Gebieten viel geringer sein, so daß auch dadurch die Bodenbewe-

1) Daß nicht alle gut sind, liegt zweifellos nicht an den Aufnahmen, sondern an dem in der betr. Zeitschrift, wie in vielen anderen, verwendeten, für Textabbildungen unzureichenden Papier.

gungen erleichtert sind¹⁾. So kommt es in den polaren und subpolaren Gebieten zur Bildung einer Fülle von eigentümlichen Bodenformen, die bei uns fehlen, oder doch bisher nur als Seltenheiten in unseren Hochgebirgen nachgewiesen sind²⁾. Dabei hebt natürlich auch HÖGBOM wie LOZINSKI und andere³⁾ die Bedeutung des Spaltenfrostes für das Zerfrieren freistehender Felsoberflächen in Gegenwart und Vergangenheit hervor.

Das Bedeutungsvolle an HÖGBOMS Arbeit liegt aber nicht bloß in dieser zusammenfassenden vortrefflichen Schilderung der gegenwärtigen Wirkungen des Frostes, sondern vor allem in der Erklärung jetziger Bodenformen als Folgen fossiler Frostwirkungen der Diluvialzeit. Er schließt sich darin nicht LOZINSKI, sondern J. G. ANDERSSON an, erweitert aber dessen Beobachtungen ganz erheblich. Er zitiert recente Solifluktionserscheinungen immer unter Angabe der Literatur von den folgenden Punkten: Spitzbergen, König Karls-Land, Bären-Insel, Island, Grönland, Arktisches Nordamerika, Nordsibirien, Novaja Semlja, Kola-Halbinsel und nördl. Finland, Graham-Land, Südgeorgien, Crozet-Inseln, Kerguelen, Skandinavien, Alpen, Zentralasien, Felsengebirge Nordamerikas, Patagonische Anden, Falklands-Inseln, Neuseeland.

Fossile Wirkungen der Solifluktion, nämlich Felsenmeere, die er als Blockströme auffaßt, zitiert er aus England, von Gibraltar, aus dem Odenwald (Felsberg), Taunus, Harz, Bayrischen Wald, Riesengebirge, dem Ural, aus Canada, den Falklands-Inseln und Neuseeland.

Man sieht, daß sich hier der Forschung ein weites Feld eröffnet und daß es für die Auffassung der Landschaftsformen periglazialer Gebiete im Sinne LOZINSKIS von großer Bedeutung ist, festzustellen, welche Bodenformen auf das Klima der Eiszeiten zurückzuführen sind. Wir wollen aber nicht vergessen, was HETTNER in beherzigenswerter Weise in seinem Aufsatz »über die Entwicklung der Landoberfläche«⁴⁾ darüber gesagt hat: »An den über den Firn und die Gletscher aufragenden Gipfeln und auch in einem weiten Umkreis der Vergletscherung, in den periglazialen Gebieten . . . müssen Verwitterung und Denudation anders gewesen sein als heute oder überhaupt in wärmeren Zeiten. Die Frost-

1) DE GEER zeigt nach HÖGBOM in den Geol. Fören. Förhandl., 1904, S. 465 bis 466, daß eine Pferdebahn, die für den Grubenbetrieb in der schwedischen Spitzbergenstation am Kap Thordsen 1872 gebaut war, 1896 durch Solifluktion ganz zerbrochen und verschoben war. Das deutet auf eine beim Gekrieche unbekannte Geschwindigkeit der Arbeit. HÖGBOM selbst sagt von ihr (9, S. 369): »Eine jährliche Verschiebung, die einige Zentimeter oder Dezimeter beträgt, kann als ziemlich mäßig betrachtet werden. Wo sie einen oder einige Meter erreicht, ist die Geschwindigkeit verhältnismäßig groß.«

2) Z. B. durch TARNUZZER in Graubünden.

3) Auch ich hatte z. B. in meinem Bericht über die Spitzbergenreise des Geologenkongresses die enorme Bedeutung des Zerfrierens für die Landschaftsformen Spitzbergens betont. Geol. Rundschau, 1910, I, S. 302 u. f.

4) Geographische Zeitschr., XX, 1914, S. 141.

verwitterung und der Bodenfluß müssen eine größere Rolle gespielt haben. Aber da es sich dabei meist nicht um eine Änderung im Wesen der Verwitterung und Denudation, sondern nur um eine graduelle Änderung handelt, ist es oft schwer, die periglaziale Bodengestaltung von der heutigen zu unterscheiden. Wie es ja leicht geschieht, ist man in der Auffindung periglazialer Wirkungen teilweise schon zu weit gegangen und hat Formen, die zweifellos erst in der Gegenwart gebildet worden sind, da sie sich ganz entsprechend auch an menschlichen Bauwerken finden, der Eiszeit in die Schuhe geschoben.«

Obwohl ich die Felsenmeere des Odenwaldes seit langer Zeit aus eigener Anschauung kannte, hatte ich mich nie eingehend mit dem Gegenstand beschäftigt und mich daher auf meinen Unterrichtsausflügen auch damit begnügt, die im vorstehenden angeführten Erklärungen von CHELIUS, bzw. die Auffassung, wie sie etwa LOZINSKI hat, wiederzugeben. Mein Besuch Spitzbergens, der mich zuerst mit der außerordentlichen Intensität der Frost- und Gleiterscheinungen in den kalten Gebieten vertraut machte, dann aber vor allen Dingen BERTIL HÖGBOMS Arbeit (9) brachten mich nun dazu, die Felsenmeere des Odenwaldes von neuem aufzusuchen und genauer zu studieren.

Wir haben im Odenwalde, wie schon erwähnt, Felsenmeere sowohl im kristallinen Gebiet¹⁾, wie im Buntsandsteingebiet, wo sie z. B. in der unmittelbaren Umgebung von Heidelberg am Königsstuhl ausgezeichnet entwickelt sind. Die genaue Untersuchung der Granitfelsenmeere zeigte mir nun, daß manche Blockanhäufungen auf Gipfeln sehr wohl in der Weise erklärt werden können, wie das CHELIUS getan hat und auch KLEMM für bestimmte Vorkommnisse in Übereinstimmung mit ihm tut, nämlich »durch Ausspülung der Verwitterungsrinden um die großen Wollsäcke des Hornblendegranits«. In anderen Fällen (10, S. 214) mag es sich um Sturzhalden handeln. Aber gerade bei den berühmtesten und schönsten Vorkommnissen auf den Hängen des Felsberges ist eine so ausgesprochene Stromform da, entfernen sich die Felsenmeere so weit von ihren vermutlichen Ursprungspunkten, ziehen sich über so flache Stellen der von ihnen eingenommenen Rinnen hinweg, daß ich sie nur für Blockströme im Sinne von J. G. ANDERSSON und B. HÖGBOM zu halten vermag. Man vergleiche das erste Bild auf Taf. I, das die Stromform wohl besser zum Ausdruck bringt als die bisher veröffentlichten Abbildungen. Ich sah auch kein Anzeichen dafür, daß die Bildung und Bewegung dieser Blockströme heute noch fortgehe. Nicht in der Gegenwart sind sie durch Gekriech, durch Sturz von vorspringenden Felswänden, durch Liegenbleiben in situ bei Wegspülung des Zwischenmaterials entstanden, sondern sie verdanken ihre Bildung der geologischen Vergangenheit und zwar einem Vorgang, der nur in

¹⁾ Am schönsten im Hornblendegranit des Felsberges und anderer Orte, aber auch im Diorit und Gabbro.

einem wesentlich kälteren Klima möglich war, d. h. dem Bodenfließen über der Tjäle des Diluviums. An mehreren Stellen sah ich auch ganz deutlich, daß ein Blockstrom sich nach oben vergabelt, indem er in mehrere Entstehungsrinnen hineinführt. (CHELIUS, Zeitschr. d. D. geol. Ges., 1896, S. 645, Fig. 2a.)

Sehr wichtig ist die Beobachtung von CHELIUS (S. 646—647, Fig. 6), daß bei Lindenfels ursprünglich die Blöcke in einen zähen Lehm eingebettet sind, aus dem die Felsenmeere erst durch Wegspülung dieses letzteren entstehen. Das ist wohl kaum mit der Anschauung zu vereinigen, wonach sie an Ort und Stelle durch Zerfrieren zusammenhängender Felsmassen gebildet worden seien. Dasselbe gilt von der weiteren CHELIUSSchen Beobachtung (S. 648), daß »in dem Blocklehm außer Diorit auch Blöcke von Aplit und Pegmatit eingebettet sind, wie sie nur weit entfernt auf dem Gipfel des Berges, sowohl nach Größe als Beschaffenheit, anstehend gefunden werden.« Daß CHELIUS diese Blocklehme damals noch in Übereinstimmung mit KLEMM und anderen für Grundmoränen hielt, ist nicht wunderbar. Nach den Beobachtungen von ANDERSSON und HÖGBOM werden wir sie jetzt als Erdblockströme auffassen müssen¹⁾, aus denen durch rinnendes Wasser der Lehm zwischen den Blöcken herausgespült wurde und zum Teil noch wird²⁾. Ich komme also zu demselben Ergebnis, zu dem auch HÖGBOM am Felsberg selbst gelangt ist. (S. 355—356 und 378.)

Etwas anders sind die Buntsandsteinblockmeere des Odenwaldes geformt. Nur selten dürften sie so schmale Stromformen annehmen, wie sie am Felsberge häufig sind. Meist beginnen sie in nicht unerheblicher Breite an den relativ scharfen Kanten, welche unsere Berge in dem Niveau des besonders widerstandsfähigen oberen Geröllhorizontes zu haben pflegen. Von dort ziehen sie sich wie breite, manchmal nach unten in Rinnen hinein dreieckig zugespitzte Lappen herunter. Sie erinnern in ihrer Form mehr an Hängegletscher (= Gletscher II. Ordnung), während die Felsenmeere des Felsberges den Zungen von Talgletschern gleichen. Sie bedecken aber nicht etwa bloß steile Hänge, sondern ziehen sich (z. B. prachtvoll zwischen Königstuhl und Wolfsbrunnen) auch über sehr flache Hänge herunter; und die ja leicht wieder erkennbaren Blöcke und Platten des oberen Geröllhorizontes finden sich oft in so tiefen Niveaus und in so weiter horizontaler Entfernung von ihren Ursprungsstellen wieder, daß an ein Herunterspringen oder -rollen nicht gedacht werden kann. Das zweite Bild auf der Tafel I dürfte eine klare Vorstellung von dem Charakter dieser Felsenmeere geben. Die

¹⁾ »Muhre« möchte ich nicht sagen, weil zum Begriff der Muhre doch die rasche Bewegung gehört. Man müßte sonst zwischen raschen und langsamen Muhren unterscheiden.

²⁾ Auch die ANDERSSONschen »Stonerivers« der Falklandsinseln bestehen aus nachträglich freigespülten Blöcken.

geringe Neigung und die große Breite tritt deutlich hervor¹⁾. Dabei ist die Exposition der Felsenmeere sehr verschieden. Die bekanntesten Vorkommnisse des Königstuhls sind allerdings gewöhnlich ungefähr nach N. gerichtet. Auf dem »Schwabenweg« und an anderen Stellen kann man aber auch östlich gerichtete finden. Und geht man vom Speyerer Hofe am Westhange des Königstuhlmassives nach Süden, so findet man Felsenmeere, die auf Westhängen aufgelagert sind²⁾.

Wohl stets bestehen die Felsenmeere des Buntsandstein-Odenwaldes aus dem sehr schwer verwitternden, weil verkieselten Sandstein des oberen Geröllhorizontes und den ihm im Niveau benachbarten geröllfreien Kristallsandsteinen, was schon beweist, daß nicht bloß das Klima, sondern auch gewisse petrographische Eigenschaften erforderlich waren, um Felsenmeere entstehen zu lassen. Günstig mag auch die Steilheit der Berghänge unmittelbar unter der blockliefernden Schicht gewirkt haben³⁾. Aber ich betone noch einmal, daß ohne Bodenfließen die Entstehung auch dieser Felsenmeere nicht denkbar ist. Wir sind meiner Ansicht nach auch hier gezwungen, auf kriechende und gleitende Bewegungen der oberen blockreichen Bodenschicht über der unteren gefrorenen, HÖGBOMS Tjäle, zurückzugreifen.

Ich bemerke auch noch, daß im Odenwald selbst Gesteine, die ihrer Masse nach keine Blockmeere bilden konnten, doch in der Verstreung ihrer Blöcke deutlich den Einfluß der Solifluktion zeigen. So hebt CHELIUS in den Erläuterungen des hessischen geologischen Blattes Groß-Umstadt (S. 28) hervor, daß die Blöcke der in Quarz pseudomorphisierten Schwerspatgänge diluvial weit über die Umgebung zerstreut sind⁴⁾.

Die geschilderten Beobachtungen regen nun zu der Überlegung an, ob denn nicht auch manche andere Bodenformen und -eigenschaften ebenfalls auf Rechnung der Solifluktion des Diluviums, statt auf die des recenten Gekrieche zu setzen sind. Dabei will ich aber natürlich weder die Bedeutung dieses letzteren, noch gar seine mir unleugbar erscheinende Existenz bestreiten. Aber es ist mir doch sehr wahrscheinlich, daß die gewaltige Decke von blockreichem Gehängeschutt, die im Odenwalde sicher zu einem erheblichen Teile in diluvialer Zeit entstanden ist und

1) Zwei gute Detailansichten enthält RUSKAS Buch: Geolog. Streifzüge in Heidelbergs Umgebung. 1908 bei Nägele in Leipzig. Titel- und Deckelbild.

2) Es ist also nicht richtig, mit CHELIUS den Blockströmen des Odenwaldes eine bestimmte Exposition, nämlich nach SO. zuzuschreiben. Für den Felsberg dürfte sie zufälligerweise zutreffen, für andere Stellen nicht.

3) Auch SCHMITTHENNER hebt bereits hervor, daß sie »meist an steilen Hängen liegen« (S. 32). Nicht ganz richtig ist es dagegen, wenn er hinzufügt: »Daher treten sie auch an den rundlichen Bergen des Odenwaldes nur an den steilen Hängen des Neckartales auf.« Sie sind dort nur am häufigsten und schönsten entwickelt.

4) »Das Material der Gänge wurde nicht nur in ihrer Umgebung, sondern auch weithin in der Diluvialzeit verstreut, so daß die Oberfläche der gangreichen Gebiete fast ganz mit den Bruchstücken derselben bedeckt ist.«

deren Lesesteine oft deutlich tiefer liegen als das entsprechende anstehende Gestein, ihre heutige Lage nicht bloß durch recentes Gekriech, sondern auch durch diluviale Solifluktion erhalten haben wird. Dabei lasse ich das quantitative Verhältnis beider Erscheinungen vorläufig ganz aus dem Spiele.

Was aber für den Odenwald hinsichtlich der Blockmeere und des Gehängeschuttetes gilt, wird für sehr viele andere deutsche Mittelgebirge und Hügellandschaften ebenfalls zutreffen. Ich werfe z. B. die Frage auf, deren Beantwortung ich STEUER, REIS und anderen Kennern des rheinhessischen und pfälzischen Tertiär-Hügellandes überlasse, inwieweit die unbestreitbar heute noch energisch vor sich gehenden Rutschungen der tertiären Mergel und Tone (Cyrenenmergel, Septarienton) schon in diluvialer Zeit vollzogen waren. Man sollte annehmen, daß sie durch die wenn auch vielleicht nur jahreszeitliche Entstehung einer Tjale ganz ungewöhnlich begünstigt gewesen sein mußten.

Eine weitere Erscheinung, die zwar unzweifelhaft noch heute zu beobachten ist, dürfte sicher zu einem nicht unerheblichen Teile diluvial entstanden sein. Ich meine das Hakenschlagen und die damit im engsten Zusammenhange stehende Überschüttung am Hange tiefer liegender Gesteinsmassen durch höhere. CHELIUS bringt auf S. 647 in der Fig. 5 ein sehr schönes Beispiel dafür, wie bei Lindenfels Granitgänge im Diorit zu langen Schwänzen ausgezogen mehr als rechtwinklig im Sinne des Gehänges umbiegen. Da sie aber an dieser Stelle von dem schon erwähnten Blocklehm überdeckt sind, der nach oben in ein Felsenmeer übergeht, so schrieb CHELIUS: »Nur eine schwere, den Berg herunter sich bewegende Masse kann die Dioritlamellen so wie hier, gepreßt, gebogen und mitgeschleift haben. Mit dem Hakenwerfen von Schichten, mit Abhangsschutt ist die beschriebene Erscheinung nicht zu verwechseln; hier müssen andere Verhältnisse vorliegen.« Er glaubte nämlich, wie schon gesagt, an glaziale Entstehung des Blocklehms und faßte ihn als Grundmoräne auf. Wir haben heute, nachdem wir die Erscheinungen des Bodenfließens kennen gelernt haben, dazu keine Veranlassung mehr. Es ist aber für uns auch kein qualitativer Unterschied mehr zwischen dem Hakenschlagen der Gegenwart unter dem Einflusse des Gekriechs und dem der Vergangenheit unter dem des Bodenfließens zu konstruieren. Nur quantitativ werden sie sich unterschieden haben; und da bin ich geneigt, das diluviale Phänomen für weit stärker zu halten.

In innigem Zusammenhange damit dürfte, wie schon gesagt, auch die auf den neueren württembergischen Karten des Schwarzwaldes in 1 : 25 000 so oft zum Ausdruck gebrachte Wahrnehmung sein, daß Schutt des am Hange höher liegenden Gesteines in erheblichem Flächenmaß die tieferen Gesteine überdeckt. Man vgl. z. B. die Blätter Baiersbronn¹⁾ (Erl. S. 71), Alpirsbach (Erl. S. 102 u. f.)²⁾, Freudenstadt (1906,

¹⁾ 1908. K. REGELMANN.

²⁾ 1913. BRÄUHÄUSER u. SAUER.

Erl. S. 66 u. f.). In den letzteren, von M. SCHMIDT und RAU verfaßten, ist denn auch bereits klar ausgesprochen, daß »der Kern der Schuttvorlagen der Berghänge aus der Glazialzeit stammt.« Ebenso erklären dieselben Forscher die Felsenmeere des Blattes (S. 23) zwar noch aus Vorgängen der Gegenwart, nämlich dem Abbrechen vorspringender Gesteinsbänke, fügen aber doch bereits hinzu: »Auch die sprengende Wirkung des Frostes, vor allem in der Glazialzeit, dürfte mitgewirkt haben.«

Auch für die Entstehung der Denudationsflächen und Terrassen dürfte dem Bodenfließen neben dem Gekriech und neben der spülenden Wirkung des Regens eine große Bedeutung zukommen. Die auffällige Ebenheit weiter Flächen des abgewitterten Schichtgebirges in den Stufenlandschaften ist schwer rein durch Erosion der Rinnsale, Gekriech und Regenspülung zu erklären. Starkes Bodenfließen in der Diluvialzeit ist hier anzunehmen und dürfte bei seiner das Gekriech der Gegenwart außerordentlich übertreffenden Intensität und Geschwindigkeit ein gewaltiger Faktor der Nivellierung gewesen sein. PASSARGE soll darauf bereits hingewiesen haben¹⁾. Deutlich ausgesprochen hat es HÖGBOM²⁾.

Zusammenfassung.

Auch in den nicht zur Diluvialzeit vergletscherten Gebieten Deutschlands und somit auch Frankreichs und anderer mitteleuropäischen Länder muß das Klima der Vereisungsperioden einen starken Einfluß auf die Formen und die Lagerung der obersten lockeren Bodenmassen gehabt haben. Die heute fast nur aus den polaren und subpolaren Gebieten bekannten Erscheinungen des Bodenfließens (= Solifluktion) über einer Tjåle haben sich damals auch bei uns geltend gemacht. Unsere Felsenmeere verdanken ihre Entstehung zu einem erheblichen Teile nicht der Gegenwart, sondern dem diluvialen Bodenfließen. Sie entsprechen J. G. ANDERSSONS Blockströmen. Aber auch ein Teil von dem, was wir nach GÖTZINGERS Untersuchungen als Wirkung des recenten Gekriechs aufzufassen pflegten, dürfte dieselbe Entstehung haben und in Wirklichkeit eine fossile Erscheinung sein. Genauere Erforschung dieser Vorgänge hat also ein hohes theoretisches, ja selbst praktisches Interesse.

Klar ist es auch, daß sich diejenigen geologischen Landesanstalten ein großes Verdienst um die Lösung der hier berührten Fragen erwerben, die wie die neue württembergische Landesaufnahme eine besonders

¹⁾ Zitiert nach HETTNER, Geogr. Zeitschr., XIX, 1913, S. 190.

²⁾ B. HÖGBOM (9), S. 328 u. 363. Derselbe in: Einige Illustrationen zu den geolog. Wirkungen des Frostes auf Spitzbergen. Bulletin Upsala, IX, S. 46. DAVIS, den HÖGBOM zitiert, spricht davon, daß das Gekriech bei der Bildung der Denudationsflächen eine Rolle spielt. Die Solifluktion erwähnt er noch nicht. (Physical Geography. Boston und London, 1898, S. 263 u. f.) Auch in der 1911 erschienenen deutschen Ausgabe des Buches von DAVIS und BRAUN finde ich die Solifluktion in diesem Zusammenhange nicht erwähnt.



Fig. 1

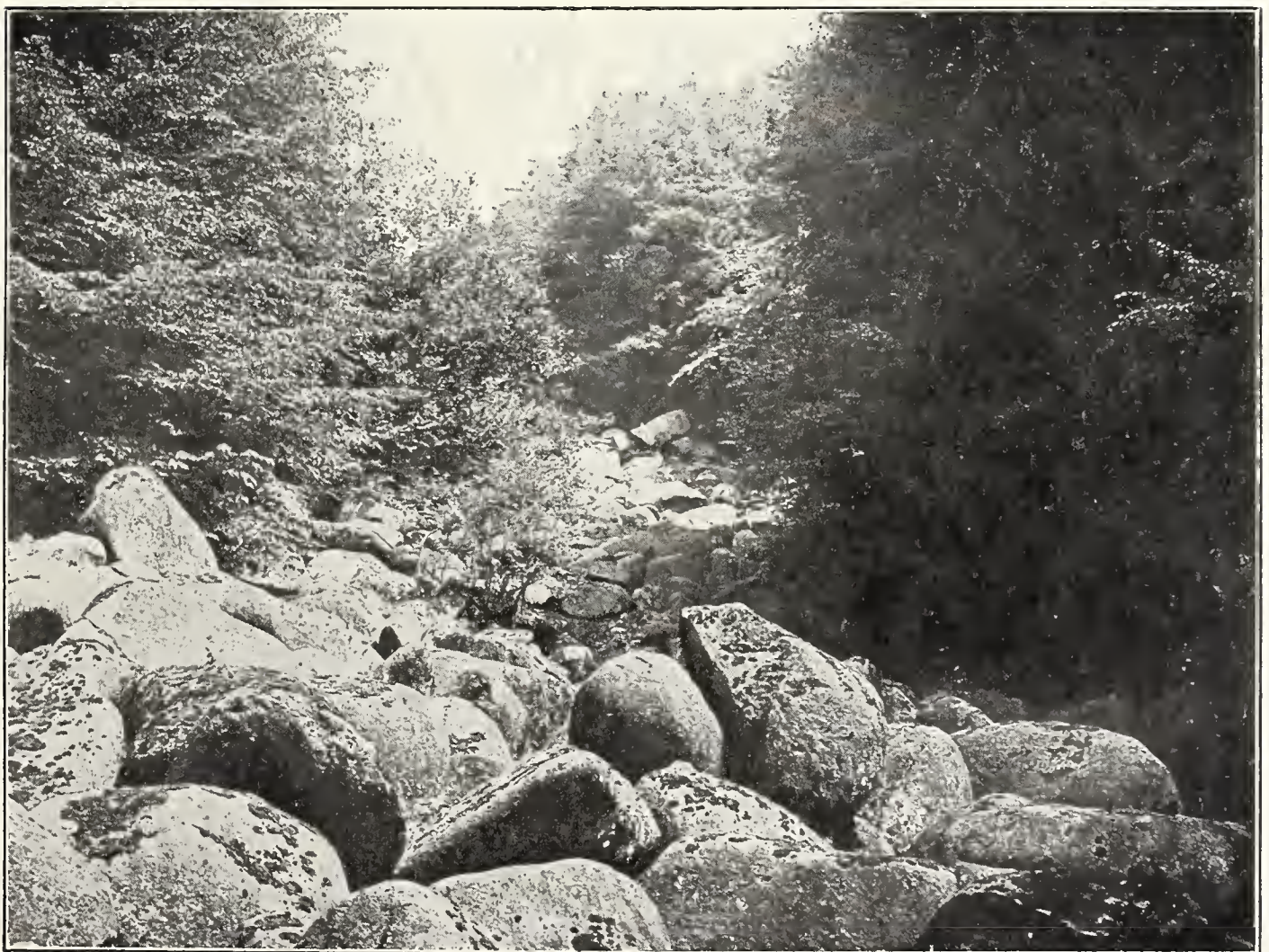


Fig. 2

sorgfältige Untersuchung und Darstellung der Schuttbildungen vornehmen. Aber auch die Forstämter könnten durch gründliche Beobachtung und Messung des Gekriechs an Wegeinschnitten der Unterscheidung von Gekriech und Solifluktion wesentliche Dienste leisten.

Erklärung zu Tafel I.

Fig. 1. Felsenmeer des Hornblendegranites am Felsberg bei Reichenbach im Odenwald. Die schmale Stromform tritt deutlich hervor. SO.-Seite des Berges. Vgl. S. 36.

Fig. 2. Felsenmeer auf der Nordseite des Königstuhls bei Heidelberg im Odenwald (südlich des Wolfsbrunnens). Material: oberer Geröllhorizont des Buntsandsteins. Die geringe Neigung des Untergrundes und die große Breite des Blockmeeres sind beachtenswert. Vgl. S. 37—38.

Zur Entstehung schmaler Störungszonen.

Von Hans Cloos (Marburg a. L.).

(Mit 7 Textfiguren.)

Bekanntlich fallen auch bei der Bildung von Gebirgen Nebenprodukte ab, die, ausgeschaltet aus dem Spiel der Kräfte und dem isostatischen Haushalt, an der weiteren Entwicklung nicht mehr teilnehmen, für die Erscheinungsweise aber und für das Verständnis der Entstehung des Gebirges nicht ohne Bedeutung sind.

In Schollengebirgen schieben sich so zwischen das Einerlei der Tafeln schmale Streifen oder Zonen »exotischer« Gesteine — ältere, die aus der Tiefe, jüngere, die aus einer, inzwischen zerstörten Höhe stammen. Liegt ein Graben vor, so ist die Erklärung einfach: In eine sich öffnende Zugspalte sind die Ränder, der Schwerkraft folgend, eingesunken. Aber umgekehrt? Welche Kraft hebt schmale Schollen aus großen Tiefen empor und läßt sie in jüngerer Umgebung als Horststreifen und geologische »Achsen« — oft noch mit ebenso schmalen Gräben verzwillingt — sich einnisten? Sind doch solche Schollen meist viel zu klein, als daß sie unmittelbar von unten gehoben oder daß sie allein stehen geblieben sein könnten, während links und rechts kilometerbreite Tafeln in die Tiefe gingen! Man hat die Quelle der Hebung in den größeren Nachbarschollen gesucht und jene schmalen Aufbrüche nur als Sammelinien oder als Ventile breiterer Spannungen angesehen. PHILIPPI dachte noch an isostatischen Ausgleich für sinkende Nachbarschollen, also an radiale Bewegungen, und radial und isostatisch ist auch LACHMANN'S Salzauftrieb. Zumeist aber schließt man auf seitlichen Druck: Entweder würden keilförmige Schollen, als solche schon vorhanden, nach

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Salomon Wilhelm

Artikel/Article: [Die Bedeutung der Solifluktion für die Erklärung deutscher Landschafts- und Bodenformen 30-41](#)