

Digitales Brandenburg

hosted by **Universitätsbibliothek Potsdam**

Die Entwicklung des Bodenreliefs von Vorpommern und Rügen sowie den angrenzenden Gebieten der Uckermark und Mecklenburgs während der letzten diluvialen Vereisung

Elbert, Johannes

Greifswald, 1906

2. Geschiebelehmbildungen.

urn:nbn:de:kobv:517-vlib-7018

Grossen und Ganzen äsartig sein und ausserdem Eigenschaften der Rollsteinfelder aufweisen. Sie ist also unter Umständen als ein durch grössere Akkumulation verstärktes Rollsteinfeld aufzufassen, zu welchem die Rollsteinplateaus, Kame- und Kesselfelder Übergänge bilden. Je mehr die Kames vor oder unter einem beinahe vollständig stationären Eisrande entstanden sind, müssen sie deutlicher hervortretende Eigenschaften einer echt terminalen Akkumulation aufweisen. Dadurch erklärt sich sowohl das Auftreten echter Geschiebe- und Geröllpackungen, sowie der Mergeleinpressungen auf der dem Gletscher zugewandten Seite, der mehrfachen Überlagerung der Geröllsand-schichten durch Mergelbänke und der verschiedenartigen Stauchungserscheinungen.

2. Geschiebelehmbildungen.

Drumlins und andere Geschiebehügel.

Ausser den Geröllsandhügeln treten in der Grundmoränen-landschaft als reliefbildende Elemente Geschiebelehmhügel auf, unter welchen die gruppenweise auftretenden Drumlins eine charakteristische flachwellige Geländeform darstellen. Das Landschaftsbild erinnert durch das Hinter- und Nebeneinander-reihen in meist mehr oder weniger parallelen bis fächerförmigen Zügen an eine getriebene Schweineherde. Die Drumlinge-biete nehmen gegenüber den Grundmoränengebieten nur einen kleinen, engbegrenzten Bezirk ein und scheinen sich gern innerhalb der Endmoränenzüge auszubreiten, zu welchen sie in ihrer Ausdehnung und Höhe Übergangsgebilde darstellen.

Die Gestalt der Drumlins ist elliptisch, während Rund-linge selten sind; Längs- und Querachse stehen in dem Ver-hältnisse von $1 : 2\frac{1}{2}$ bis 8, wobei die Länge kaum mehr als 1 km beträgt, und die Höhe nur selten 30 m erreicht. Die Flanken sind nicht selten terrassiert, meist steiler als die Enden geböscht, und letztere besitzen in der Bewegungsrichtung des Eises eine steilere Stoss- und flachere Leeseite. Unter-einander sind die Drumlins seitlich durch Isthmen aus Grund-

moräne verbunden „zu scharf in der Bewegung des Eises gekerbten Biskuitformen der Isohypsenkarte.“¹⁾

Die Drumlins bestehen hauptsächlich aus Grundmoräne und daneben bald mehr, bald weniger mächtiger Innenmoräne. Sie enthalten öfter einen Kern aus inframoränen Bildungen, besonders fluvioglacialen, welche Hügelreste oder Aufpressungen des Untergrundes durch einen seitlichen Druck darstellen. Nicht selten besitzen sie Einragungen von Sedimentgebirge im Innern oder an der Stosseite, welches sich gleichsam als „crag“ zum „tail“ von Mergel verhält. Der Richtung der Gletscherschrammen und Rundhöcker laufen sie parallel, erleiden durch Anlagerung an die Grundgebirgsauftragungen keine Veränderungen.

Aus unserem Gebiete wurden von A. Baltzer²⁾ (1899) die Hügelrücken von Jasmund auf Rügen als Drumlins angesprochen, indem er auf ihre grosse Ähnlichkeit mit denjenigen der Umgebung des Bodensees und Rhônegebietes hinweist. Von R. Credner³⁾ (1893) wurden sie als das Spiegelbild des nach bestimmten Spaltsystemen schollenartig zerstückelten Kreidehorstgebietes mit Geschiebelehmbedeckung erklärt. Diese Auffassung Credners sucht Baltzer durch einige Argumente zu widerlegen, gibt den schollenartigen Aufbau Jasmunds für die Gebiete des Ufersteilrandes zu, glaubt aber nicht an eine Verlängerung der Spalten nach dem Innern und spricht der Tektonik einen wesentlichen Einfluss auf die Oberflächengestaltung ab, mit Ausnahme des Randgebietes. Trotzdem die Behauptungen Baltzers, wie mir scheint, die Auffassung Credners, von dem im wesentlichen tektonischen Ursprung der Oberflächenformen Jasmunds nicht haben erschüttern können, habe ich dennoch den Aufbau einer nochmaligen Revision unterzogen und durch

1) J. Früh: Die Drumlinlandschaft mit spezieller Berücksichtigung des alpinen Vorlandes. (Bericht über die Tätigkeit der St. Gallisch. Nurturw. Gesellsch. 1894/95, St. Gallen 1896.) S. 395.

2) Zeitschr. d. D. geol. Gesell. LI. Berlin 1899. H. 4, S. 556—570.

3) Rügen, eine Inselstudie. (Forsch. z. d. Landes- und Volkskunde, Bd. 7, H. 5, Seite 371—494.) Stuttgart 1893.

weitere Untersuchungen vervollständigt, die dank der Unterstützung von Seiten des Kgl. Oberpräsidiums in ausgedehntem Masse zur Ausführung gelangen konnten. Seit einer Reihe von Jahren wurden von mir die Uferprofile photographiert, aufgezeichnet und zu einer Uferprofilzeichnung im Masstabe von 1 : 1000 zusammengestellt. Die Untersuchungsergebnisse, welche hier nur eine kurze Erwähnung finden können, entsprechen den Auffassungen Credners, weshalb hier nur auf folgende nicht zutreffende Schlüsse Baltzers hingewiesen werden soll. Baltzer führt aus: „Ausser den bekannten ca. NNW -- SSO streichenden Verwerfungsspalten der Ostküste lassen sich im Innern von Jasmund eigentliche Spaltensysteme nicht nachweisen.“

Nur einzelne Sprünge und unwesentliche Verwerfungen wurden bisher konstatiert.“ Die Untersuchungen im Steilufer haben unzweifelhaft ergeben, dass ausser den NNW—SSO-streichenden Verwerfungen am Wissower- und Schnaksufer und N—S-lichen am Fahrnitzer- und Kieler-Ufer schon bei letzterem, dann am Bläs-, Hüllen-, Brink- und Kollicker Ufer, sowie weiter bis Stubbenkammer und nach Lohme WNW—OSO-liche mit Abweichungen nach W—O vorhanden sind, ausserdem von Sassnitz nach Dwasiden NO—SW-liche. Die Sprunghöhe dieser Verwerfungen beträgt nicht, wie Baltzer meint, nur wenige Meter, sodass ihre Höhe zur Erklärung der Hügelrücken, im Innern des Landes nicht genügt, sondern erreicht öfter Beträge von 60—80 m, entsprechend dem steigenden und fallenden Neigungswinkel der Überschiebungsfläche. Schon am Kieler Ufer beginnt das W—Ö-liche System neben dem N—S-lichen, mit geringer Sprunghöhe und gewinnt im Königsstuhl mit steil einfallender Spalte in der Schlucht der Golgathaquelle seine grössten Beträge, die nach Lohme hin wieder abnehmen. Die Überschiebung erfolgte diesen Verhältnissen entsprechend S-lich von Stubbenkammer durch einen nach N gerichteten Schub, N-lich von hier durch einen nach S gewendeten. Die aufgeschobenen Schollen stellen daher in ihrer Gesamtheit ein von Stubbenkammer aus nach beiden Seiten abfallendes Dach dar und gruppieren sich, dachziegelförmig übereinander greifend, nach N und S. In der-

selben Richtung verlaufen ihre durch Schleppung entstandenen, einwärts gekrümmten Schichtenumbiegungen, welche durch Stauchungen innerhalb der Scholle bisweilen zu mehrfach auf- und abgewundenen Fältelungen geführt haben.

Sind die Ursachen dieser Schollenzerstückelungen nun rein tektonischer Natur oder sind durch Eisdruck alte Spalten wiederbelebt, wie W. Deecke¹⁾ meint, oder aber sind sie in ganz anderen Erscheinungen zu suchen, darüber lassen sich nur mehr oder weniger berechnete Vermutungen aussprechen, auf welche ich hier nicht eingehen will.

An dieser Stelle mag auch folgende Behauptung Baltzers näher erörtert werden: „Dagegen kommen am Lenzberg, am Strand nördlich von Sassnitz, bei Lanken etc. Faltungen vor, die ich nicht als Stauchungen absinkender Schollen auffassen möchte, sondern als unabhängig von den Verwerfungen entstandene Faltung. Die Tektonik Jasmunds ist, soweit tatsächlich Aufschlüsse vorhanden sind, im Innern mindestens ebensoviel durch einzelne Faltungen wie durch Verwerfungen charakterisiert.“ Alle von Baltzer bezeichneten selbständigen Faltungen haben bei der näheren Untersuchung ergeben, dass sie mit Spalten in Verbindung stehen; so gehört z. B. zu derjenigen vom Damenbade bei Sassnitz eine Überschiebungsfläche in der Schlucht bei den Prinzlichen Blockhäusern. Zu der im Hansemannschen Bruche am Lenzberge beobachteten Faltung ist zu bemerken, dass seit einigen Jahren auf der Sohle des Bruches ein aufragender Keil von Diluvium sichtbar wurde und an anderer Stelle in einem kleineren Seitenbruche die Spalte in eine kleine Überfaltung übergegangen ist, welche das linsenförmig eingeschlossene Diluvium zur Hälfte überdeckt. Keilförmige Einragungen von Diluvialschichten von unten in die Kreide kommen an verschiedenen Stellen des Steilufers vor, z. B. am Fusse des Königsstuhles und auf der Südseite des Lenzer Baches, wo sie offenbar mit dem in der Schlucht anstehenden Diluvium einst in Verbindung gestanden haben. Diese

1) Geologische Miscellen aus Pommern; 3. Tektonik und Eisdruck. (Mitteil. d. naturw. Ver. f. Neu-Vorpommern und Rügen zu Greifswald. 35. Jahrg. 1905.)

keilförmigen Eintreibungen von unten sind auf nachträgliche Abbrüche von der liegenden Scholle durch die Überschiebungsvorgänge aufzufassen, ähnlich vielleicht, wie sich auf Møen mit den grösseren Verwerfungen Reibungsbreuzien auf den Spalten gebildet haben.

Baltzer hat sich aber in der Grösse dieser Faltungen täuschen lassen. Da die Schichten nämlich, besonders die am Gakower-Ufer, unter einem spitzen Winkel zum Streichen geschnitten sind, musste sich das Grössenverhältnis der in Wirklichkeit nur unbedeutenden Fältelungen durch die Auseinanderziehung des Profiles verlängern. Im Steilufer Arkonas ist diese Verzerrung an der Jaromarsburg sehr deutlich wahrzunehmen, da die flachsattelförmige Schichtenaufbiegung fast ganz eine Folge des schief zum Streichen gerichteten Schnittes und der Abrundung des Ufers ist, ebenso die weiter N-lich beim Pegelhaus endigende etwas flachere Aufbiegung der Kreideschichten.

Während die hangenden Schollen einer Überschiebung eine stärkere Sattelform zeigen, je mehr der durch sie gelegte Querschnitt mit dem Winkel zur Streichrichtung sich verkleinert, vergrössert sich in derselben Weise die Muldenbildung der liegenden durch eine Verlängerung und Verflachung, wie dies z. B. bei den Wissower Klinken, am besten aber im Steilufer bei der Fahrnitzer Rinne zu sehen ist. Die Schichtenumbiegung der Stubbenkammerscholle ist ebenfalls nicht als Teil eines Gewölbeschenkels einer echten Faltung, sondern wegen des Zusammenhanges mit dort auftretenden Überschiebungsflächen als Stauchung innerhalb einer aufgeschobenen Scholle aufzufassen.

Baltzer hat recht, wenn er sagt, dass in den Aufschlüssen im Innern des Landes ausgedehnte Verwerfungen und Spalten kaum zu beobachten sind, jedoch irrt er sich, wenn er meint, dass nach Einzeichnung sämtlicher Randspalten in die Karte diese „nicht von Ferne hinreichen, um eine tektonische Grundlage für die hunderte von Hügelrücken zu geben¹⁾“. Würde Baltzer diesen Vorschlagselbstausgeführt haben, hätte er gesehen, wie, besonders vom Kieler Ufer an nordwärts, eine auffallende

1) S. 568.

Übereinstimmung zwischen den Spaltsystemen und den randlichen Hügelrücken, welche sich direkt an diejenigen nach dem Innern anschliessen, besteht. Die Überschiebungsflächen fallen nämlich vorwiegend in die vorhandenen Täler oder aber auf den einen Abhang des Hügels; letzteres scheint besonders dann der Fall zu sein, wenn ausgedehnte, faltenartige Schleppungen in der hangenden Scholle auftreten. Da aber die liegende Scholle im unmittelbaren Anschluss an die Aufschiebungsfläche das verworfene Diluvium enthält, lassen sich aus der Verbreitung der interglacialen Sande für das Innere des Landes die Spalten feststellen. Die Untersuchung der Hügelrücken und Senken im Innern ergab nun, dass diese Sande vorwiegend in den Senken oder auf den Seiten der Hügel, die Kreide und die unteren Mergel in demselben anstehen. Besonders gut machen sich diese Verhältnisse in dem Gebiete zwischen Wittenfelde, Promoisel und Hagen geltend.

Gleiche Schlüsse lassen sich aus der abwechselnden Beteiligung der Kreide, des unteren Diluviums und der über dem mittleren Geschiebemergel liegenden Kiesschichten ziehen, welche das höherliegende Gebiet des Kreidehorstes, vor allem nach S umgeben. Ein solches Bild gewinnt man z. B. in den Crampasser Bergen, sodass wir für deren Bildung eine Überschiebung an NO—SW laufenden Spalten annehmen müssen, auf welchen die Kreide von NW her hinaufgedrückt ist. Der gleichen Erscheinung begegnet man im Lenzberge, wenn auch nicht in so ausgesprochener Weise. Beziehungen der Hügelrücken zu den Spaltsystemen ergeben sich auch aus den Verhältnissen in dem nach N hin an die Crampasser Berge sich anschliessenden Gebiete des Schlossberges und Beckenberges, zwischen welchen sich die NO—SW-Spalten mit den N—S-lichen schneiden und in der Rognick ein Senkungsfeld bilden, sodass in dieser Sumpfwiese ein Wasserabfluss zugleich nach dem Lenzer Bache und Steinbache existieren kann. Auch die W—O-lichen Spalten machen sich in ihren Ausklängen hier bemerkbar. A. v. Könen¹⁾ weist schon 1886 auf den Zusammenhang dieser Hügel mit dem Gebirgsbau hin.

1) Jahrb. d. Kgl. preuss. Geolog. Landesanst. für 1886. Berlin 1887 S. 1.

Es müssen also Credners Untersuchungsresultate über die Gestaltung Jasmunds bestehen bleiben, die er in dem Satz¹⁾ ausspricht: „Das gesamte Landschaftsbild der Halbinsel trägt unverkennbare tektonische Züge. Nicht nur in den Hauptformen des Bodens spiegelt sich der Bau des Grundgebirges in Gestalt horstartiger Aufragungen deutlich wieder, sondern auch die feinere Gliederung derselben, ihre Ausstattung mit Hügelrücken, mit Senkenreihen und Talzügen ist das Gesamtergebnis von Vorgängen, welche mit der Tektonik des Grundgerüsts in kausalem Zusammenhang stehen.“

Dass das Gebirgsrelief aber Umgestaltungen durch die Bewegungsvorgänge des letzten Inlandeises erfahren hat, wird keineswegs in Abrede gestellt, ist auch aus den glacialen Erosions- und Stauchungserscheinungen genügend ersichtlich, und es kann sogar zugestanden werden, dass neben aus einer Überkleidung der schollenartigen Aufragungen mit Geschiebemergel hervorgegangenen Hügeln ganz oder teilweise aus oberer Grundmoräne bestehende, ferner solche aus zusammengeschobenem älteren Diluvium vorkommen. Ausser einer allgemeinen Denudation der zerstückelten Oberfläche werden Vertiefungen der Tal-furchen, in welchen vorwiegend die interglacialen Sande liegen, stattgefunden, doch die Schollenstreifen im allgemeinen nur eine Anlagerung von oberem Mergel erfahren haben; wie der Kreidehorst Jasmunds als Ganzes, stellt jedes seiner Schollen im besonderen ein „crag“ dar, an welches sich ein Schweif von Geschiebemergel anschliesst. Dementsprechend steht auch die Kreide vorwiegend an den Stosseiten der Rücken am höchsten und bildet hier oft deutliche Rundhöcker. Solche Hügel sind an diesen auch steiler geböschet, als die, welche nur Mergel und Sande enthalten. Sie sind meist von einer tiefen Senke begleitet, die besonders dann bedeutend ist, wenn sich ein Querriegel einschiebt, sie hat einen gleichmässigeren, ruhigeren Gesamtverlauf, als die mit reichlicherem oberem Geschiebemergel und tragen kuppige Erhöhungen.

Schon aus den tatsächlich beobachteten, im Verhältnisse zu den Höhen der Hügel nur unbedeutenden glacialen

1) Rügen. S. 447—448.

Stauchungserscheinungen, lässt sich vermuten, dass die Rücken keine selbständigen Glacialbildungen, wie Drumlins, sein können. Wie wenig das letzte Inlandeis vermocht hat, die charakteristischen Oberflächenformen des Sedimentgebirges zu verwischen, geht klar in anderen Gebieten Rügens hervor. Der Kreidehorst von Arkona besteht aus mehreren NW—SO laufenden Schollen, von denen sich die beiden N-lichen, am höchsten liegenden gegen die S-lichen, terrassenförmig erheben. Diese in der Nähe des Leuchtturmes am schärfsten hervortretenden Terrainstufen sind trotz einer Bedeckung von oberem Geschiebemergel deutlich erhalten geblieben, ebenso die S-lich von hier an einer NO—SW-Spalte entstandene Senke bei Vitte, während nach SW hin das flachere von NW und NNW-Spalten (Varnkevitz, Schwarbe) durchsetzte Gebiet von ganz flachen NO—SW laufenden Geschiebehügeln beherrscht wird, deren Entstehung, wie später gezeigt werden soll, einem steigenden Seitendrucke innerhalb des Inlandeisstromes zuzuschreiben ist.

Die Granitz weiter besteht aus Gruppen von NO—SW und NW—SO laufenden Schollen neben solchen von NNW—SSO streichenden, wie dies aus den Lagerungsverhältnissen im Steilufer und dem Zutagetreten und der Verteilung der interglacialen, oft Kohle führenden Sande und des mittleren Geschiebemergels im Innern des Landes hervorgeht. Beide Spaltsysteme konvergieren nach dem Granitzer Ort, wo sie sich durchkreuzen und dadurch mehrfach dreieckige Absenkungsfelder bilden. Die Hauptmasse ist ein verworfener mitteldiluvialer Sand und Kies, versehen mit Einlagerungen von unteren und mittleren, aufgerichteten Mergelbänken. Über diese hinweg legt sich eine meist nur dünne Decke oberen Mergels oder häufiger an seiner Stelle verlehnte, jungdiluviale Sande und Kiese. Trotzdem an vielen Orten der umgestaltende Einfluss der Eisbewegung durch seine Schubwirkungen nach SW zu erkennen ist, blickt doch durch das Gesamtbild der Hügellandschaft der vorher bezeichnete schollenartige Bau hindurch.

Die einzelnen Teile von Mönchgut setzen sich ebenfalls aus Schollen zusammen, deren Verlauf mit demjenigen der

Einzelrücken zusammenfällt, z. B. der Göhrener Hügelzug, diejenigen von Kl. Zicker, Thiessow aus OW-lichen, die von Reddewitz, Gr. Zicker aus WNW—OSO-lichen, der Lobber und Mariendorfer aus ONO—WSW-lichen Schollen. Mit der Ansicht W. Deeckes¹⁾, diese Rücken durch Erosion der Sande zwischen stehengebliebenen Mergelschollen zu erklären, kann ich mich nicht befreunden, zumal alle von mir in den Sanden beobachteten glacialen Stauchungen vereinzelt und nur unbedeutend sind und mehr S-liche als W-liche Schubrichtungen aufweisen.

Noch deutlicher machen sich aber diese Übereinstimmungen zwischen dem schollenartigen Aufbau und dem Verlauf der Rücken, sowie deren Beziehung zur Eisbewegung auf Hiddensee geltend. Von A. Günther²⁾ wurde zuerst auf den schollenartigen Bau des Landes bei einer Streichrichtung der Spalten von NW nach SO hingewiesen, ohne dass jedoch von ihm der Zusammenhang mit der Bodenkonfiguration klar erkannt wurde, da er die dem NW-lichen Steilufer parallel laufenden Randspalten, deren Bildung auf eine Massenverlagerung durch einen einfachen Böschungsschub jugendlichen Alters zurückzuführen ist, als gleichwertig mit den tektonischen NW—SO-Spalten hinstellt. Auch scheint dieser Autor die NW-lichen Spalten nur aus dem Vorhandensein der Talzüge konstruiert zu haben, nicht aber aus den sichtbaren Lagerungsverhältnissen im Steilufer, welche er kaum berücksichtigt hat, desto mehr aber ganz unwesentliche Beobachtungen mit grosser Ausführlichkeit schildert. R. Credner³⁾ glaubt jedoch, dass „die äusserst wirren und komplizierten Lagerungsverhältnisse des Diluviums der dortigen Steilküste und ebenso der grösste Teil der Oberflächenformen des Dornbusch ihre naturgemässe Erklärung in intensiven Abrutschungen und Sackungen der gerade dort mannigfaltig zusammengesetzten Glacial-

1) Führer durch die Rügen-Exkursion des VII. Internation. Geographen-Kongresses zu Berlin. (Mitt. d. Geographischen Gesellschaft zu Greifswald.) S. 24.

2) Die Dislokationen auf Hiddensee. Berlin (Friedländer & Sohn) 1891.

3) Rügen S. 146.

bildungen, von welchen diese vollkommen isoliert aufragende, kleine, aber bis 70 m hohe Diluvialinsel in besonders starkem Grade heimgesucht ist," finden. Weder die Auffassung Günthers, dass die Verwerfungen postglacialen Alters seien, noch diejenige Credners, dass wahrscheinlich hier keine tektonischen Dislokationen vorliegen, hat durch meine eingehenderen Untersuchungen ihre Bestätigung gefunden. Es kommen vielmehr auf Hiddensee Verwerfungen innerhalb des Diluviumis vor, welche mit denjenigen Rügens gleichalterig sind, da der obere Geschiebemergel, sowie dessen Umlagerungsprodukte ungestört, diskordant über die zerstückelten Schichtengruppen hinweggehen neben solchen Schollenverschiebungen, welche noch bis heute durch randliche, öfter terrassenförmige Rutschungen entstehen. Die Auffassung H. Munthes¹⁾, die Lagerungsverhältnisse als glaciale Stauchungserscheinungen durch das Vorrücken des letzten Inlandeises zu erklären, ist unhaltbar, da letztere nur in sehr beschränkter Zahl und Ausdehnung beobachtet werden konnten.²⁾ Die Oberflächengestaltung verdankt vielmehr den NW—SO streichenden, verworfenen Diluvialschollen sein charakterisches Gepräge. Auf der höheren NW-Seite der Insel sind die Verhältnisse der Überschiebungen am ursprünglichsten erhalten, während das flachere Ö-liche Gebiet durch die Eisbewegung Veränderungen dadurch erlitten hat, dass die Hügel drumlinartig in der NO—SW-Richtung ausgestreckt wurden. Es ist nicht nur der Übergang der NW streichenden Rücken in die SW laufenden zu beobachten, sondern diese letzteren tragen eine zunehmende Bedeckung von oberem Geschiebemergel, der auf der Insel überhaupt nur sehr spärlich auftritt.

Aus alledem geht hervor, dass das Inlandeis auf Rügen, wie Hiddensee die Gestaltungsverhältnisse des Grundgebirges

1) Studien über ältere Quartärablagerungen im baltischen Gebiete. (Bull. of the Geol. Inst. of Uspala.) S. 41. 1895.

2) Näheres über die Lagerungsverhältnisse findet sich in der soeben erschienenen Arbeit Elbert: Über die Standfestigkeit des Leuchtturmes auf Hiddensee. (X. Jahresber. d. geograph. Gesell. zu Greifswald 1905|06.) S. 28—41.

nur unbedeutend umgeformt, aber keine echte Drumlinlandschaft geschaffen hat. Von der Tektonik, wie es scheint, unabhängige Geschiebehügel kommen jedoch im mittleren Rügen vor, wo sie in der Gegend von Garz, Samtens und Putbus der Äszone parallele NO—SW-liche Rücken bilden, welche besonders in der Gegend von Berglase und Samtens drumlinartig aussehen. Sie bestehen, soweit die ausgeführten Bohrungen (bis zu 16 m Tiefe) ergaben, aus Geschiebelehm, enthalten aber im Berglaser Holz Kerne von Kreide, die in der Äszone bei Stubben abgebaut wird. In dem Gebiete der Kames treten an Stelle dieser radialen Geschiebehügel quer zu ihnen laufende marginale, deren Entstehung auf einen kurzen Stillstand des Eisrandes hindeutet.

Die Bildung dieser drummoiden Hügel im mittleren Rügen dürfte auf Aufschüttungsvorgänge beim Eisrückzuge zurückzuführen sein, und zwar auf Seitendruck, der durch die gewölbeartige Aufragung Rügens gegenüber den angrenzenden Teilen der Ostsee entstanden sein kann. Vielleicht sind diese flachen, langgestreckten Rücken den Geschiebeäsar ähnliche Gebilde, wie sie zuerst Sederholm aus Finland beschreibt, welche ausserdem in Oldenburg,¹⁾ Holland²⁾ und Westfalen³⁾ vorkommen.

Die Drumlinlandschaften im allgemeinen dürften überhaupt durch den Eintritt von Seitendruck auf der Sohle des Inlandeises zu deuten sein. Die Ansicht Uphams,⁴⁾ dass durch

1) Diluvialstudien II, p. 19 (10. Jahresbericht des Naturw. Vereins zu Osnabrück für 1897).

2) H. van Capelle, Het Diluvium van West-Drenthe (Verhandlungen der Kon. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam, Tweede Sectie, Deel I, Nr. 21 892); Bijdrage tot de Kennis van Friesland's bodem (Overdrukt uit het Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Jaarg. 1890).

J. Lorie, Contributions à la géologie des Pays-Bas II. III (Archives du Musée Teyler, sér. II, vol. III (1892), p. 88 ss.)

3) Elbert, Jahrb. d. Naturwiss. 1900/1901 red. von Wildermann XVI. Jahrg. Freiburg i. Br. S. 17—21.

4) Conditions of Accumulation of Drumlins. (American Geologist X 1892 p. 339—362; Ref. in N. Jahrb. f. Min. 1894. I p. 169); The origin of Drumlins (Proceed. Boston Nat. History XXVI 1890).

Bewegungsdifferenzen der oberen und unteren Teile des Inlandeises Grundmoräne zu inglacialen, linsenförmigen Massen umgeformt würde, hat wenig Anklang gefunden, steht ausserdem im Widerspruch mit den Bewegungserscheinungen des Eises. Auf welchem Wege sich aber die Drumlins subglacial auf der Sohle des Eises bilden, ob durch Erosion,¹⁾ Akkumulation²⁾, sowie durch ähnliche oder kombinierte Vorgänge, darüber herrschen bei den Glacialisten grosse Meinungsverschiedenheiten. Ich beschränke mich hier darauf, wie nach meiner Auffassung an der Hand der gegebenen Theorie der Eisbewegung ihre Entstehung zu denken ist.

Das Inlandeis während der Rückzugsperiode erodirt in seiner Einschmelzzone infolge der Divergenz der Bewegungslinien. Diese Erosion ist für gewöhnlich jedoch nicht als streng aktiv, sondern nur als ein Nichtvorhandensein von Akkumulation anzusehen, welche naturgemäss aber wegen der Abnahme der Bewegung nach dem Eisrande hin, verbunden mit dem Grösserwerden der Divergenz, in eine wirkliche Ablagerung von Grundmoräne übergeht. Derartig gebildete Hügel laufen dem Eisrande parallel. Tritt nun ein Stillstand des Eisrandes ein, entsteht durch das Bestreben der Bewegungslinien, sich einander zu nähern, ein Seitendruck, der die Grundmoräne zwingt, sich parallel der Eisbewegung anzuhäufen. Aus demselben Grunde wird an Punkten lokaler Beschleunigungen, also in geneigten Gebieten und besonders in beckenförmigen Vertiefungen sich ein Seitendruck ausbilden. Geht der Eisrückzug innerhalb von Gebieten mit lokaler Bewegungsbeschleunigung in einen Stillstand des Eisrandes über, werden durch den gesteigerten Seitendruck unter Umständen statt divergierender Ge-

1) Hitchcock (1867), Wright (1875, 1889), Lewis (1884), Shaler (1888), Barton (1892, 1894), Tarr (1894), Smith (1898).

2) Close (1866), Agassiz (1867), J. Geikie (1867, 1894), Kinahan (1872), Upham (1878, 1898), Dana (1881), Johnson (1882), Davis (1882, 1892), Chamberlin (1883, 1894), Sederholm (1889), Chalmers (1890, 1898), Salisbury (1891), Nansen (1891), Lincoln (1892), Wright (1892), Sieger (1893), Russell (1895, 1897), Früh (1896), Doss (1896), Keihack (1897), v. Drygalski (1897).

schiebehügel selbst konvergierende erzeugt, ein Fall, welcher ähnlich in der Umgebung des Bodensees vorliegt.¹⁾

Bei der Durchsicht der bekannten Drumlinlandschaften ist mir in der Tat kein Gebiet vorgekommen, welches nicht die geforderten Bedingungen in entsprechenden Neigungsverhältnissen des Bodens aufgewiesen hätte. Auch die von K. Keilhack²⁾ beschriebene Drumlinlandschaft in Pommern lässt durch ihre Lage am Rande der Haffdepression, sowie durch das lobenartige Vorspringen des Odergletschers nach S auf die für die Drumlinbildung angenommenen Differenzen in der Eisbewegung schliessen.

Aus den Erscheinungen des Seitendruckes, entstanden durch eine Rückzugshemmung, erklärt sich Gestalt und Bau der Drumlins leicht; denn bald wird nur eine Akkumulation von Mergel der Grund- und Innenmoräne, bald daneben Erosion und seitliche Zusammenstauchung ihre Entstehung bewirkt haben. Deshalb gewährt die Drumlinlandschaft, wie Früh³⁾ sagt, auch den Eindruck des Gefurchten und Fliessenden. Wie aber bei stärker werdenden Seitendruckem das Eis seinen Untergrund in mächtigen Schollen aufpflügt und überschiebt, findet in dem Kapitel über die Exaration des Eises eine eingehende Darlegung.

1) Siehe Karte von Früh: Jahresber. d. nat. Ges. St. Gallen 1894—1895.

2) Jahrb. d. kgl. preuss. geolog. Landesanst. 1893.

3) A. a. O. S. 395.