

Bei der geschilderten Sachlage ist es wohl berechtigt, eine besondere klimatische Form der Denudation, die solifluidale Flächenabtragung zu unterscheiden und dem solifluidalen Formenschatz auch in den Darstellungen der Geomorphologie und der exogen-dynamischen Geologie in Zukunft einen eigenen Platz neben der glazialen, marinen, äolischen und fluvialen Dynamik einzuräumen. Nach der Terminologie von *W. M. Davis*, der bei seiner deduktiven Erklärung der Landformen einen humiden, ariden und glazialen Zyklus unterschieden hat, würde die solifluidale Abtragung in den Gesamtbereich des fluvialen Zyklus gehören. Doch ist wohl ersichtlich, daß diese Terminologie den Tatsachen nicht

mehr gerecht werden kann. Die solifluidale Denudation ist weitaus die stärkste Form der flächenhaften Abtragung innerhalb des humiden Bereichs, auf jeden Fall innerhalb der ständig beregneten, vollhumiden Klimate. Wir können ihren Einflußbereich mit Hilfe der Strukturbodengrenze nicht nur als Ganzes gegen den restlichen humiden Bereich gut abgrenzen, sondern können auch innerhalb ihres Bereiches feinere Unterscheidungen nach dem jeweiligen Klimatyp, also geographisch in Beziehung zu den Klimagürteln und Klimastufen der Erde vornehmen. Die Zeit ist vielleicht nicht mehr allzufern, wo wir nicht nur Karten der eiszeitlichen Vergletscherung, sondern auch genauere klimatische und landschaftskundliche Karten unserer eiszeitlichen Erde zeichnen können.

## JASMUND UND MÖEN, EINE GLACIALMORPHOLOGISCHE UNTERSUCHUNG

*K. Gripp*

Mit 7 Abbildungen

Ein dienstlicher Auftrag führte mich Anfang 1944 für zwei Tage nach Jasmund auf Rügen. Um die dortigen Oberflächenformen verstehen zu können, legte ich auf M-Bl 14447 Sagard die Höenschichten mit Buntstiften farbig an, da auf diese Weise die Oberflächengestalt deutlich hervortritt. So ergab sich schon daheim, daß in Jasmund zwei Gruppen von schmalen, parallelen Höhenzügen bogenförmig aufeinanderzulaufen. Dies konnten nur Reste von zwei gewaltigen Stauch-Endmoränen sein, ähnlich denen, die wir auf Spitzbergen dort angetroffen hatten, wo Eiszungen in lockere Absätze vorgedrungen waren, und diese vor sich in Schuppen - Falten zusammengepreßt hatten. (Abb. 1.)

Dort, wo in Jasmund die Höhenzüge der beiden Stauch-Endmoränen aufeinander stießen, erhoben sie sich am höchsten — bis zu 160 m — über dem nahen Meere. An dessen Steilufern streichen die einzelnen Stauchwälle heute nach Osten und Norden in das Meer hinaus.

Der Besuch einiger Kreidegruben bei Sagard ergab, daß unter jedem Höhenzug der Stauchmoräne ein Streifen von Schreibkreide sitzt, während dicht daneben, unterhalb der Talungen zwischen den Rücken nur Sande und Mergel, die während der diluvialen Eiszeit entstanden, auftreten. Dies war in seiner Regelmäßigkeit schon erstaunlich, aber noch mehr überraschte,

daß die Schreibkreide auch in der Tiefe nicht aus einheitlichen Lagen und festgefügtten Bänken bestand, wie sonst in Norddeutschland, sondern unter Erhaltung der Grenzen der Bankung nach allen Richtungen zu grobem Grus zerbrochen war.

Die Begehungen zeigten weithin den gleichen Befund, im Binnenlande wie an den Steilufern zwischen Saßnitz und Stubbenkammer; überall im Bereich der Stauch-Endmoränen wechselten schmale Streifen von zerbröckelter Kreide mit solchen aus eiszeitlichen Absätzen ab. Dies und die so gut erhaltenen Versteinerungen in der Kreide lockten zu näherer Beschäftigung. Aber zunächst kam das Kriegsende, damit neue, andere Arbeit, und für die Probleme von Jasmund blieb keine Zeit.

Auf der Suche nach einem interessanten Buch für die Weihnacht 1945 stieß ich auf ein im Jahre 1937 in Kopenhagen erschienenes Werk von über 400 Seiten: *V. Hintze*, *Møens Klints Geologi*.

Møen ist das Gegenstück zu Jasmund. Auch hier entblößt die Brandung der Ostsee in einem hohen Kliff schmale Streifen gestört liegender Kreide. (Abb. 2.) Auch hier ist diese zerbröckelt, und das an die Küste anschließende Gelände weist weithin ähnliche schmale, parallele Höhenzüge auf wie Jasmund.

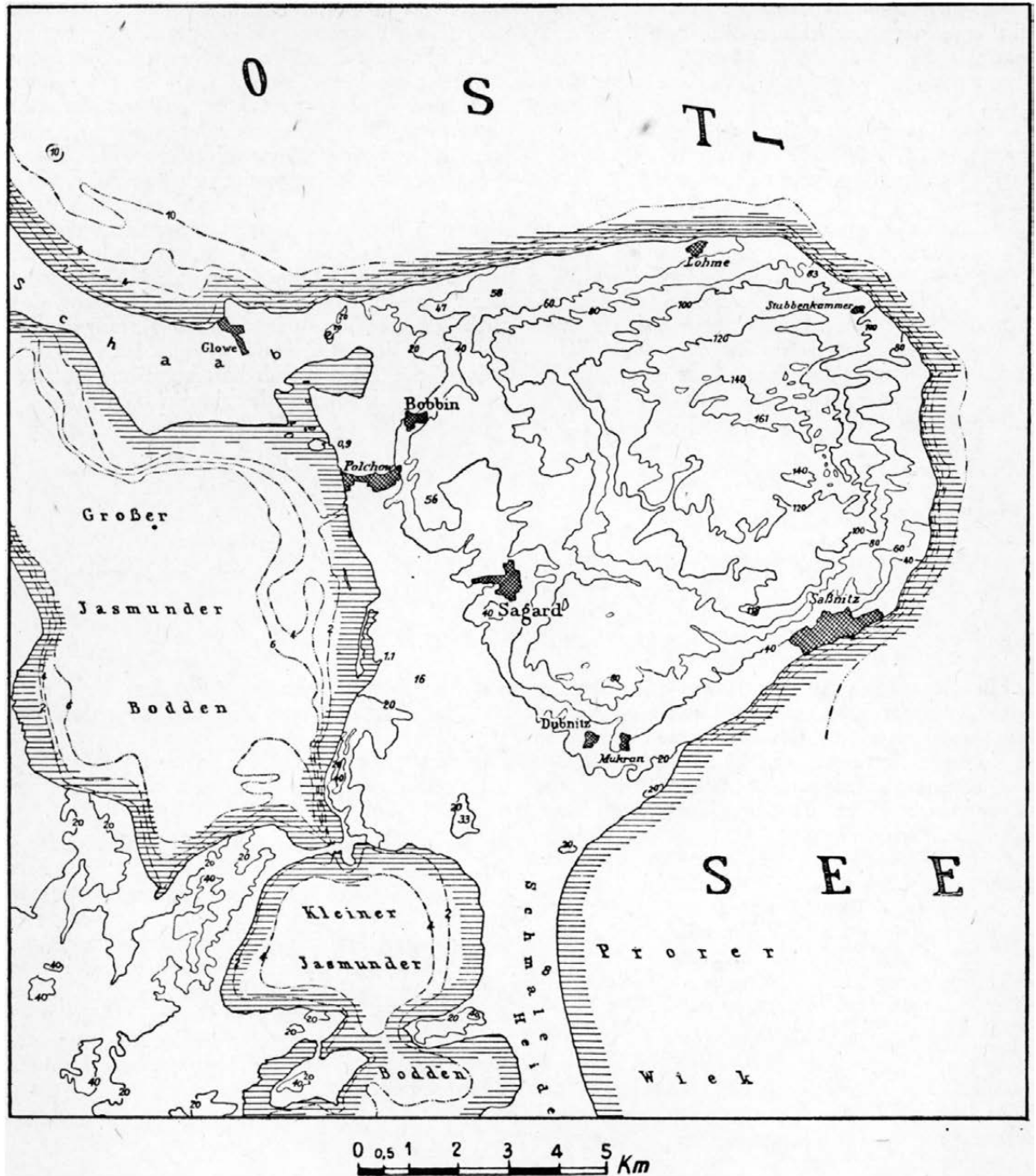


Abb. 1. Höhengschichtenkarte von Jasmund und Umgebung. 1 : 130 000

Zweifellos handelt es sich bei Jasmund und Möen um die gleichen Phänome und Probleme.

Umso größere Spannung wurde dem Werk des dänischen Geologen entgegengebracht, zumal dieser Forscher während über 40 Jahren seines Lebens alles Veröffentlichte und Unveröffentlichte über Hohe Möen, eben den östlichen,

Kreide führenden Teil der Insel, zusammengetragen hatte. Wir erfahren durch sein Werk, daß die rätselhafte Verteilung der verschiedenen Erdschichten in Möen und Rügen seit 1824 weit über 50 wissenschaftliche Untersuchungen von dänischen, deutschen und mehreren englischen Geologen hervorgerufen hat.

Zunächst war es die Frage nach dem Altersverhältnis von Kreide und Sand und Mergel, die erörtert wurde und veranlaßte, daß der große englische Geologe *Charles Lyell* 1834 über Hamburg nach Møen reiste. *Lyell* überzeugte sich, daß die sandig-tonigen Absätze erst nachträglich durch Faltung in die Kreide hineingeraten seien. Im übrigen dürfte *Lyell* durch seine Beobachtungen während dieser Reise zu den Anschauungen seiner 1840 veröffentlichten Drift-Theorie gekommen sein. Für die Störungen der Lagerung, die in den Kreidekliffs von Møen und Rügen so deutlich erkennbar sind, nahmen alle damaligen Forscher ein Aufdringen glutflüssiger Gesteinsmassen an.

Erst im Jahre 1873 trat der dänische Geologe *Johnstrup* mit einer völlig neuen, für damalige Zeit sehr kühnen Anschauung hervor. Er verließ *Lyell's* Drift-Theorie als Erklärung für die Entstehung der Absätze aus Sand und Lehm und deutete die Kreideklippen von Møen und Rügen als gleichsam von einem gewaltigen Pfluge umgewühlt, wobei die Zungen eines im Ostseebecken vorgedrungenen Inlandeises den Pflug gebildet hätten.

Um die Kühnheit dieser neuen Anschauung ermessen zu können, sei darauf hingewiesen, daß der Schwede *Otto Torell* nur wenige Jahre vorher die Anschauung von einem diluvialen nordeuropäischen Inlandeis vorgebracht hatte und daß er in Norddeutschland erst im Jahre 1875 Zustimmung zu seiner Vereisungstheorie fand. *Johnstrup's* neuer Deutung von Møen und Jasmund aber war schon 1873 auf der skandinavischen Naturforscher-Tagung begeistert zugestimmt worden.

Der neue Gedanke war richtig; aber selbst die Fachleute kannten die Vorgänge am Rande eines Inlandeises noch zu wenig, daher trat das kaum Glaubliche ein, daß die so zutreffende Deutung *Johnstrup's* nach 15 Jahren wieder verlassen wurde. Die Geologen aus dem Bergland, die in ihren Aufschlüssen und Bergwerken ständig in Verwerfungen und Falten die Zeugen seitlichen Druckes in der Erdkruste beobachtet hatten und die von den Kräften des Inlandeises sehr wenig wußten, sie diskutierten, bis *Johnstrup's* zutreffende Anschauung schließlich als unrichtig aufgegeben wurde. Selbst der Umstand, daß die Erfahrensten unter den Geologen, wie der Schotte *James Geikie* 1894 oder der Deutsche *E. Philipp* 1905, sich eindeutig für die eisbedingte Natur der Störungen aussprachen, verhinderte nicht, daß bis ungefähr 1930 95 Prozent jener Geologen und Geographen, die zu diesem Problem Stellung nahmen, den Gedanken an Eispressung ablehnten und an der rein tektonischen,

also durch eine Bewegung der gesamten Erdkruste entstandenen Deutung festhielten.

Erst nach 1927, nachdem aus Spitzbergen bogenförmige Endmoränen mit 30 und mehr, wie Schuppen übereinander gelagerten Stauchfalten bekannt geworden waren, zogen die jüngeren Geologen Dänemarks und Deutschlands zumeist Eisenwirkungen in Betracht, wenn gleich 1934 und 1936 auch die tektonische Deutung noch mit Nachdruck vertreten worden ist.

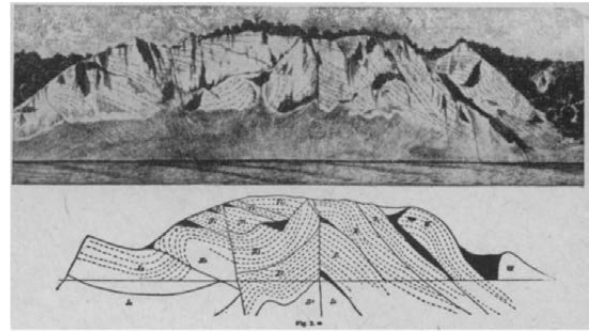


Abb. 2. Møens Kliff, Dronningstolen

Die durch Flintlagen erkennbare stark gestörte Lagerung der Kreideschichten gibt die untere Skizze wieder. Schraffiert: eingelagerte Reste eisenstandener Schichten. (Aus V. Hintze, 1937)

*Hintze*, der unermüdliche Forscher Møen's selber, ist in dieser Frage zu keinem Ergebnis gekommen; er lehnte *Johnstrup's* Anschauung vom Eisdruck nachdrücklich ab und probierte lange Jahre hindurch neue Lösungen. Aber sein Lebenswerk blieb unvollendet, es bricht ab, ohne die mit so zähem Einsatz erstrebte Lösung gefunden zu haben. Dieses tragische Streben ohne End-Erfolg ist jedoch nicht wertlos gewesen; es brachte eine Stoff-Sammlung in forschungsgeschichtlicher und geographischer Hinsicht wie sie nur selten zu einer Fragestellung zusammengetragen worden ist.

Bei dieser Lage erschien es um so verlockender, zu prüfen, ob neue Methoden, nämlich glazialmorphologische Betrachtung und neue Erkenntnisse weitergelangen lassen.

Für *V. Hintze*, den langjährigen Erforscher von Møen's Kreideklippen, und für fast alle anderen Forscher, die den Geheimnissen von Rügen und Møen's Kreidefelsen nachgingen, gilt, daß sie zumeist nur den einen Schnitt, den das Kliff liefert, betrachtet haben. Nur wenige von ihnen zogen das benachbarte Gelände und dessen Formgestaltung mit heran. *Hintze* hat es zwar versucht, aber in zu geringem Umfange. Andere, wie der Däne *S. A. Andersen* und die Deutschen *K. Richter* und *Münnich* haben nicht scharf genug in das gefurchte Antlitz von Møen und Jasmund ge-

schauf und sind so zu Anschauungen gelangt, die mit dem, was zu sehen ist, nicht übereinstimmen. Um so größer war der Reiz, einen neuen Anlauf zu nehmen und zu versuchen, das Schluß-Kapitel zu *Hintze's* Werk zu schreiben.

Für Jasmund ergab sich:

1. Leitform: Die schon früher erwähnten zwei benachbarten Stauch-Endmoränen-Bögen (Abb. 3 I u. II). Ihre Flanken berühren sich, ihr innerer Aufbau ist im Kliff von Saßnitz bis Stubbenkammer sowie in zahlreichen Kreidegruben klargelegt.

Eine zweite Leitform ist der plötzliche Abbruch des südlichen Stauch-Endmoränen-Bogens nördlich von Mukran und nordwestlich von Dubnitz. Ein fließendes Gewässer, das die Fortsetzung abgetragen haben könnte, fehlt. Ursprünglich aber kann das Aussetzen von acht Stauchwällen an einer Linie auch nicht sein. Da das im Westen und Süden anschließende flache Gelände weithin rund 40 m tiefer liegt (Abb. 3, IV), kommt ein tektonisch verursachtes Einsinken der fehlenden Fortsetzung auch nicht in Frage. Es bleibt nur anzunehmen, daß das Eis selber das Fehlende fortgerissen hat. Mit anderen Worten: Die Eiszunge, die infolge verstärkter Zufuhr zunächst answoll, dann vorstieß und dabei die Stauchrücken im Nordwesten von Saßnitz zusammengeschieben hatte, wurde schließlich so aufgefüllt, daß ihre Eismassen die Stirn des Stauch-Endmoränenwalles durchbrachen, also in das Vorland überliefen. Dabei schliffen sie den Untergrund und die seitliche Begrenzung ab, so daß nur seitlich Reste der Stauch-Endmoräne mit glatter Abschnittsfläche, eben der Abbruch-Leitform 2, stehen blieben.

Eine ganze Reihe neuer, unerwarteter Deutungen würde diese Vermutung zulassen. Aber trifft sie zu? Die immer wiederholte Prüfung ergab die Forderung, daß sich eine Seitenmoräne im Vorland gebildet haben müßte, wenn das Eis wirklich übergelaufen wäre. In höchster Spannung wurde die Höhenschichtenkarte überprüft: richtig! Von Drobberworth über Bussinsche und Zimmerbeil-Berge zieht heute noch ein Höhenrücken vom südlichen Stauch-Endmoränen-Bogen an den nördlichen heran! Dieser Hügelzug, der sich als Sehne quer vor den einspringenden Winkel der zwei Moränen-Bögen legt, ist Leitform 3 (Abb. 3, III).

Als neue Forderung tauchte auf, daß Spuren dieser Seitenmoräne auch oberhalb der vom Eise abgeschliffenen Fläche (Leitform 2) zu finden sein müßten. Auch diese sind noch vorhanden! Drosevizer und Dreschen-Berg (auf Abb. 3 die Höhen 92 und 68) liegen langgestreckt quer vor den Enden der Stauchrücken. Die vierte Leitform war gefunden!

In der Freude über diese unerwarteten Ergebnisse gingen die Gedanken weiter: Wenn es sich nachweisen ließe, daß auch die nördliche Eiszunge

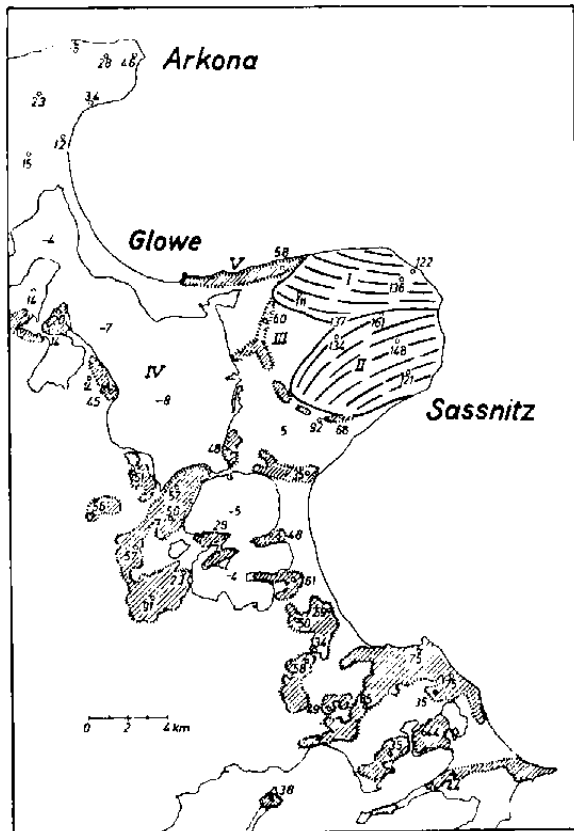


Abb. 3. Leitformen auf Jasmund

- I und II Reste zweier benachbarter Stauchendmoränen-Bögen.
- III Seitenmoränen.
- I und II und das Gelände bis einschließlich III bildeten eine eisfreie Insel.
- IV eisbedecktes Gebiet im Stromschatten der Insel.
- V Höhenrücken von Glowe = jüngere Seitenmoräne der nördlichen Eiszunge.

Nachdem auch eine Höhenschichtenkarte von Möen fertig ausgemalt worden war, lagen die topographischen Einzelheiten von Jasmund und Hohe Möen klar vor Augen. Somit konnten vergleichende Formenkunde und neuere, eingehende Kenntnis von Wirken des Inlandeises den Anlauf wagen.

Bei einer diluvialmorphologischen Analyse gilt es, möglichst zahlreiche, eindeutige Leitformen zu finden und deren sichere Aussagen durch Ergänzungen zu verbinden. Liegen genug Leitformen vor, so entsteht ein Gesamtbild, das den wahren Ablauf der Ereignisse aufzeigt.

vorgebrochen ist, dann wäre damals der hohe Teil von Jasmund eine eisfreie Insel, also ein Nunatak gewesen, und die Lehrmeinung, weil das norddeutsche Inlandeis nicht Felsuntergrund auflage, gäbe es keine Nunatakker, sei dann als irrig erwiesen.

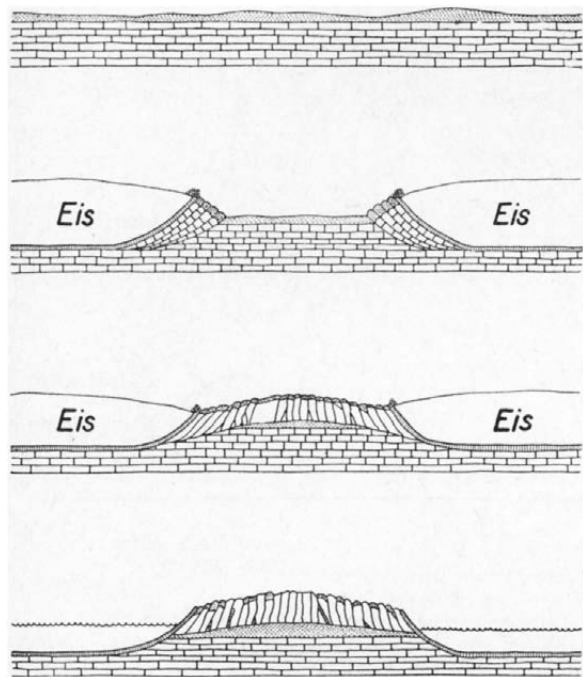


Abb. 4. Schema der Entstehung eines Stauchmoränen-Gabel-Nunataks.

Geblockt = Kreide; punktiert = eisenstandene Absätze. schwarz = jüngste Grundmoräne; gewellt = heutige Oberfläche des Meeres. Das Eis fließt in der Blickrichtung. Mit dem Vordringen der beiden Eiszungen wird der Zwischenraum, der anfangs zwei getrennte Stauchmoränen aufwies, zu einem einzigen Schuppenhorst über eisenstandene Schichten aufgepreßt.

Aber wie sollte man hoffen, einen solchen Durchbruch belegen zu können? Eine Abschleißkante — wie im Süden aufgezeigt — fehlt im Norden, dort steht das Meer, und die Stauchmoränen-Rücken enden an dessen junger Steilküste.

Aber bei meinem Besuch der Gegend um Glowe hatte ich einen Höhenzug zwischen der See und dem Binnengewässer Jasmunder Bodden (Abb. 1 u. 3 IV) kennengelernt. Die Kriegsmarine hatte angefangen, diesen Rücken zu durchstechen, um aus dem Bodden einen Hafen zu machen. Was war dies für ein Höhenzug? Ein Blick auf die Karte zeigt (Abb. 3, V), daß es sich nicht um einen Teil des nördlichen Stauch-Endmoränen-Bogens handelt. Es ist vielmehr ein Höhenrücken, der in Fortsetzung der Lohmer Steilküste aber quer zur Seitenmoräne (Leitform 3) verläuft und von dieser durch die Senke mit

dem Spykerschen See getrennt wird. Dieser Glower Rücken sei Leitform 5. Dort also, wo die Ergänzungen zu Leitform 3 einen breiten Eisstrom hatten annehmen lassen, lag ein Höhenrücken quer davor. Eis-Strom und Querrücken können nicht gleichzeitig bestanden haben! Hier stimmt etwas noch nicht!

Es erhebt sich zunächst die Frage: Wie kann der Glower Rücken entstanden sein?

Er liegt dort, wo die Seitenmoräne einer aus dem nördlichen Stauchmoränen-Bogen übergeflossenen Eiszunge liegen könnte. Eine solche Deutung ist sogar die einzig mögliche — nur paßt sie nicht zu der oben erörterten Vorstellung, daß von Süden her die andere Eiszunge mit dem Zimmerbeil-Berg als Seitenmoräne gegen Norden vorgeflossen sei!

Es wurde somit noch offener, daß der Karren der Forschung hier in einen unrichtigen Weg eingebogen war! Aber wo war der falsche Weg genommen worden? Bei der Ausdeutung der Leitform 3 oder der von Leitform 5?

Als alle Angaben und Überlegungen in jeder einzelnen Phase des vermuteten Geschehens nachgeprüft wurden, stellte sich heraus, daß Leitform 3, die Sehne im Winkel zwischen den beiden Stauch-Endmoränen-Bögen, einen merkwürdig geschwungenen Verlauf nimmt. Sie geht auf den nördlichen Stauch-Endmoränen-Bogen zu, anstatt vor ihm auszuweichen. Das Eis neben dieser Seitenmoräne hätte von Polchow zu nach Nordosten hin bergan fließen müssen. Das kann nicht gewesen sein! Umgekehrt müßte es geflossen sein! Das aber heißt nichts anderes als daß hier nicht — wie zu weitgehend aus Leitform 3 gefolgert war — Eis von Süden nach Norden, sondern umgekehrt geflossen war. Also nicht Eis aus der südlichen, sondern solches, das aus der nördlichen Eiszunge übergeflossen war, hatte den Rücken mit dem Zimmerbeil-Berg, also den nördlichen Teil von Leitform 3, als Seitenmoräne entstehen lassen. Leitform 3 ist also nicht von einem, sondern von zwei aufeinander gerichteten Eisströmen entstanden. Der nördliche Teil der bisherigen Leitform 3 ist eine selbständige Leitform Nr. 6. Sie schneidet den Rest von Leitform 3 quer ab und zieht in einem 20 m hohen Rücken quer in den Jasmunder Bodden hinaus. Dieser Höhenzug dürfte der Moränen-Rest an der Naht zwischen den von Süden und Norden vordringenden Eiszungen sein.

Leitform 6 ist ein älterer Vorläufer von Leitform 5. Dies heißt erdgeschichtlich ausgedrückt: Die nördliche Eiszunge ist genau wie die südliche über eine vorher von ihr geschaffene Stauch-Endmoräne in das tiefere Vorland vorgestoßen. Beide

Eismassen haben sich ausgebreitet bis sie sich im Bodden-nahen Teil von Leitform 6 berührten. Damit aber wäre der östliche höhere Teil von Jasmund damals rings von Eis umschlossen gewesen! Die erste eisfreie Insel im norddeutschen Diluvial-Inlandeis, und zwar in Gestalt eines Stauchmoränen-Gabel-Nunataks wäre damit nachgewiesen (Abb. 4). Als der Eiszustrom später nachließ, reichte die nördliche Eiszunge nicht mehr bis Leitform 6, sondern nur noch bis Leitform 5, dem Glower Rücken.

Vergleichende Formenkunde, weit genug auswendig und vorsichtig angewandt, gestattet hier ein bislang ungelesenes Kapitel aus dem großen Buch der Erde erstmalig zu lesen.

Bevor weitere Folgerungen gezogen werden, gilt es, die Methode und das bisherige Ergebnis an dem so ähnlich gebauten Möen nachzuprüfen.

Es würde zu weit führen, über Möen ebenso eingehend zu berichten wie vorher über Rügen. In Möen sind auch Reste zweier Stauch-Endmoränen-Bögen vorhanden; ein älterer von einer von Osten gegen Westen vorgedrungenen Eiszunge herrührend (Abb. 5, I), und ein jüngerer (II), der von Süden her gegen den vorher erwähnten angerückt ist. Dieser hat seine Stauchmoräne eng gegen die andere gepreßt. Im NW dieses bis auf 143 m emporgehobenen Gebietes liegt ein auffallend hoch gelegenes und von radial verlaufenden Tälern durchzogenes Gebiet (III). Durch zwei Steilhänge = eisentstandene Abschnittsprofile getrennt, liegt westlich der Stauchmoränen und des Hochgebietes die mit dem Jasmunder Bodden vergleichbare Niederung von Borre (V). Der Formen-Unterschied Borre-Niederung und das westlich anschließende, niedrige Grundmoränen-Gebiet einerseits und Hohe Möen andererseits lassen ein vereistes Gebiet im Westen und ein aufgepreßtes Nunatak-Gebiet im Osten der Insel trennen. Das eisfreie Hochgebiet überragte das Eis derart, daß dieses daran entlang gleiten und die erwähnten Steilkanten (IV und IVa) anschleifen konnte. Eine zusammenhängende Seitenmoräne fehlt; nur einzelne gestreckte Höhen scheinen randliche Aufschüttungen des Eises zu sein (VI b). Auf der Ost- und Nordost-Seite des Hochgebietes gestattet das junge Kliff zunächst keine Schlüsse über die ursprüngliche Begrenzung des eisfreien Hochgebietes. Jedoch deutet die Richtung einzelner Rücken (VII) und der Verlauf der Höhenlinien im Nordosten an, daß hier eine ähnliche Formengestaltung wie im Westen vorhanden gewesen ist.

Es ergibt sich somit ein ähnliches Bild wie auf Rügen. Durch seitlichen Druck vor dem Eise hochgepreßte Reste von Stauch-Endmoränen aus Kreide und Diluvium und in deren Schutz ein

eisfreies Gebiet (III). Dies letztgenannte lag in Rügen tief, so daß es vom Eise durch eine neu aufgeschüttete Seitenmoräne getrennt blieb. In Möen aber liegt es hoch, so daß vom Eise Steilstufen angeschliffen wurden.

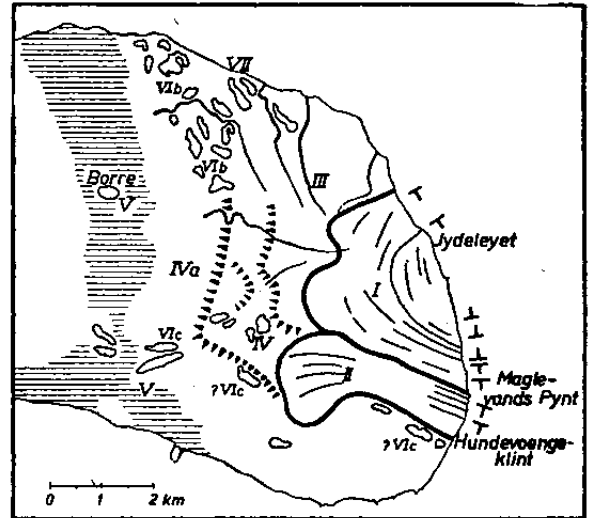


Abb. 5. Leitformen von Hohe Möen.

- I Stauchmoränen-Bogen eingeeengt durch
- II Stauchmoräne.
- III Hochgebiet im Schutze von I und II.
- IV Stufe vor Steilkante, beide vermutlich vom Eise geschaffen.
- V Niederung von Borre, erfüllt vom Eise, das IV und VI schuf.
- VIa Eisschliff-Kante.
- VIb Hügel aus randlicher Aufschüttung des Eises.
- VIc jüngere Endmoränen-Reste.
- VII Randhöhen des nördlich gelegenen Eises.

Da somit auch Hohe Möen ein Nunatak war, ergibt sich: In den Winkeln dort, wo der Baltische Eisstrom sich in einen nördlichen Arm in Richtung Seeland und Sund und einen westlichen Zweig zu den Belten hin sowie in eine südliche Abzweigung in Richtung Pommersche Bucht gabelte, lagen aus Kreide- und Eisabsätzen aufgepreßte eisfreie Inseln von rund 15—20 km längstem Durchmesser (Abb. 6).

Ob diese Gebiete während der ganzen Dauer der letzten Vereisung eisfrei geblieben sind oder erst während der letzten Phasen der Vereisung entstanden, müssen örtliche Untersuchungen entscheiden, die anzustellen sind, wenn jene Gebiete uns wieder zugänglich sein werden.

Noch einen weiteren wichtigen Einblick gewähren uns die neuen Erkenntnisse; denn aus der Höhenlage der Seitenmoränen und des Bodens der benachbarten, ehemals eiserfüllten Becken können wir erstmals Angaben über die Mächtigkeit des Inlandeises machen.

Auf Jasmund liegt heute

die Seitenmoräne auf NN + 84 m  
das Vorland auf NN + 5 m  
die benachbarten Zungenbecken nach der  
Seekarte auf NN - 20 m;

also ergibt sich für das gestaute Eis eine Mächtigkeit von 100 m, für das übergelaufene eine solche von rund 80 m.

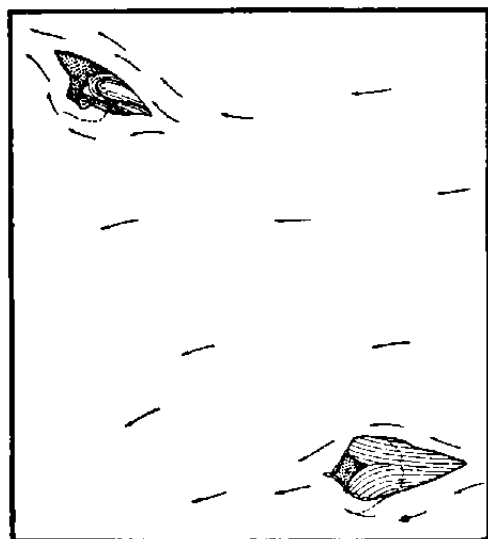


Abb. 6. Karten-Skizze der Nunataks von Jasmund (rechts unten) und Hobe Möen (links oben).

Im eisfreien Gebiet: Linien = Reste der Stauchfalten, punktiert = ungestauchtes eisfreies Gebiet, Pfeile = Fließrichtung des Eises. Der Abstand der beiden Nunataks ist im Verhältnis zu der Größe um  $\frac{1}{3}$  zu kurz angegeben.

Auf Möen hingegen finden wir

die obere Schriffgrenze des Eises bei NN + 70 m, das Vorland auf NN + 5—10 m, den benachbarten Meeresgrund auf NN - 40 m. Die Gesamtmächtigkeit des Eises betrug also 100—120 m, die des überlaufenden höheren Eisstockwerkes rund 60 m.

Auch dies sind Angaben, die uns als Grundlage für weitere Erkenntnis von Wert sein werden.

Ferner sind nur die oberen Eislagen vorgestoßen. In dem von ihnen erfüllten Gebiet haben wir somit ein höheres Fließ-Niveau gegenüber demjenigen in den Zungenbecken vor den Halten, aus denen die Vorstöße erfolgten. Das Eis in diesen Zungenbecken und in dem zentralen Ostsee-Trog floß in tieferer Lage. Die Vorstellung von in zwei Stockwerken strömendem Eis dürfte für das Verständnis der Inseln Rügen, Fehmarn, Möen, Falster, Laaland u. a. von Wichtigkeit sein. Da die Eislagen des tieferen Stockwerkes nur für kurze Zeit vom Abtauen

an der freien Oberfläche abgesperrt bleiben konnten, so werden sie — falls sie nicht in anderer Richtung flossen als das obere Stockwerk — beim Erlahmen der Eiszufuhr im oberen Stockwerk bald emporgedrungen sein und das übergelaufene Eis durch Ausbildung einer neuen Endmoräne von weiterer Zufuhr abgeschnitten haben, so daß es zu Toteis wurde.

Die Vorgänge von Jasmund, Anstau des Eises vor einer Stauch-Endmoräne und bei weiterem Anschwellen teilweiser Durchbruch des Eises in das Vorgelände, geben uns noch weitere wichtige Aufklärung. Die schematische Abbildung 7 zeigt, daß hierbei, und zwar völlig ohne gebirgsbildende Ereignisse in der Erdkruste, große Massen vor-eiszeitlicher Gesteine in das Inlandeis und dessen Absätze geraten konnten. Zunächst wurde älterer Untergrund vor dem Eise aufgeschuppt. In den Fällen aber, wo die betreffende Eiszunge überlief, riß sie den oberen Teil der Stauchschuppen mit den älteren Gesteinen darin fort und verfrachtete sie, z. T. bis viele km Entfernung. Über den Stümpfen der Schuppen aber wurde vom Eise erneut Grundmoräne abgesetzt, so daß hier, oben und unten von Eisabsätzen begrenzt, Stauchschuppen-Reste als Schollen auftreten. Sie stimmen an Breite und Längs-Erstreckung mit den riesigen Stauch-Endmoränen überein. Ihre oberen, vom Eise gekappten und verschleppten Teile aber wurden mehr oder weniger weitgehend ausgewalzt und liegen, je nach Gesteinsart und Wegstrecke, massig oder als schmales Band in Grundmoräne eingelagert (Abb. 7).

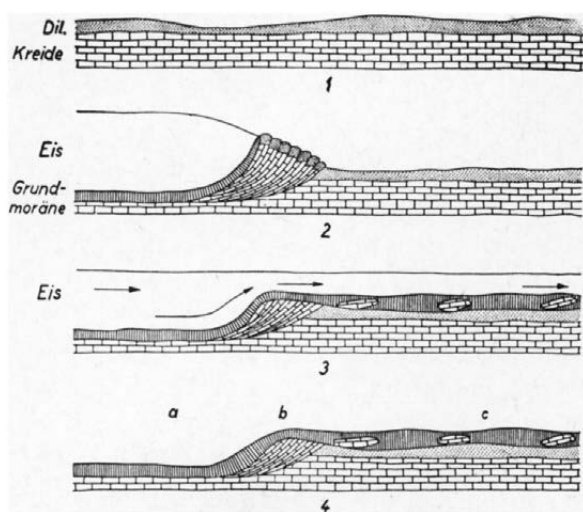


Abb. 7. Schema der Entstehung von Schollen älterer Gesteine in Eisabsätzen durch Überfahren einer Stauch-Endmoräne.

Die letzten Ergebnisse sind von gewisser praktischer Bedeutung, da die Ausbeutung von Schollen häufig in Betracht gezogen wird.

Aber ich vermute, daß mancher Leser Worte wie: kühne Fantasie oder noch Deutlicheres vor sich hinhimmelt. Diese Zweifler mögen darauf hingewiesen sein, daß schon im Jahre 1908 Bohrungen am Strande von Jasmund ergaben, daß

nördlich von Saßnitz unter der Kreide in größerer Tiefe wieder Eisabsätze folgen! Besser kann das Schema der Abb. 4 nicht bestätigt werden. Und wo so viel passend ineinander greift wie in dem vorstehend entworfenen, erdgeschichtlichen Bild, da liegt nicht ein einziges, sondern dort liegen mehrere Körnchen Wahrheit zugrunde.

## RÜCKZUG DER LETZTEN VERGLETSCHERUNG

A. Penck †

Das Manuskript des vorliegenden kurzen Aufsatzes wurde mir im Jahre 1946 von Herrn stud. Halfar ausgehändigt mit der Erklärung, daß Albrecht Penck diese Ausführungen im Januar 1944 auf dem Krankentager im Städt. Krankenhaus zu Hindenburg in Oberschlesien seiner Mutter, Frau Hildegard Halfar, diktirt und als seine abschließende Stellungnahme zum Eiszeitphänomen bezeichnet habe. Ich bin überzeugt, daß diese Angaben auf Richtigkeit beruhen und übergebe dieses Vermächtnis unseres Altmeisters der Eiszeitforschung der Öffentlichkeit. Die Niederschrift ist wortgetreu wiedergegeben bis auf die in eckige Klammern gesetzten Stellen, die Hinzufügungen oder Abänderungen darstellen, dort, wo anscheinend durch fehlerhafte Diktataufnahme Textentstellungen vorlagen. Otto Berninger.

Gletscher ziehen sich schrittweise zurück. Das geschieht im wesentlichen im Sommer, wenn die Abschmelzung an der Zunge die Ernährung überwiegt. Im Winter, wenn die Zunge in das Nährgebiet einbezogen ist, ist der Rückzug gleich Null oder weicht einem vorübergehenden Vorstoße. So ergibt sich ein bestimmter Rhythmus der Vorgänge, der sich auch in den Ablagerungen spiegelt. *Gerard de Geer* hat ihn bekanntlich benutzt, um eine Geochronologie aufzubauen; das ist die einzige geologische Zeitrechnung, in welcher das Jahr als Maßeinheit auftritt. Nach ihm sind etwa 15 500 Jahre verstrichen, seitdem Schweden eisfrei geworden ist. Der Eisrückgang geschah anfänglich langsamer, etwa 40 Meter im Jahre, später steigerte er sich auf 200 bis 300 Meter in derselben Zeit. Er wurde nur von einem Halt von Bedeutung unterbrochen, währenddes die mittelschwedischen Endmoränen abgelagert wurden. Sie setzten sich in Finnland in den Endmoränen der Salpausselkä fort und sind hier der Gegenstand eines besonderen Studiums von *M. Sauramo* gewesen.

Mit diesem Ergebnisse fennoskandinavischer Forscher steht das Ergebnis nicht im Einklang, zu dem man über den Rückzug der letzten Vergletscherung in den Alpen gekommen war. Er sollte drei Halte von Bedeutung aufweisen, die durch eine erhebliche Schwankung im Rückzuge des Eises voneinander getrennt zu sein schienen. Bald zeigte sich indes, daß man mit drei solchen angenommenen Halten nicht auskam. Es wurden

noch mindestens drei weitere bekannt, und es verlor der Eisrückgang den periodischen Charakter, den man ihm anfänglich zuschrieb. Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß er keineswegs durch Pausen von irgendwelcher Bedeutung unterbrochen war. Die abschmelzende alpine Vergletscherung zerfiel naturgemäß in ihre einzelnen Bestandteile, aus denen sie entstanden war. Nähte rissen auf, an denen einzelne Bestandteile miteinander verwachsen waren, und einzelne Glieder wurden selbständig.

Es ist erst seit kurzem bekannt geworden, daß sich bei Bozen das Eis im Eisacktale zurückgezogen hatte, als im Etschtale noch der Gletscher lag. Zwischen beiden entstand der Eissee von St. Instina, dessen Ausdehnung noch zu erforschen bleibt. Ganz besonders großartig war der Eissee im Wipptale südlich Innsbruck. Andeutungen von ihm in der Gegend von Steinach am Brenner sind seit längerem bekannt. Sie sind nun verfolgt worden, ununterbrochen bis in die Gegend von Igls. Eine Zeitlang fand der See am Fuße des Patscher Kofls einen Auslaß und schnitt eine 40 Meter tiefe Talschlucht ein, welche die Ellbogenstraße benutzt, um von Hall nach Matri zu gelangen. Ihr entsprechen Seestände von 1060 bis 1020 Meter Höhe, die geringer sind als die altbekannten von Steinach und höher als die in der Gegend von Igls. Deutlich erkennt man, daß anfänglich die aus dem Stubaitale kommenden Eiswasser das obere Wipptal aufstauten, bis dann dem Inngletscher allein diese Rolle zufiel, der nachweislich noch bis in die Gegend von Fritzens, wahrscheinlich bis in die Nachbarschaft von Schwaz reichte, während das gesamte Wipptal eisfrei geworden war. Weitere Untersuchungen werden aufzuklären haben, ob der Wipptalsee nicht ursprünglich über den Brenner nach Süden abgeflossen ist.

Während der letzten Eiszeit spannte sich ein Eisstromnetz über die Alpen, dessen einzelne