

Untermoräne - Grundmoräne - Grundmoränenlandschaft

VON KARL GRIPP, Lübeck

Mit 1 Abbildung

Zusammenfassung. Zunehmende Dicke des Inlandeises mindert die Mächtigkeit der Grundmoräne. Bei deren Abtrag entstehen Geschiebepflaster (striated pavement). Sie werden bei erneuter Minderung der Eisdecke von sich abermals niederschlagender Grundmoräne überdeckt. Solche Pflaster zeigen also einen Eisrand-Vorstoß in der Facies der Grundmoräne auf.

Grundmoränen-Ebenen entstanden, wo die Grundmoränen-Decke höher lag als die in Rinnen abfließenden Schmelzwässer.

Der Begriff: Kuppige Grundmoränen-Landschaft ist morphographisch. Morphogenetische Angaben sollten statt seiner gebraucht werden.

Résumé. Si l'épaisseur de l'inlandsis s'accroît, la moraine de fond (terrains meubles sous-glaciaires de LLIBOUTRY) s'amincit. Les gros blocs contenus dans la moraine inférieure (moraine feuilletée) sont pressés dans la moraine de fond restante, formant ainsi un pavé. Dès que la glace diminue, une nouvelle moraine de fond se dépose sur le pavé.

Les plaines de moraine de fond se forment où les eaux fluvioglaciaires coulent dans un niveau plus bas que celui de la moraine.

L'expression: Paysage de moraine de fond mamelonnée est d'un sens très variable; à préférer des explications morphogénétiques détaillées.

Seit der Gletscherkonferenz 1899 (BÖHM 1901) wird allgemein zwischen bewegten und abgelagerten Moränen unterschieden. Bei dem am Grunde des Eises und unter dem Eise anzutreffenden Gesteinsschutt ergab dies die Trennung in die bewegte Untermoräne und die darunter gelegene eisfreie Grundmoräne.

An heutigen Rändern der Landeis-Vorkommen ist Grundmoräne nur selten zu beobachten. Hohlräume unter Gletschern und ebendort angelegte Tunnel (VALLOT in BÖHM 1901: 185; LLIBOUTRY 1965: 674) ergaben zudem, daß nur in der Nähe des Eisrandes Schutt unter dem basalen Eis angetroffen wird, weiter aufwärts aber das Eis dem Fels unmittelbar aufliegt. Somit ergab sich der Verdacht, daß Grundmoräne nur am Rande einer fließenden Eismasse ausgeschieden wird.

Hierzu im Gegensatz steht der Befund im ehemals vereisten Flachland. Hier wird Grundmoräne als mehr oder weniger zusammenhängende Decke weithin angetroffen.

Es besteht also ein zunächst ungeklärter Unterschied zwischen den rezenten Beobachtungen und denen an der Hinterlassenschaft der quartären nordischen Vereisungen. Weiter zu einem Verständnis hilft die Analyse der Vorgänge am Grunde des Inlandeises, wie sie sich aus der Deutung der Geschiebepflaster ergibt. Dies sind eine oder gar mehrere Lagen von Geschiebeblöcken. Diese Lagen treten inmitten der Grundmoräne weithin auf. Jene Blöcke sind an ihrer Oberfläche kräftig und in gleicher Richtung geschrämmt. So auch in der Abbildung eines Geschiebemergels in RASMUSSEN (1966: 81). Unweit von Odense sind drei solcher Lagen übereinander angetroffen. Auch vom Südufer der westlichen Ostsee sind sie von Heiligenhafen bis Warnemünde bekannt. Die ältere Literatur über striated pavement ist von BÖHM (1901: 149) und von WAHNSCHAFFE (1909: 137) angeführt worden. Aus neuerer Zeit sei hingewiesen auf HANSEN (1942), SEIFERT (1954), NIELSEN (1959) und HEERDT (1966). Allgemein wird in dem Geschiebepflaster die Hinterlassenschaft von zwei aufeinander gefolgt Eisbedeckungen gesehen.

Aber an allen Orten liegt die Geschiebelage in der Grundmoräne und fast stets ohne Zwischenschaltung von Ablagerungen fließenden Wassers. Die Analyse der Vorgänge (GRIPP 1973) ergab folgendes: Die Anreicherung von Geschieben trennt die Grundmoränendecke in einen unteren, damals ruhenden Teil und einen oberen, zur Zeit der Anreicherung der Blöcke mit dem Gletscherschliff nicht vorhandenen Teil. Der Schliff auf der Oberseite der Blöcke entstand durch bewegte Untermoräne. Die Blocklage stellt eine Anreicherung von Geschieben dar, die vorher regellos in der inzwischen abgetragenen Grundmoräne verteilt lagen. Diese Anreicherung fand an der Grenze von ruhender und bewegter Moräne statt. Die Blöcke sind in die ruhende Grundmoräne hineingepreßt worden. Die Annahme erscheint berechtigt, daß anfangs, als mit abnehmender Mächtigkeit der Druck des Eises nachließ, Untermoräne zunehmend aus der Bewegung ausschied und Bestandteil der Grundmoräne wurde. Als später bei erneut verstärktem Zufluß des Eises dessen Mächtigkeit und damit Druckwirkung zunahm, wurden die obersten Lagen der Grundmoräne nacheinander wieder zu „Gleitbrettern“. Solche konnten aber größere Geschiebe nicht verfrachten. Diese wurden in die Oberseite der noch ruhenden eisfreien Grundmoräne hineingepreßt. Die Feinkorn-Anteile der dabei weichenden Grundmoräne



Abb. 1. Strand-Kliff aus Grundmoräne mit Geschiebepflaster, Grossenbrode (Ostholstein).

Foto: Frau Dr. GRIPP-SATOW.

wurden gleichzeitig von der Untermoräne verfrachtet. Je länger die Umwandlung der jeweils obersten Lage der Grundmoräne zu Untermoräne dauerte, je mehr Blöcke sammelten sich im Geschiebepflaster an.

Dieser Vorgang war zuende, als dem Eisvorstoß ein Rückschmelzen des Eises folgte und dadurch der Druck des Eises nachließ. Über dem Geschiebepflaster schied nunmehr das jeweils unterste Gleitbrett der Untermoräne aus der Bewegung aus. Mit dem Schmelzen des darin enthaltenen Eises nahm die Grundmoräne an Mächtigkeit zu. Regellos darin verteilt traten erneut herangeführte Geschiebe auf. Ein Geschiebepflaster gestattet somit, einen Eisvorstoß in der Facies Grundmoräne zu erkennen.

Geschiebepflaster sind morphogenetisch ohne Bedeutung. Daher werden sie in glaciomorphologischen Werken nicht erwähnt. Sie bezeugen aber in morphologischer Hinsicht

wichtige Vorgänge. Möglicherweise gelingt es später durch Vergleich der Verdichtung der Geschiebemergel (DÜCKER 1951; SEIFERT 1973) Angaben über unterschiedlichen Eisdruck und damit über die jeweilige Dicke des Eises zu gewinnen. HEERDT 1966, Ab. 16, hat aufzeigen können, daß die oberhalb eines Geschiebepflasters gelegene Grundmoräne sich über den Rand der unteren Grundmoränen-Lage hinaus erstreckte.

Geschiebepflaster zeigen den Unterschied zwischen Grundmoräne und Untermoräne auf. Sie lehren, daß zunehmender Druck des Eises die Grundmoräne abträgt. Wäre das Eis noch weiter angeschwollen, so wäre die Grundmoräne völlig abgetragen worden. Das Eis wäre dann mit seiner Untermoräne auf älteren Absätzen dahin geglitten. Damit sind wir zu dem gleichen Ergebnis gekommen wie eingangs durch Beobachtungen am Grunde von Gletschern und des Inlandeises berichtet.

Von einer bestimmten Mächtigkeit des Eises an kann sich somit keine Grundmoräne unter dem Eise bilden oder erhalten. Die Entstehung von Grundmoräne ist also auf die Randzone des fließenden Eises beschränkt. Diese besaß bei dem flachliegenden Inlandeis allerdings erhebliche Breite. Eine weit reichende Grundmoränen-Decke ist somit nicht synchron wie eine am Grunde einer Meeresbucht abgelagerte Schicht. Eine solche Decke ist vielmehr nacheinander durch Auflage flacher, ähnlich wie Dachziegel aufeinander lagerner Keilstücke entstanden. Die größte Mächtigkeit eines solchen Keiles lag unter dem jeweiligen Eisrand.

Dies gilt aber nur für die Zeit gleichmäßiger Rückverlagerung des Eisrandes. Wenn ein Eisvorstoß nur von kurzer Dauer war, dann konnte danach eine breite Zone des Eises aus der Bewegung ausscheiden. Die Untermoräne dieses Toteises wurde nicht weiter verfrachtet. Sie taute weithin gleichzeitig auf. Somit ist die oberste Lage einer derart entstandenen, unverletzt erhaltenen Grundmoränendecke synchron.

Hier erhebt sich die Frage nach der Entstehung der Grundmoränen-Ebenen (KEILHACK 1897). Sie finden sich im Bereich der Brandenburger Phase ebenso wie in den jüngeren wärmzeitlichen Grundmoränen beiderseits der westlichen Ostsee. Grundmoränen-Ebenen weisen zwei Charakteristika auf. Einmal die Ebenheit, aber diese ist — wie wir sehen werden — etwas sekundäres. Die andere und wichtigere Eigenheit ist das Fehlen von Ablagerungen jüngerer Schmelzwässer. Diese fehlen offenbar deswegen, weil die Basis des Eises hier nicht in eingetieften Zugenbecken lag, die später von Schmelzwasser-Ablagerungen erfüllt werden konnten. Jene Grundmoräne-Decken lagen und liegen erheblich höher als die benachbarte Erosionsbasis. Die Schmelzwässer erzeugten und benutzten mehrere 10 m tiefer gelegene Täler. KEILHACK benannte sie mit wirksamer Mystik Urstrom-Täler. Morphogenetisch sollten sie zutreffender als Rinnensander bezeichnet werden.

Der Umstand, daß Schmelzwässer ein Grundmoränendecken-Gebiet in Rinnen gebündelt durchflossen, ließen Grundmoränen-Plateaus, 30—40 m höher als die Rinnensander gelegen, entstehen. Die eisfrei gewordene Grundmoräne war periglacialer Einwirkung ausgesetzt und wurde dadurch sekundär eingeebnet.

Ein gleiches wie für das Brandenburger Gebiet dürfen wir für die Ostsee-Randgebiete annehmen. Lolland, das Parade-Beispiel einer Grundmoränen-Ebenen-Landschaft, liegt 10—20 m ü.d.M. Die benachbarte See weist breite Rinnen in rund 20 m Tiefe auf, denen schmale Täler eingelagert sind. Store und Lille Belt werden, bevor die Meeresüberflutung kam, nacheinander Tunneltäler, Schmelzwasser-Täler und dann Flußtäler gewesen sein. Lolland und andere Bereiche mit Grundmoränen-Ebenen lagen somit in gleicher Weise oberhalb der Erosionsbasen wie die Brandenburger Geschiebemergel-Plateaus. Grundmoränen-Ebenen dürften somit entstanden sein, wo die Schmelzwässer sich tiefer als die Basis des Eises einschneiden konnten.

Anders ist es mit der früher vielfach herangezogenen morphographischen Einheit der „kuppigen Grundmoränen-Landschaft“. Diesen Begriff führte WAHNSCHAFFE 1889 für das Gebiet innerhalb der ausgeprägten Endmoränenzüge, insbesondere des „Baltischen Höhenzuges“ ein. Am Aufbau der äußeren Endmoränen nahmen hauptsächlich Schmelzwasser-Absätze teil. Grundmoräne wurde nur auf der Innenseite der Moränenzüge angelagert. Stauchte ein späterer Eisvorstoß sein Vorland, zumeist Toteis enthaltend, so kam auf der Außenseite des Moränenzuges ältere, auf dessen Innenseite etwas jüngere Grundmoräne zu liegen. Es erhielten daher während des weiteren Rückzuges des Eises sowohl die Moränenzüge wie die zwischengeschalteten Reste von Zungenbecken reichlich Grundmoränen-Material auf- bzw. eingelagert. Aus den entsprechenden Beobachtungen dürfte WAHNSCHAFFE zu der Auffassung vom Vorhandensein einer kuppigen Grundmoränenlandschaft gekommen sein. Diese kuppige Grundmoränenlandschaft wurde u. a. noch von EGGERS (1934) als eine verbreitete glaciale Einheit aufgefaßt. LORENTZEN (1938) zeigte schon zahlreiche Eisrandlagen im Bereich der kuppigen Grundmoränenlandschaft auf, behielt aber die Bezeichnung Grundmoränenlandschaft bei. Die später erfolgte morphologische Gliederung in dicht und durchaus nicht kongruent gelegene Eisrandlagen und die Deutung zahlreicher Seen-Becken als Reste von Zungenbecken ließen WAHNSCHAFFE's Auffassung hinfällig werden. So schrieb FRANZ in GELLERT (1965, 222) „im Hinterland der Pommer-schen Endmoräne finden sich die einzigen größeren Vorkommen von kuppigen Grundmoränengebieten und von Drumlins.“ SCHOLZ (1959) in seiner eindrucksvollen morphogenetischen Karte Berlin-Nord gibt innerhalb der Joachimstaler Endmoräne wenige kleine Gebiete mit kuppiger Grundmoräne an. Deren Hauptvorkommen liegen eisseitig in Fortsetzung von Kerben im Eisrand. Daher ist nicht anzunehmen, daß es sich um aus Spalten des Eisrandes aufgequollene Grundmoräne handelt, ein Vorgang, der aus Grönland und Spitzbergen bekannt geworden ist (Näheres GRIPP 1929, 223).

Im Glauben an das Vorhandensein von Kuppigen Grundmoräne-Landschaften habe ich selber die Grundmoräne-Mauern, die in Spitzbergen und Grönland Spalten des Eises von unten her anfüllten, als den Ausgang der von WAHNSCHAFFE eingeführten Kuppigen Grundmoräne-Landschaft angesehen. Im Flachland wird aber eine Entstehung der Kuppen auf gleiche Weise kaum vorgekommen sein. Einmal werden Spalten bei in Lockerboden lagernden Zungenbecken selten aufgetreten sein. Spalten, wie sie HEERDT (1966, Abb. 17 u. 21) nachwies, dürften mit dem Widerlager der weitgehend aus festen Fein-Quarziten aufgebauten Stauchmoräne Kühlung verursacht sein. Zum anderen wären Kuppen aus Geschiebemergel durch Aufweichen und Umlagerung sowie weitere periglaciale Vorgänge vermutlich weitgehend eigeebnet worden. In der Nähe einer Stirn- oder Endmoräne bedingen zwar untereisische Wasserläufe, die Quellaustritte, ungleiche Schwankungen des Eisrandes, Ausfüllung kleiner Becken und Fließen des Schuttes über tauendem Eis Unebenheiten in und auf der ehemaligen Basis des Eises. Aber diese Unebenheiten umfassen nicht das, was unter der flächenhaft weit reichenden Kuppigen Grundmoränen-Landschaft verstanden wird. Deren Unebenheiten waren weitgehend nicht als solche erkannte, von Grundmoräne bedeckte niedrige Eisrand-Anhäufungen, in Senken angereicherte zerflossene Grundmoräne usw.

Der Begriff Kuppige Grundmoräne ist von den preußischen Landesgeologen eingeführt und benutzt worden. In anderen Ländern ist er nicht gebräuchlich. In den Lehrbüchern von FLINT, LLIBOUTRY und EMBLETON & KING suchen wir vergebens danach. Als der Begriff eingeführt wurde, kannte man weder die zahlreichen und z. T. geringen Eisvorstöße, noch die Formen der Schmelze verschütteten Eises.

Der Begriff Kuppige Grundmoränen-Landschaft sollte als morphologische Bezeichnung aufgegeben oder wenigstens auf einwandfreie Analogie zu den rezent beobachteten Vorkommen beschränkt werden. Die unruhigen Formen der bis in jüngste Zeit weiträumig

ausgeschiedenen Kuppigen Grundmoränen-Landschaft sind zumeist nicht durch die Grundmoräne bedingt. Deswegen sollte man das an die Endmoräne innen anschließende Gelände, wenn eine zusammenfassende Bezeichnung erforderlich erscheint, als kuppige oder tiefgetaute Eisrand-Landschaft bezeichnen. 1964 S. 305 benutzte ich für die Kuppige Grundmoränen-Landschaft im weiteren Sinne die Bezeichnung: „Zusammengesetzte Niedertau-Landschaft = Endmoränen + kuppige Grundmoräne“. Morphogenetisch und damit erdgeschichtlich weiter aber führt die Auflösung in die Einzelvorgänge des Geschehens.

Literatur

- BÖHM VON BÖHMERSHEIM, A.: Geschichte der Moränenkunde. — Abh. geograph. Ges. Wien, **3**, Nr. 4, 1901.
- DÜCKER, A.: Ein Untersuchungsverfahren zur Bestimmung der Mächtigkeit des diluvialen Inland-eises. — Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, **20**, 3—14, 9 Abb., Hamburg 1951.
- EGGERS, W.: Die Oberflächenformen der jungeiszeitlichen Landschaft im südlichen Schleswig und nördlichen Holstein. — Veröff. Schleswig-Holsteinische Univ. Ges., **42**, 1—120, 1934.
- EMBLETON, C. & KING, C. A. M.: Glacial and periglacial Geomorphology. — London 1971.
- FLINT, R. F.: Glacial and pleistocene geology. — New York 1957.
- GELLERT, J. F.: Die Weichsel-Eiszeit im Gebiet der DDR. — Berlin 1965.
- GRIPP, K.: Glaciologische und geologische Ergebnisse der Hamburgischen Spitzbergen Expedition 1927. — Abh. naturw. Verein Hamburg, **22**, 147—247, Hamburg 1929.
- : Der Abbau des würmzeitlichen Eises im Bereich des Kattegatt. — Med. Dansk Geol. For., **17**, 58—75, Kopenhagen 1967.
- : Grundmoräne und Geschiebepflaster. — Meyniana, **23**, 49—52, 2 Abb., Kiel 1973.
- HANSEN, Sigurd: En isskuret "Brolaegning" fra Egnen NØ for Odense. — Med. Dansk Geol. For., **10**, 119—129, 5 Abb., Kopenhagen 1942.
- HEERDT, S.: Struktur und Entstehung der Stauchmoräne Kühlung. — Geologie, **15**, 1169—1213, 22 Abb., Berlin 1966.
- HILLEFORS, Å.: Die Glacialschrammen auf Hallands Svartskär und der Verlauf des würmzeitlichen Eisrandes längs der Küste Nordhallands, Westschweden. — Dansk Geol. For., **17**, 76—89, Kopenhagen 1967.
- KEILHACK, K.: Die Drumlinlandschaft in Norddeutschland. — Jb. preuß. geol. Landesanst., **17**, 163—188, 6 Abb., 1 Taf., Berlin 1897.
- LLIBOUTRY, L.: Traité de Glaciologie I. 1964, II. 1965, Paris.
- LORENTZEN, E.: Die Oberflächenformen der Landschaft Angeln und ihre Abhängigkeit vom Klimawechsel während der jüngsten Vereisung. — Schr. naturw. Ver. Schleswig-Holstein, **22**, 358—448, 1938.
- NIELSEN, Arne Vagn: om Lindö. — Med. Dansk. Geol. For., **14**, 453—454, Kopenhagen 1959.
- RASMUSSEN, H. Wienberg: Danmarks Geologi. — Köbenhavn 1966.
- SCHOLZ, E.: Morphogenetische Karte Berlin Nord. — Pädagogische Hochschule, Potsdam 1959.
- SEIFERT, G.: Das mikroskopische Korngefüge des Geschiebemergels als Abbild der Eisbewegung . . . — Meyniana, **2**, 124—190, 8 Abb., 6 Taf., Kiel 1954.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte der Insel Fehmarn (im Druck).
- WAHNSCHAFFE, F.: Zur Frage der Oberflächengestaltung im Gebiete der baltischen Seenplatte. — Preuß. geol. Landesanst., **8**, 150—163, 2 Abb., Berlin 1888.
- : Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. — 3. Aufl., 413 S., 39 Abb., 24 Taf., Stuttgart 1909.

Manuskript eingeg. 27. 3. 1973.

Anschrift des Verf.: Prof. Dr. K. Gripp, 24 Lübeck 1, Klosterstraße 22.