

Eiszeitalter u. Gegenwart	27	69—74 5 Abb.	Öhringen/Württ. 1976
---------------------------	----	-----------------	----------------------

## Bemerkungen über Stauch-„End“moränen

ECKHARD GRIMMEL \*)

Push end moraines, ice-pushed ridges, push ridges, ice-thrust-ridges, frontal push, basal push

**Kurzfassung:** Stauchrücken in früheren Inlandeisgebieten können polygenetischen Ursprungs sein: Man kann sie sich sowohl durch Frontal- als auch durch Basalstauchung der sich ausbreitenden Inlandeisdecken entstanden vorstellen.

Solange man im Einzelfall keine eindeutigen Merkmale für die Zuordnung zu dem einen oder dem anderen Stauchtyp hat, sollte man undifferenziert von Stauch-Rücken oder Stauch-Moränen, aber nicht von Stauch-Endmoränen sprechen. Die Bezeichnung „Endmoräne“ sollte grundsätzlich nur zur Ansprache von solchen Rücken benutzt werden, deren Entstehung den glazigenen Vorgängen an einer Gletscherfront zweifelsfrei zugeordnet werden kann.

[Remarks about Push End Moraines]

**Abstract:** Push ridges which occur in regions that were covered with continental ice sheets in former times may have different origins: They can be regarded as having originated not only by frontal push, but also by basal push of the expanding ice sheets.

As long as there are no clear features, which allow to say whether a certain ridge is the result of frontal or basal push, such a ridge should indifferently be termed push ridge, or push moraine, but not push end moraine. The term „end moraine“ should on principle be used only for those ridge-like forms, the origin of which can undoubtedly be related to glacial processes at the front of a glacier.

### 1.

In der Geomorphologie ist das Problem der Konvergenzerscheinungen seit langem bekannt. Gemeint ist damit, daß gleiche oder ähnliche Formen durch verschiedene Prozesse entstehen können. Die Gefahr der genetischen Fehlinterpretation ist besonders groß bei solchen Formen, die von den pleistozänen Inlandeisdecken geschaffen worden sind. Denn bekanntlich gibt es auf der Erde heute keine Region mehr, in der man alle die Formungsmechanismen studieren könnte, die im Pleistozän existiert haben. Daher ist man versucht, die pleistozänen Reliefformungsprozesse ausschließlich auf der Basis der Beobachtungen zu rekonstruieren, die man in den Randgebieten der rezenten alpinen oder polaren Gletscher bzw. Eiskappen gemacht hat. Das „Geschehen am Eisrand“ (GRIPP 1975: 31) wird zu Modellen verarbeitet, die dann leicht die Funktion von Schablonen erhalten, mit denen man in jedem Gebiet jede Form erklärt.

Die „glaziale Serie“ ist zu einer solchen Schablone geworden, was ganz sicher nicht im Sinne von PENCK gewesen ist. Unter anderem lassen sich mit ihr vorzüglich Stauchungen erklären.

### 2.

Allgemein bekannt ist das berühmte, kürzlich neu aufgelegte Photo des Usher-Gletschers auf Spitzbergen, das GRIPP in den 20er Jahren dieses Jahrhunderts aufgenommen hat (GRIPP 1975: 61). Deutlich sind dort in einigem Abstand von der Gletscherfront dichtgestaffelte Parallelrücken zu erkennen. Obgleich der eigentliche Prozeß der Bildung dieser

\*) Anschrift des Verfassers: Dr. E. Grimmel, Institut f. Geographie der Universität Hamburg, Bundesstraße 55, 2000 Hamburg 13.

Parallelrücken natürlich nicht mehr beobachtet werden konnte, scheint es wohl kaum eine andere Möglichkeit zu geben, als den in Abb. 1 dargestellten Entwicklungsgang zu postulieren, der aus der Endform abgeleitet wurde. Das „genaue“ Modell der Entstehung von Stauch-Endmoränen war damit fertig. Gewisse Modifikationen kamen später hinzu, nämlich wie man sich die Entstehung von „überfahrenen Stauch-Endmoränen“ oder „Toteis-Stauchendmoränen“ vorzustellen habe (Abb. 2, 3). Der Aufstauvorgang selbst, nämlich an der Stirn des vorrückenden Gletschereises, bleibe der gleiche. Man war sich sicher, daß so die Parallelrücken der Duvenstedter Berge (Schleswig-Holstein), oder die Parallelrücken bei Heiligenhafen (Schleswig-Holstein), oder die Dammer-Fürstenauer Berge (Niedersachsen), oder der Muskauer Faltungsbogen (Lausitz) u. a. entstanden sein mußten.

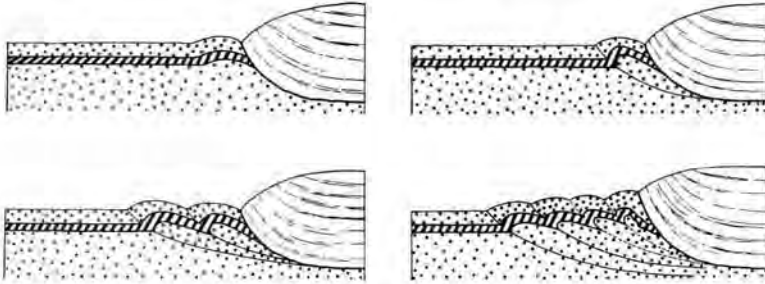


Abb. 1: Phasen der Stirnstauchung. Die jüngste Stauchfalte entsteht jeweils außen an der Stauchmoräne. Die älteste = innerste Falte wird am höchsten herausgehoben. Entwurf Dr. R. Köster 1959. Aus: GRIPP 1964: 185.

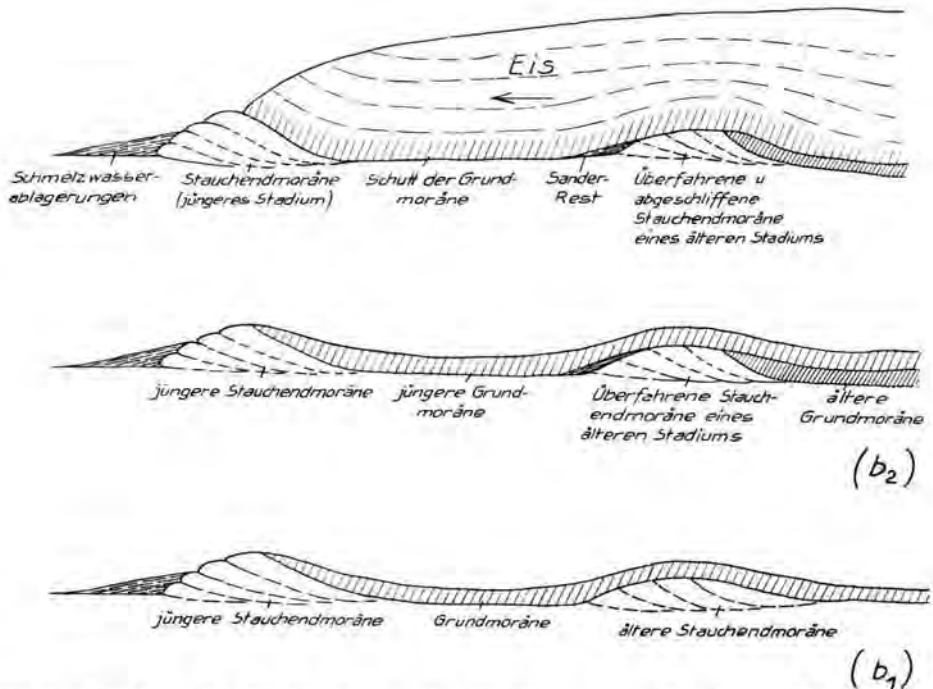


Abb. 2: Überfahrene Stauchendmoränen (nach GRIPP 1942).

Aus: VIETE 1960: Beilage 10.

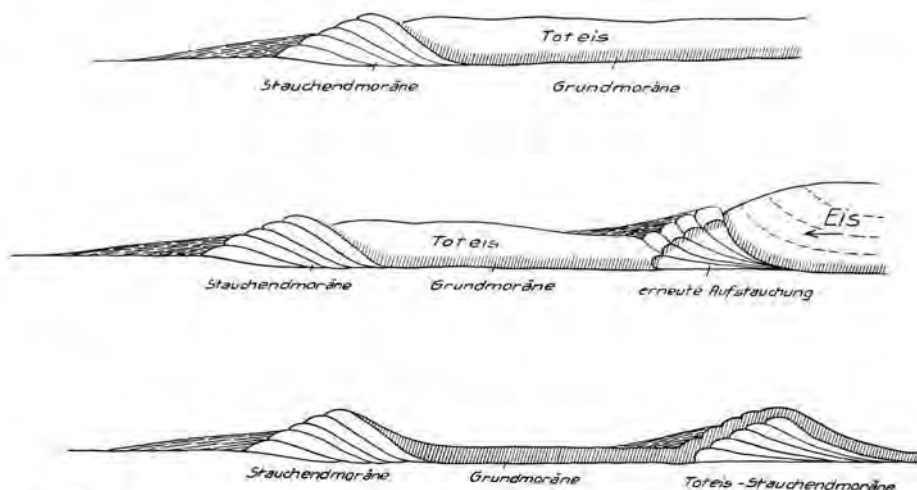


Abb. 3: Toteis-Stauchendmoränen (nach GRIFF 1942).

Aus: VIETE 1960: Beilage 10.

## 3.

Gerade der Muskauer Faltungsbogen wurde sozusagen als Abbild der Stauch-Endmoränen des Usher-Gletschers betrachtet. Aber gerade der Muskauer Faltungsbogen war es auch, bei dem zum ersten Mal Zweifel geäußert wurden an der Richtigkeit des Modells der Stirnstauchung, und zwar von WOLFF (1928).

WOLFF (1928: 347) geht von der heute kaum noch bezweifelten Annahme aus, daß das langsam vorrückende Eis in Norddeutschland einen Permafrostboden vorfand, der aber unter dem Gletscher infolge des Wärmestromes aus dem Erdinnern allmählich wieder auftaute: „Alle Beobachtungen an heutigen Inlandeismassen und großen Gletschern lehren uns, daß die untersten Partien dieser Eismassen sehr stark mit . . . Gesteinsschutt durchsetzt sind. . . Diese untersten Eislagen können sich wahrscheinlich mit einem gefrorenen Boden, besonders wenn dieser sehr viel Eiszement enthält, aufs innigste verschweißen, so daß der Frostboden zu einem Teil des Gletschers wird und an dessen Bewegung in stärkerem oder geringerem Maße Anteil nimmt.“

In bezug auf den Muskauer Faltungsbogen schreibt WOLFF (1928: 350—351): „Man könnte sich also vorstellen, daß . . . beim Herannahen der Hauptvereisung hier ein Miozän-plateau bestanden hat, das in gefrorenem Zustande vom Eis überrannt und zunächst nur wenig verändert wurde. Als aber dieses Haupteis allmählich auf eine Mächtigkeit von mindestens 500 m angeschwollen war, und sich gleichzeitig die Isothermen der gefrorenen Bodenunterlage allmählich bis auf den Nullpunkt gehoben hatten, da vermochte es in dem feinsandigen, flözführenden und mit mächtigen plastischen Tonschichten durchlagerten Miozän eine ungleich stärkere Stauchwirkung auszuüben, als bei der ersten Ankunft. Es könnten also Differenzialbewegungen im mächtigen Hauptkörper des Inlandeises gewesen sein, die diese ungeheuer tiefe (130 m) und breite (2—5 km) Zusammenstauchung des Miozäns hervorgerufen hätten.“

Auch bei der Deutung der Stauchzone von Itterbeck-Uelsen (Grafschaft Bentheim) nehmen RICHTER & SCHNEIDER & WAGER (1950: 68) an, daß das Gletschereis auf einen Permafrostboden glitt, dessen Mächtigkeit aufgrund des Tiefganges des Schuppenbaus mit 100—150 m angenommen wird:

„Beim Vorrücken des Eises wurde dieser rigide Körper verformt. Dabei ist wohl weniger an eine Stauchung an der Stirn des Eises zu denken, als an eine gemäß der Resultate aus der Belastung durch die Eismasse und aus der Vorwärtsbewegung des Eises sich ergebende Zerschierung und Einengung des dauergefrorenen Schichtpaketes. Die Bewegung des Eises ging von Norden nach Süden bzw. von Osten nach Westen. Dementsprechend ist auch die Verformung fortgeschritten, mit einem Tiefgang, welcher bis in die nicht mehr dauergefrorenen, als ‚Schmiermittel‘ dienenden Tone des Tertiärs reichte.“

Auch BRINKMANN (1953: 241) erklärt die Stauchrücken auf Rügen mit dem „Sohlen-schub des strömenden Eises“, allerdings ohne die Existenz eines Dauerfrostbodens in Erwägung zu ziehen.

Stauchrücken (ice-thrust ridges) sind auch aus dem westlichen Kanada (Alberta, Saskatchewan) bekannt und von KUPSCH (1962) detailliert untersucht worden. Aufgrund der Geländebefunde (vgl. Abb. 4) kommt KUPSCH (1962: 591) zu folgendem Ergebnis: „... it appears, that a sheet of ground ice underwent deformation by push, which caused folding and ultimately the characteristic imbricate thrust-faulting, and that the structures were preserved on final melting of the ice. It seems that the permafrost layer in essence constituted the lower part of the glacier, the bottom of which was not the top of the bedrock but the lower limit of the ground ice sheet. The structures are then to be regarded as having originated in the basal part of such a glacier.“

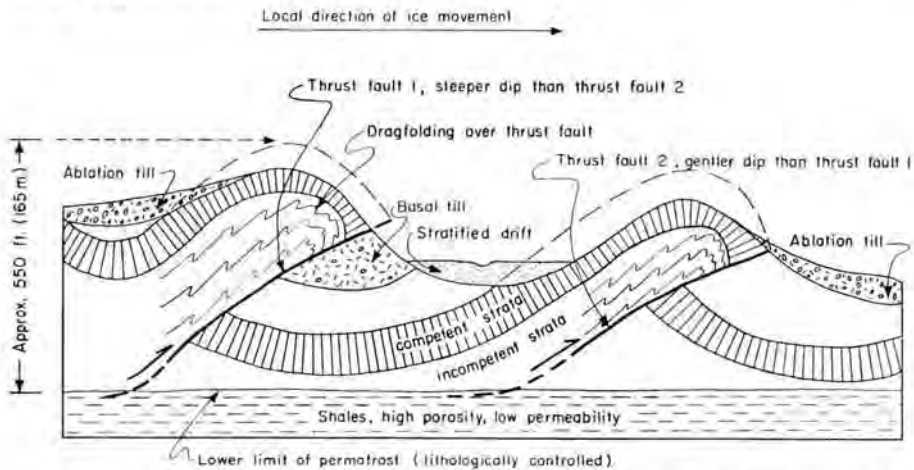


Abb. 4: Schnitt senkrecht zum Streichen von Stauch-Rücken. Topographie und deren Beziehung zu typischen Strukturen, Stratigraphie und Permafrost. (Nach Strukturschnitten von Slater 1927 und Byers 1960.) Aus: KUPSCH 1962: 588.

#### 4.

Die von WOLFF im Jahre 1928 geäußerten Auffassungen über Gletschereisbedeckung und allmähliches Auftauen des Permafrostbodens können heute als nahezu gesichert gelten (vgl. WOSZIDLO 1973—75: 21—22). Und damit ist auch die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß viele Stauchrücken nicht durch Frontal-, sondern durch Basalstauchung entstanden sind, wie in Abb. 5 schematisch dargestellt ist. Daß der Stauchungsvorgang im einzelnen noch viel komplizierter sein kann, zeigen entsprechende Geländebefunde von GRUBE (1967: 179, Tafel 40), der in einer und derselben Stauchzone „Falten mit aufgerissenen Sätteln, Fältelungen, Überschiebungen, Schuppen und wurzellose Schollen“ nachgewiesen hat.

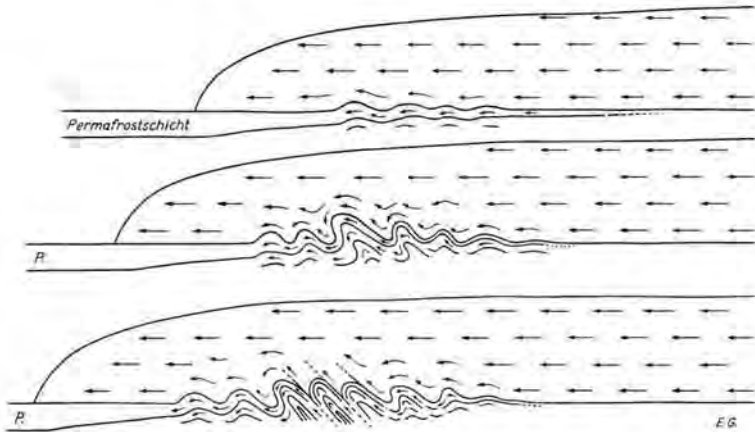


Abb. 5. Phasen der Basalstauchung (schematisch)

Daß morphographisch deutlich erkennbare Stauchrücken nicht häufiger auftreten, hat wahrscheinlich zwei Gründe:

1. Der Stauchungsvorgang kommt nur bei einer ganz bestimmten Faktorenkonstellation zustande, die nicht regelmäßig auftritt.
2. Viele Stauchrücken waren nur ephemere Gebilde, die beim weiteren Vorrücken des Eises ganz oder teilweise wieder abgetragen wurden.

Als Faktoren, welche bei der Basalstauchung eine wichtige Rolle spielen, wären wahrscheinlich zu berücksichtigen (nach VIETE 1960: 43—44; KUPSCH 1962: 590):

1. Temperatur des Gletschereises,
2. Mächtigkeit des Gletschers,
3. Bewegungsgeschwindigkeit des Gletschers,
4. Schuttgehalt des Gletschers;
5. Mächtigkeit des Frostbodens,
6. Korngrößenverteilung im Frostboden,
7. Eisgehalt des Frostbodens,
8. Korngrößenverteilung im frostfreien Untergrund,
9. Wassergehalt des frostfreien Untergrunds,
10. vorgegebenes Relief.

Eine qualitative oder gar quantitative Bewertung der einzelnen Faktoren ist sehr schwierig und muß glaziologischen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Solange man keine eindeutigen Merkmale für die Zuordnung zu dem einen oder dem anderen Stauchtyp hat (z. B. eingefalteter basal till, Abb. 4), sollte man undifferenziert von Stauch-Rücken oder Stauch-Moränen sprechen, aber nicht von Stauch-Endmoränen.

Die Bezeichnung „Endmoräne“ sollte logischerweise grundsätzlich nur zur Ansprache von solchen Rücken benutzt werden, die genetisch den glazigenen Vorgängen am Gletscherende, an der Gletscherfront zugeordnet werden können. Aber gerade in den ehemaligen Inlandeisgebieten der Mittelbreiten ist eine solche eindeutige Zuordnung fast nie möglich.

## Schriftenverzeichnis

- BRINKMANN, R. (1953): Über die diluvialen Störungen auf Rügen. — Geol. Rdsch., **41**: 231—241, 7 Abb.; Stuttgart (Enke).
- GRIMMEL, E. (1973): Überlegungen zur Morphogenese des Norddeutschen Flachlandes, dargestellt am Beispiel des unteren Elbtales. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **23/24**: 76—84, 5 Abb.; Öhringen (Rau).
- GRIPP, K. (1929): Glaziologische und geologische Ergebnisse der Hamburgischen Spitzbergen-Expedition 1927. — Abh. naturw. Ver. Hamburg, **22**: 145—249, 39 Fig., 32 Taf.; Hamburg.
- (1942): Entstehung der diluvialen Grundmoränenlandschaften und die Frage nach deren rezenten Äquivalenten in der Arktis. — Veröff. Dt. Wiss. Inst. Kopenhagen, Reihe **I**, Nr. **4**: 1—12, 5 Abb.; Berlin (Borntraeger).
- (1964): Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. — 411 S., 63 Abb., 3 Karten, 57 Taf.; Neumünster (Wachholtz).
- (1975): 100 Jahre Untersuchungen über das Geschehen am Rande des nordeuropäischen Inlandeises. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **26**: 31—73, 5 Abb., 8 Taf.; Öhringen (Rau).
- GRUBE, F. (1967): Die Gliederung der Saale-(Riß-)Kaltzeit im Hamburger Raum. — In: GRIPP, K. et al. [Hrsg.]: Frühe Menschheit und Umwelt, Teil II: 168—195, 1 Tab., 8 Taf.; Köln, Graz (Böhlau).
- KELLER, G. (1974): Glazitektonik als Wirkungsfeld exogener Dynamik. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **25**, 48—53, 1 Tab.; Öhringen (Rau).
- KUPFSCH, W. O.: (1962): Ice-thrust ridges in western Canada. — Journ. Geol., **70**: 582—594, 4 Fig., 2 Taf.; Chicago (University of Chicago Press).
- RICHTER, W. & SCHNEIDER, H. & WAGER, R. (1951): Die saalezeitliche Stauchzone von Itterbeck-Uelsen (Grafschaft Bentheim). — Z. dt. geol. Ges., **102**: 60—75, 5 Abb., 2 Taf.; Hannover 1951 (Enke, Stuttgart).
- VIETE, G. (1960): Zur Entstehung der glazigenen Lagerungsstörungen mit besonderer Berücksichtigung der Flözdeformationen im mitteldeutschen Raum. — Freiburger Forsch.-H., **C 78**: 1—257, 9 Bilder, 30 Taf., 18 Beil., 5 Tab.; Berlin 1960 (Akademie).
- WOLFF, W. (1928): Einige glazialgeologische Probleme aus dem Norddeutschen Flachland. — Z. dt. geol. Ges., **79** (1927), Mber.: 342—360, 4 Abb.; Berlin (Enke, Stuttgart).
- WOSZIDLO, H. (1973—75): Die Bedeutung der geologischen Vorbelastung für die Standsicherheit der Böschungen am Elbe-Seitenkanal. — Jh. Karl-Hillmer-Ges. Fachhochsch. Nordostniedersachsen Suderburg: 17—34, 5 Abb.; Suderburg (Selbstverlag).

Manuskript eingeg.; 26. 11. 1976.