

Strukturelle Typisierung der Steilufer an der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns

Von WERNER SCHULZ

Zusammenfassung

Als Vorarbeit für den Küstenschutz wurde seit 1985 der größte Teil der Steilküsten Mecklenburg-Vorpommerns nach einheitlicher Methode neu kartiert sowie nach Kornverteilung, Glazialgefüge und deren Auswirkungen auf den Abrasionswiderstand charakterisiert. Daraus wird eine Typisierung der Steilufer abgeleitet. Folgende Steilufertypen werden nach Genese und Struktur unterschieden:

1. Grundmoränenkliffs
2. Grundmoränenkliffs mit diskordantem Geschiebemergel über gestauchter pleistozäner Schichtenfolge
3. Stauchendmoränenkliffs in gestauchter pleistozäner und kretazischer Schichtenfolge
4. Kliffs in spätglazialen Beckenbildungen und holozänen Dünenanden

Diese Kliffotypen werden unter Berücksichtigung der Schichtenfolge, der Lagerungsverhältnisse, der pleistozänen Glazialdynamik und der heutigen morphologischen Ausprägung durch Beispiele erläutert. Eine Karte zeigt die Verbreitung der o. g. Kliffotypen in Mecklenburg-Vorpommern.

Summary

In preparation for coastal protection measures most of the coastal cliffs of Mecklenburg-Vorpommern have been remapped since 1985 using standardized criteria, and were characterized with regard to their grain size distribution patterns and glacial structures responsible for resistance against abrasion. On the basis of the findings the following classification of cliffs is established:

1. *Ground-moraine cliffs*
2. *Ground-moraine cliffs with discordant till overlying ice-pushed Pleistocene layers*
3. *Ice-pushed end-moraine cliffs in ice-pushed pleistocene and cretaceous sediments*
4. *Cliffs within late glacial basins and Holocene dune sands*

The types are described with a view to their stratigraphy, layering, glacial dynamics and present morphological pattern.

The distribution of the above mentioned types of cliffs along the coast of Mecklenburg-Vorpommern is presented in a map.

Inhalt

| | |
|---|----|
| 1. Einleitung | 68 |
| 2. Genetisch-strukturelle Gliederung | 69 |
| 3. Strukturelle Kliffotypen an der Außenküste von Mecklenburg-Vorpommern | 69 |
| 3.1 Grundmoränenkliffs | 69 |
| 3.2 Grundmoränenkliffs mit diskordantem Geschiebemergel auf gestauchtem Glazifluviatil und älteren Moränen | 71 |
| 3.3 Stauchendmoränenkliffs in glazilimnischen bzw. glazifluviatilen Bildungen sowie älteren Moränen, einschließlich Kreideschollen und -schuppen | 73 |
| 3.4 Kliffs in spätglazialen Beckenbildungen | 75 |
| 4. Schriftenverzeichnis | 76 |

1. Einleitung

Die durch ihre Lagerungsstörungen bekannten Steilufer Mecklenburg-Vorpommerns (im folgenden M-V) werden seit etwa 80 Jahren von Geologen bearbeitet. Einige der Steilufer wurden in Abständen von Jahrzehnten bereits mehrfach kartiert (z. B. die Stoltera westlich Warnemünde von GEINITZ, 1907; SCHUH, 1923; KÖSTER, 1952; ROGGE, 1956/57 und LUDWIG, 1964).

Die Aufnahmen wurden überwiegend zu Zwecken der Erarbeitung eines stratigraphischen Gerüsts und zur Typisierung glazidynamischer Störungsformen vorgenommen.

Eine erste quantitative Erfassung der Abrasionsbeträge an den Steilufern versuchte GEINITZ (1903) in der Arbeit „Die Landverluste an der mecklenburgischen Küste“. Am Fischlandkliff konnte er eine Basislinie aus Pfählen und Grenzsteinen auf der Hochfläche aufbauen und durch Wiederholungsmessungen (1911 und 1918) Werte für den Rückgang des Steilufers exakt belegen.

Es stellte sich bald heraus, daß neben relativ geringen Rückgangsraten in Jahren ausbleibender Hochwasser vor allem die unregelmäßig auftretenden, exzeptionellen Sturmhochwasser die Höhe der effektiven Rückgangsbeträge bestimmen.

Interessierte ursprünglich nur der Verlust des festen Landes, so setzten Projektierungsarbeiten für Küstenschutzmaßnahmen die Kenntnis der grundlegenden küstendynamischen Vorgänge voraus. Mit der Definition von physiographischen Einheiten und Bilanzsystemen durch GURWELL, WEISS u. ZIELISCH (1982) wurden Abtragungs- und Sedimentationsräume auf kleinere, selbständige Areale begrenzt und damit überschaubar. Quantitative Bilanzierungen der Sedimenttransformation auf der Schorre erfordern eine Analyse der Vorgänge, die unter dem komplexen Begriff Abrasion verstanden werden.

Wie GURWELL (1989) dargelegt hat, wird der Küstenrückgang vor allem bestimmt durch das Ungleichgewicht zwischen Seegangbelastung und dem Relief der Schorre. Eine zeitweilige Zunahme der Seegangbelastung führt zur Versteilung des Schorreprofils und schließlich zu einer Aktivierung des Steilufers. Für eine Bilanzierung der Sedimentwanderung auf der Schorre ist somit die Kenntnis des lithologischen und strukturellen Aufbaus der Steilufer als ein Liefergebiet – neben der Schorre – Voraussetzung. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, die Steilufer neu und unter einheitlichem Aspekt zu kartieren.

Schwerpunkte dieser Kartierung waren die flächenmäßige Verbreitung der Gesteine auf dem Kliffhang (Planimetrierung des Aufrisses, soweit technisch möglich auch unter dem Strand), die Kornverteilung, das Gefüge der glazigenen Bildungen sowie die Lagerungsverhältnisse.

Die Kartierung und ingenieurgeologische Charakteristik der überwiegend glazialen Sedimente erfolgte im Rahmen von Vertragsarbeiten, vergeben von der Abt. Küstenforschung Warnemünde der ehemaligen Wasserwirtschaftsdirektion Küste an den ehemaligen VEB Geologische Forschung und Erkundung Schwerin sowie an das heutige Geologische Landesamt M-V. Seit 1985 wurden so 138 km Steilufer zwischen dem Klütz-Höved im W und dem Langen Berg bei Ahlbeck im E nach einheitlicher Legende neu kartiert, in einem Steiluferkataster typisiert sowie nach dem Gefüge und der Korngrößenverteilung charakterisiert.

2. Genetisch-strukturelle Gliederung

Entsprechend dem Aufbau der glazialen Serie¹⁾ lassen sich die aktiven Steilufer M-Vs gliedern in Steilufer aus (Abb. 1)

1. Grundmoränen mit ungestörtem Geschiebemergel
2. Grundmoränen mit diskordantem Geschiebemergel auf gestauchtem Glazifluviatil und älteren Moränen
3. Stauchendmoränen aus glazilimnischen bzw. glazifluviatilen Bildungen sowie älteren Moränen, einschließlich Kreideschollen und -schuppen
4. Beckenbildungen.

An der Ostseeküste M-Vs sind reine Satzendumänen zur Zeit nicht aufgeschlossen.

Aus diesem Bezug zur glazialen Serie ergibt sich eine Typisierung der Steilufer, für die im folgenden die wesentlichen Eigenschaften sowie einige Beispiele aus M-V dargestellt werden sollen.

3. Strukturelle Klifftypen an der Außenküste von Mecklenburg-Vorpommern

3.1 Grundmoränenkliffs (Abb. 1; Nr. 1 und 1a)

Steilufer mit geringer bis mittlerer Höhe (3 bis 10 m) haben sich vorwiegend in reliefarmen Grundmoränen ausgebildet. Sie sind vor allem im Bereich der mecklenburgischen und vorpommerschen Küstenebenen verbreitet (Abb. 2).

Lithologisch herrscht Geschiebemergel mit lokal entwickelten Sandbändern (1a in Abb. 1) vor. Die meist söhliche Scherfugentextur sowie die auf die Eisvorstoßrichtung orientierte Klüftung des Geschiebemergels haben wesentlichen Einfluß auf die Wasserzirkulation. Eisbildung auf den Scherfugen und Klüften lockert das Gefüge und reduziert dadurch den Abrasionswiderstand.

Am Fischlandkliff streichen ein Kluftsystem sowie die Längsachsen der Geschiebe küstenparallel; die Klüftung fällt mit dem Kliffhang ein, was – neben der Exposition zur Hauptwindrichtung – zu erhöhten Rückgangsraten an diesem Steilufer wesentlich beiträgt (SCHULZ u. PETERS, 1989).

Daß sich mangelnde Entwässerung des Hinterlandes über die Textur des Geschiebemergels auf den Küstenrückgang auswirken kann, zeigt das Steilufer vor dem Campingplatz in Meschendorf nordöstlich Rerik; infolge unzureichender Vorflut und Stau von Abwasser tritt Sickerwasser auf den Scherfugen des Geschiebemergels verstärkt aus und beschleunigt die Fließvorgänge auf dem Kliffhang. Teile des Campingplatzes mußten deshalb geräumt werden.

Weitere Beispiele für Kliffs im Grundmoränenbereich (Abb. 2):

– beide Flanken des Klütz-Höveds bei Rosenhagen, Groß-Schwansee und Boltenhagen; am

1) Die quartärgeologischen Fachausdrücke sind u. a. erläutert in:

WOLDSTEDT, P.: Das Eiszeitalter, Bd. 1: Die allgemeinen Erscheinungen des Eiszeitalters. – Stuttgart, 1954

GRIPP, K.: Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. – Neumünster, 1964

CATT, J. A.: Angewandte Quartärgeologie. – Stuttgart, 1992

EHLERS, J.: Allgemeine und historische Quartärgeologie. – Stuttgart, 1994.

Abfall der Stauchendmoränengabel zu den Zungenbecken der Pötenitzer Wiek und der Boltenhagener Bucht

- Nordufer der Insel Poel
- Rerik - Meschendorf - Kühlungsborn - Heiligendamm, lokal mit Interglazialschollen und einer Zweiteilung des Geschiebemergels durch ein Geschiebepflaster
- Fischland (ohne den mittleren Abschnitt)
- Nordufer der Halbinsel Wittow/Rügen zwischen Dranske und Kap Arkona, 2 ungestauchte Geschiebemergel vom Habitus des kreidereichen M_3 , getrennt durch einen 0 bis 10 m mächtigen Feinsand
- auf Mönchgut bestimmen Stauchendmoränen das Relief und die Struktur der Steilufer; da die Stauchendmoränen hier zu den Zungenbecken (= Wicken und Binnenseen) steil abfallen, sind die Grundmoränenflächen auf einen schmalen Übergangstreifen zwischen Stauchendmoränen und Zungenbecken beschränkt (z. B. Südufer von Klein-Zicker).

3.2 Grundmoränenkliffs mit diskordantem Geschiebemergel auf gestauchtem Glazifluviatil und älteren Moränen (Abb. 1, Nr. 2)

Im Relief des Hinterlandes sind diese Strukturen normalerweise nicht zu erkennen. Auch im Zuge der üblichen geologischen Peilstangenkartierung bis 2 m Tiefe wäre günstigenfalls Geschiebemergel über Vorschüttungen zu erfassen.

Wie kompliziert jedoch die Lagerungsverhältnisse unter der diskordanten, morphologisch ebenen Geschiebemergeldecke entwickelt sein können, zeigt das Profil der *Stoltera* westlich Warnemünde, wo der glazigen gestauchte Bereich von 10 bis 15 m Kliffhöhe allein 3 Geschiebemergel-Horizonte mit eingelagerten Sanden und Tonen in z. T. diapirartigen Formen umfaßt (LUDWIG, 1964, Abb. 27).

Am Westkliff der Insel *Poel* bilden 2 Sande mit eingeschaltetem sandstreifigem Geschiebemergel und Linnocythere-Ton mehrere SSW-vergente spitze Sättel, die auf einen Eisvorstoß aus NNE hinweisen (RÜHBERG, 1969).

Am Südostkliff der *Greifswalder Oie* überlagert ein 1 m mächtiger Geschiebemergel (M_3) diskordant eine verschuppte Folge aus 2 Geschiebemergeln, Schmelzwassersanden und - besonders hervorzuheben - zahlreichen Schollen von Untereozän und Kreidekalcken. Die schuppenförmige Lagerung der Schollen war Anlaß, die Greifswalder Oie als Kerbstauchendmoräne der Ostrügensch Staffeln zu deuten (MÜNNICH, 1936; KLIEWE, 1957/58).

Da die gestauchte Schichtenfolge jedoch vom horizontal lagernden Geschiebemergel M_3 gekappt und diskordant überlagert wird (KNAUST, 1993) und die Hochfläche der Oie nahezu eben ausgebildet ist, fehlen die Kriterien für einen stationären Eisrand. Es liegt somit eine Grundmoränenebene vor, die einen glazigen stark gestörten Schichtenkomplex überfahren hat.

Zu diesem Kliffotyp ist auch *ARKONA* zu stellen, denn - abweichend von Jasmund - bedeckt der diskordante Geschiebemergel M_3 hier lückenlos die bekannte Schichtenfolge Kreide - $M_1 - I_1 - M_2 - I_2^{(2)}$ und setzt sich mit mehr oder weniger ebener Oberfläche weit in das Hinterland fort. Nur der Höhenzug unter dem Burgwall und den beiden Leuchttürmen kann als Stauchendmoräne bezeichnet werden.

Eine Übereinstimmung im Lagerungsprinzip besteht zwischen Arkona und dem Steilufer zwischen Saßnitz-Dwasieden und *Mukran*, wo die o. g. Schichtenfolge (Kreide bis

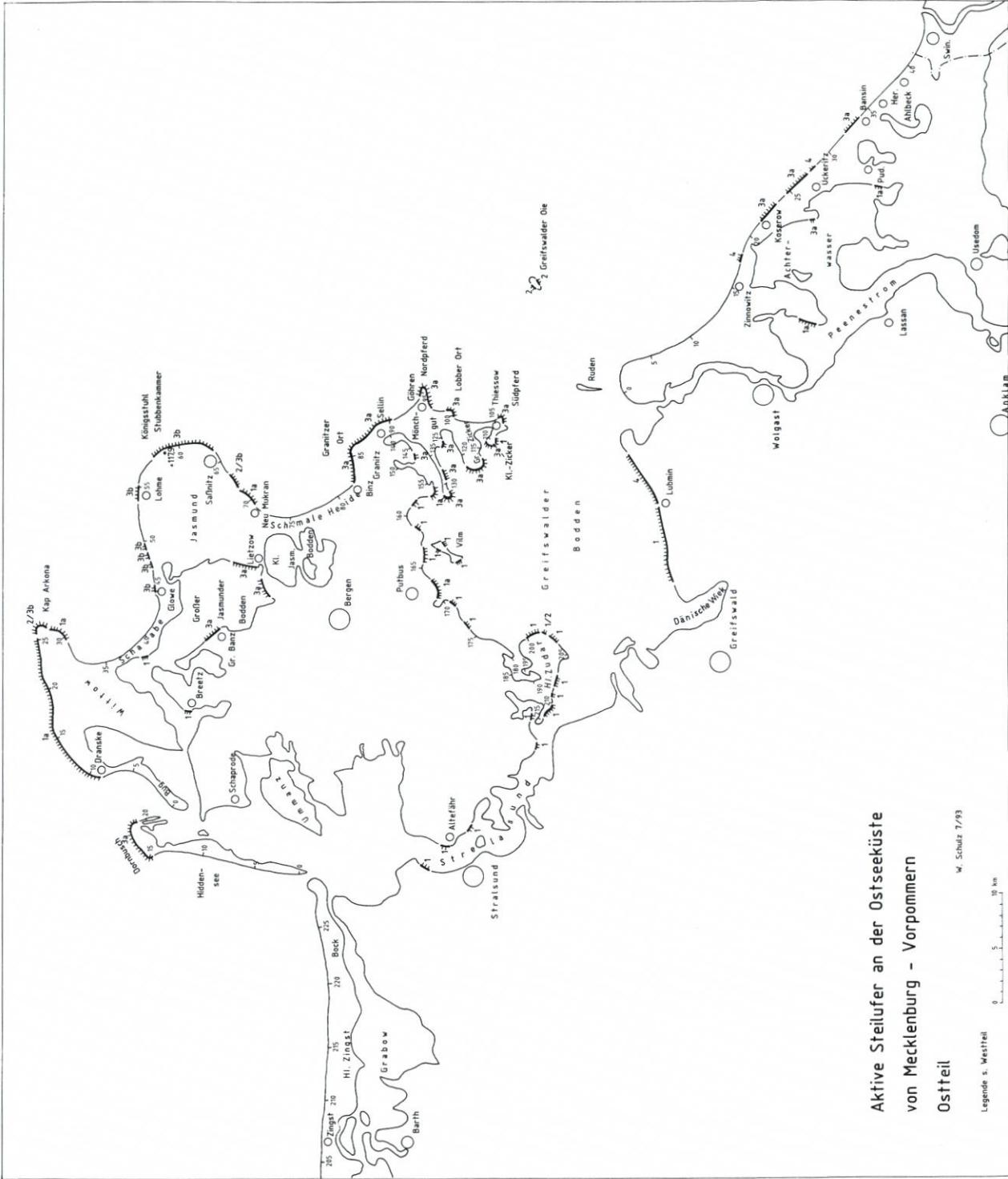


Abb. 2: Aktive Steilufer an der Ostseeküste von Mecklenburg-Vorpommern

I₂) von einem nahezu lückenlosen, mehr als 15 m mächtig werdenden Geschiebemergel M₃ überlagert wird.

Diesen Beispielen gemeinsam ist die glazigene Stauchung von glazifluviatilen/glazilimnischen Bildungen, älteren Moränen und lokal auch von Schollen bzw. Schuppen präquartärer Gesteine; der diskordante Geschiebemergel endet nicht im Bereich der Stauchung, sondern erstreckt sich weiter in das Hinterland. Dabei pausen sich die gestauchten Strukturen normalerweise nicht im heutigen Relief des Hinterlandes durch.

Man wird diese Lagerungsverhältnisse als Aufstauchung an einem vorstoßenden Eisrand oder – bei flach liegenden Schichtfolgen – an der Basis eines weiter nach S vorrückenden Inlandeises deuten müssen.

Eine Ausnahme stellt das Gelbe Ufer im Osten der Halbinsel Z u d a r auf Rügen dar (Abb. 2). Hier werden mehr als 15 m mächtige Vorschüttsande in glaziger ungestörter Lagerung von einer Geschiebemergeldecke überlagert.

3.3 Stauchendmoränenkliffs in glazilimnischen bzw. glazifluviatilen Bildungen sowie älteren Moränen, einschließlich Kreideschollen und -schuppen (Abb. 1, Nr. 3a und 3b)

Im Unterschied zum o. g. Typ der grundmoränenbedeckten Stauchkomplexe liegen hier vor dem Eisrand dislozierte Schichtenfolgen vor, die vom Inlandeis nicht mehr überfahren und abgeschliffen wurden (Abb. 1, 3a und 3b). Die Steilufer dieses Typs erreichen größere Höhen (Königsstuhl + 117 m NN, Dornbusch + 72 m NN). Die Stauchungsintensität an diesen Kliffs von M-V geht normalerweise über einen Sattel- und Muldenbau hinaus. Die Mittelschenkel zwischen den Sätteln und Mulden wurden zunächst in der Eisvorstoßrichtung gestreckt; bei weiterer Beanspruchung gehen sie in Überschiebungsflächen über (Abb. 1, 3b).

Wegen der Formenähnlichkeit mit endogen-tektonischen Strukturen sowie der häufig in den Schuppenbau einbezogenen älteren Moränen, der interglazialen und präquartären Schichten stellen diese in Stauchendmoränen eingeschnittenen Steilufer seit rd. 100 Jahren die klassischen Untersuchungsobjekte deutscher und dänischer Quartärgeologen dar.

Zu den besonders intensiv bearbeiteten Objekten zählt das Steilufer von J a s m u n d zwischen Saßnitz und dem Königsstuhl auf Rügen (Abb. 1, 3b und Abb. 2). Die etwa 120 bis 150 m mächtigen Kreidekomplexe des höheren Unter-Maastrichts werden von der quartären Schichtenfolge M₁ – I₁ – M₂ – I₂ konkordant überlagert. Die gesamte Serie wurde am Rand

- 2) Die Schichtenfolge an den Steilufern von Jasmund und Arkona wurde von O. JAEKEL 1917 wie folgt benannt:

Geschiebemergel M₃
(Diskordanz)
„Interglaziale“ Sande I₂
Geschiebemergel M₂
„Interglaziale“ Sande I₁
Geschiebemergel M₁
Kreide

Wenn auch den Sanden I₁ und I₂ heute nicht der Rang von Interglazialen zuerkannt wird, so wird die Gliederung der Schichtenfolge allgemein anerkannt und in allen diesbezüglichen Arbeiten angewandt (vgl. BRINKMANN, 1953; LUDWIG, 1964 u. STEINICH, 1972).

von Eisloben in der Prorer und Tromper Wiek aufgeschoben. Besonders intensiv beanspruchte Einengungsformen bildeten sich in der Kerbe zwischen beiden Eisloben aus (BRINKMANN, 1953; STEINICH, 1972). Aus dem zunächst angelegten Sattel- und Muldenbau entwickelte sich bei weiterer Beanspruchung in der Eisrandgabel ein zum Vorland vergenter Faltenbau. Schließlich dünnten die Mittelschenkel aus; die Sättel wurden nach oben ausgequetscht und unterlagen der glazigenen Abscherung. Die heute erhaltenen Strukturen (Streifen 1 bis 25 im Sinne von KEILHACK, 1914) erscheinen als Schuppen mit listrischen Überschiebungsflächen an der Basis der Kreidekomplexe. Die ehemaligen Mulden sind nur an wenigen Strukturen erhalten bzw. aufgeschlossen (z. B. Streifen 1 und 4 der bekannten „Kliffansicht zwischen Saßnitz und Kollicker Ort“, Geol. Inst. Univ. Greifswald, 1957).

Schuppenstruktur dürfte auch im Dornbusch auf Hiddensee vorliegen. Da hier das Kliff mehr oder weniger parallel zum glazitektonischen Bau streicht, löst der eingestauchte eeminterglaziale Cyprininton seit 1907 immer wieder Rutschungen beträchtlicher Dimen-

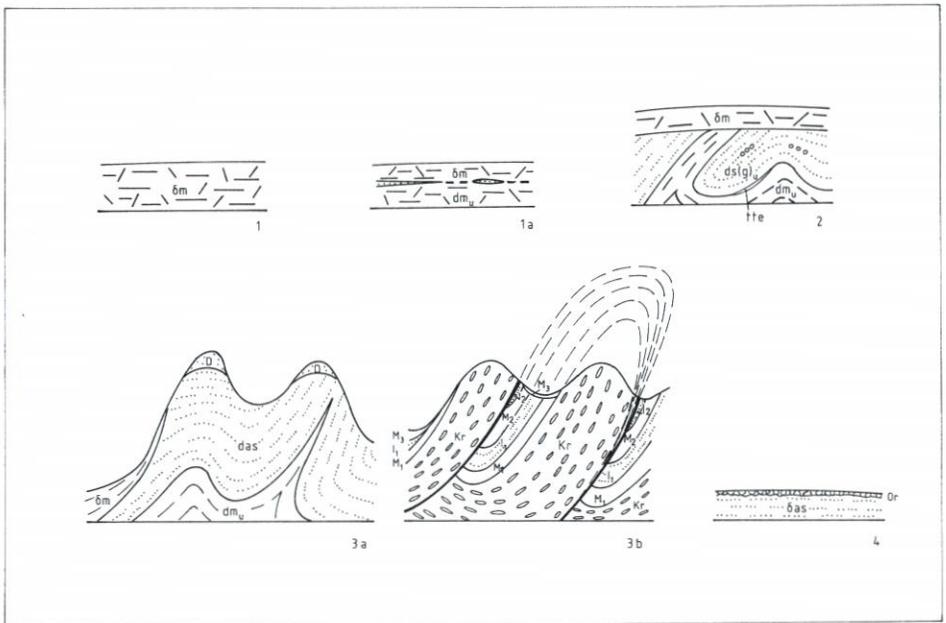


Abb. 3: Schichtenfolgen von Stauchendmoränenkliffs

sionen aus. Deshalb ist es trotz mehrfacher Bearbeitung (zuletzt LUDWIG, 1964) bisher nicht gelungen, ein Normalprofil des Dornbuschs aufzustellen.

Gesichert scheint die Erkenntnis, daß die Ostflanke eines Eislobus vorliegt, in der die Strukturen SW-NE mit nach SE konvexer Krümmung streichen.

Unter den „klassischen“ Stauchendmoränen an der südlichen Ostseeküste hebt sich der Dornbusch durch einen geringen Kenntnisstand ab; dieses Defizit ist für die Problematik der Küstendynamik um so mehr zu bedauern, als im Strömungsschatten des Inselkernes Dornbusch die Haken des Gellens sowie des Alten und Neuen Bessins ansetzen. Der Dornbusch mit seinen Haken wäre das Muster für ein in sich geschlossenes Bilanzsystem.

Ähnlich ungünstig gestaltet sich auch die Auswertung der ca. 10 km langen Steilküste des Klütz-Höved zwischen Groß-Schwansee und Boltenhagen (Abb. 2, vgl. Profil im

Exkursionsführer zur Tagung der Deutschen Quartärvereinigung, Kiel, 1992). Die Aufschlußverhältnisse werden im westlichen Teil des Profils dadurch beeinträchtigt, daß der mittlere Geschiebemergel (wahrscheinlich Frankfurter Stadium) durch die Aufnahme großer Mengen von roten bis blaugrauen Tönen des Untereozäns 2/3 zu Fließerscheinungen auf dem Kliffhang neigt und damit eine räumliche Erfassung der Ausstriche erschwert wird.

Einige km im Hinterland des Klütz-Höveds gabeln sich der Wismarsche und der Lübecker Lobus der Pommerschen Hauptendmoräne. Die am Groß- und Klein-Klütz-Höved aufgeschlossenen Stauchungen von frankfurtstadialen Geschiebemergel und begleitendem Glazifluviatil (Diapire bzw. Schuppen) zeigen, daß sich die Pressungen nicht auf den unmittelbaren Gabelungspunkt (Hoher Schönberg, + 92,3 m NN) beschränken, sondern sich noch mindestens 6 km weiter nördlich in beiden Loben durch intensive Einengungsformen auswirkten. Da am Klütz-Höved die diskordante Geschiebemergeldecke des stauhenden Inlandeises durchgehend entwickelt ist, könnte man hier sowohl von einem Kliff in Nähe des ehemaligen Eisrandes als auch von einem Grundmoränenkliff sprechen.

Von besonderem landschaftlichen Reiz sind die Stauchendmoränen der Ostrügenschen Staffel auf Mönchgut (Rügen) sowie auf Usedom (Abb. 1, 3a und Abb. 2). Von der Granitz bei Binz über die kleinen Zungenbecken und dazwischen aufgepreßten mittelmoränenartigen Stauchendmoränen Mönchguts bis zu den 3 aktiven Steilufern des Streckelberges, der Pagelunsberge (SCHULZ, 1959) und des Langen Berges an der Außenküste Usedom und weiter bis zum Swinhöft auf der Insel Wollin liegt an allen Kliffs ein einheitlicher Baustil vor: Ein Unterer Geschiebemergel, dessen Oberfläche in Bohrungen 10 bis 30 m unter NN angetroffen wird, ragt lokal über NN auf; er bildet am Kliff alle Übergänge von breiten Sätteln, zum Vorland vergentem, spitzen Sätteln und Schuppen bis zu Überschiebungsflächen.

Diese Störungsformen spießen in einen ca. 30 m mächtigen Beckensand ein, der vermutlich eine erste Phase des Haffstausees repräsentiert. Der Beckensand nimmt etwa 85 bis 90 % des Kliffhanges ein. Auf Grund der hohen Gleichkörnigkeit neigt er zur Ausbildung von Sandschütten mit einem natürlichen Böschungswinkel von 35°; wegen der niedrigen scheinbaren Kohäsion weist er einen geringen Abrasionswiderstand auf. Ein Oberer Geschiebemergel liegt nur lokal auf dem Beckensand, und zwar bevorzugt an den Hängen der Stauchendmoränen zu den Zungenbecken. Diese Form der Verbreitung in Verbindung mit den morphologisch frischen Stauchwällen über den o. g. Aufragungen von Unterem Geschiebemergel weisen darauf hin, daß hier Bildungen unmittelbar an einem Eisrand vorliegen und daß das Inlandeis diese Stauchendmoränen nicht mehr überfahren hat.

3.4 Kliffs in spätglazialen Beckenbildungen (Abb. 1, Nr. 4)

Aktive Steilufer in Beckenbildungen, die nicht mehr vom Inlandeis überfahren wurden, treten in M-V untergeordnet auf. Sie bilden flache Steilufer (unter 10 m Höhe) aus. Bei fein- bis mittelsandiger Körnung der Beckenbildungen stellen sich natürliche Böschungswinkel um 40° ein; Sandschütten lösen eine Verflachung des Kliffhanges auf 30° aus. Mit Zunahme des Schluffgehaltes bewirkt das kapillare Haftwasser eine Erhöhung der scheinbaren Kohäsion, so daß Kliffhänge mit Neigungen von 70 bis 80° ausgebildet werden können (z. B. im „Heidesand“ der Rostocker Heide).

Beispiele für Kliffs in Beckenbildungen (Abb. 2):

- Lubminer Heide, fein- bis mittelsandige Ausbildung mit Sandschütten infolge hoher Gleichkörnigkeit

- Rostocker Heide, durch schluffige Lagen bilden sich steile Kliffhänge aus; Ortsteinbildung an der Kliffkante sowie eine von allerödzeitlichem Moostorf gebildete Abrasionsplatte erhöhen den Abrasionswiderstand. Ist beides unterentwickelt (Rosenort), treten Rückgangsraten von mehr als 1 m/Jahr auf
- Fischland-Kliff, mittlerer Teil, durch Niedertauen einer größeren Toteismasse bildete sich im Spätglazial eine Senke aus, deren Eintiefung durch Schüttung von schluffigen Feinsanden kompensiert wurde.

Diesem Steilufertyp ähnlich reagieren die in M-V nur lokal entwickelten Steilufer in holozänen Dünen sanden (Neuhaus, Zempin), in Kliffranddünen sowie in alten Strandwallsystemen (Westdarß, Ückeritz). Infolge der hohen Gleichkörnigkeit und des Fehlens von kapillarem Haftwasser neigen die fein- bis mittelkörnigen Flugsande zur Umlagerung in Sandschütten (Zempin, Rehberge auf dem Vordarß, Kliffranddünen auf dem Streckelberg und dem Fischland).

4. Schriftenverzeichnis

- BRINKMANN, R.: Über die diluvialen Störungen auf Rügen. – Geol. Rundschau, 41, 1953.
- BÜLOW, K. v.: Allgemeine Küstendynamik und Küstenschutz an der südlichen Ostsee zwischen Trave und Swine. – Geologie, Beiheft, 10, 1954.
- EISSMANN, L.: Lagerungsstörungen im Lockergebirge. – Geophysik u. Geol., III, 4, 1987.
- GEINITZ, E.: Die Landverluste an der mecklenburgischen Küste. – Mitt. mecklb. geol. Landesanst., 14, 1903.
- GEINITZ, E.: Die Stoltera bei Warnemünde. – Mitt. mecklb. geol. Landesanst., 19, 1907.
- GELLERT, J.: Geomorphologisch wirksame Prozesse und genetische Formentypen der Steilufer, insbesondere der südlichen Ostseeküste. – Schriftenr. Wasser- u. Grundbau, 54, 1989.
- GURWELL, B. R.; WEISS, D. u. ZIELISCH, E.: Beitrag zur Charakterisierung von physiographischen Einheiten und Bilanzsystemen an Ostsee-Küstenstrecken der DDR. – Z. geol. Wiss., 10, 1982.
- GURWELL, B. R.: Grundsätzliche Anmerkungen zur langfristigen Abrasionswirkung und ihrer Quantifizierung. – Schriftenr. Wasser- u. Grundbau, 54, 1989.
- GURWELL, B. R.: Steilküstenabrasion und Sedimentbilanzierung – ein quantitativer Küstenvergleich. – Wiss. Z. E.-M.-Arndt-Univ. Greifswald, 39, Math.-nat. R. 1990.
- HEERDT, S.: Zur Stratigraphie des Jungpleistozäns im mittleren N-Mecklenburg. – Geologie, 14, H. 5/6, 1965.
- KLIEWE, H.: Die Steingründe zwischen Streckelsberg und Greifswalder Oie. – Wiss. Z. E.-M.-Arndt-Univ. Greifswald, 7, Math.-nat. R., Nr. 3/4, 1957/58.
- KNAUST, D.: Beiträge zur Geologie der Insel Greifswalder Oie (Ostsee). – Stratigraphie, Sedimentologie, Paläontologie. – unveröff. Diplomarbeit, Fachbereich Geowiss. d. Univ. Greifswald, 1993.
- KÖSTER, E.: Die Veränderungen im Steilufer und in der Strandterrasse des Naturschutzgebietes Stoltera bei Warnemünde. – Die Küste, 1, H. 2, 1952.
- KOLP, O.: Die nordöstliche Heide Mecklenburgs. – Deutscher Verlag der Wiss., Berlin 1957.
- LUDWIG, A. O.: Stratigraphische Untersuchungen des Pleistozäns der Ostseeküste von der Lübecker Bucht bis Rügen. – Geologie, Beiheft, 42, 1964.
- MÜNNICH, G.: Quantitative Geschiebepprofile aus Dänemark und Nordostdeutschland mit besonderer Berücksichtigung Vorpommerns. – Abh. Geol.-paläontol. Inst. E.-M.-Arndt-Univ. Greifswald, 15, 1936.
- NIEDERMEYER, R.-O.; KLIEWE, H. u. JANKE, W.: Die Ostseeküste zwischen Boltenhagen und Ahlbeck. – Geograph. Bausteine, 30, 1987.
- ROGGE, H.-J.: Beiträge zur Geologie der mecklenburgischen Ostseeküste II. Die Stoltera bei Warnemünde. – Wiss. Z. Univ. Rostock, 6, Math.-nat. R., H. 3, 1956/57.
- RÜHBERG, N.: Die Geologie der pleistozänen Schichtenfolge am Westkliff von Poel. – Geologie, 18, H. 5, 1969.

- SCHUH, F.: Beitrag zur diluvialen Tektonik. – Geol. Archiv, 2, 1923.
- SCHULZ, W.: Die Schuppenstruktur des Jungpleistozäns im Bereich der aktiven Steilufer Mittel-seedoms. – Ber. geol. Ges., 4, H. 2/3, 1959.
- SCHULZ, W.: Abriß der Quartärstratigraphie Mecklenburgs. – Archiv d. Freunde d. Naturgesch. Mecklbgs., 13, 1967 (hier weitere regionalgeologische Literatur).
- SCHULZ, W. u. PETERS, K.: Geologische Verhältnisse im Steiluferbereich des Fischlandes sowie zwischen Stoltera und Kühlungsborn. – Schriftenr. Wasser- u. Grundbau, 54, 1989.
- STEINICH, G.: Endogene Tektonik in den Unter-Maastricht-Vorkommen von Jasmund (Rügen). – Geologie, Beih. 71/72, 1972.
- WIEMER, R. u. GURWELL, B. R.: Die Ostseeküste in Mecklenburg-Vorpommern. – Wasser u. Boden, 43, H. 1, 1991.

Die Dokumentation der Neuaufnahmen der Steilufer Mecklenburg-Vorpommerns liegt in 20 unveröffentlichten Berichten in den Archiven folgender Institutionen vor: Abteilung Küstenschutz im Staatlichen Amt für Umwelt und Natur Rostock-Warnemünde, Geologisches Landesamt M-V in Schwerin und Geologische Forschung und Erkundung GmbH in Schwerin.