

ÜBER DEN STRATIGRAPHISCHEN WERT DER GLAZIALEN RANDFORMEN IM NORDISCHEN VEREISUNGSGBIET IN MITTELEUROPA *

Rajmund GALON, Toruń

(Mit einer Textabbildung)

Der erstmalig von A. PENCK und E. BRÜCKNER (1902—1909) im Alpenvorland geprägte Begriff der glazialen (heute: glaziären) Serie, die als gletschermarginaler Sedimentkomplex sowohl Randmoränenbildungen wie auch sich anschließende, kegelartig ausgebreitete Schmelzwässerablagerungen umfaßt und einer selbständigen alpinen Vereisungsphase entspricht, wurde in neuerer Zeit — abgesehen von neuen Gesichtspunkten bezüglich der glazialen Serie im Alpenvorland (vergl. u. a. R. GERMAN, 1973) — auch auf das skandinavische Vereisungsgebiet in Mitteleuropa übertragen. H.-L. HECK (1961) spricht im ähnlichen Sinne von glazialen und glaziären Zyklen, wobei im ersten Fall der gesamte Verlauf des Pleistozäns gemeint ist, dagegen ein glaziärer Zyklus einer Vereisung oder sogar nur einem Eisvorstoß und dem mit ihm verbundenen Schichtenserie entspricht. Dieser Sedimentkomplex umfaßt als Haupt- und Mittelschicht eine Grundmoräne mit Vorschüttungsbildungen des Inlandeises, hauptsächlich Sander im Liegenden und ähnliche Rezessionsablagerungen im Hangenden der Moränenschicht. Obiger Sedimentzyklus bzw. Sedimentserie wiederholt sich im Gesamtkomplex der Pleistozänbildungen gemäß dem Verlauf der einzelnen Vereisungen und ihrer Vorstoßphasen. Demnach kann hier von lithostratigraphischen glaziären Einheiten bzw. glaziären Serien im Aufbau des Pleistozäns gesprochen werden, die in ihrem Aufeinanderfolgen, soweit sie nicht infolge Exaration und Erosion zerstört wurden, die Geschichte des Pleistozäns eines gegebenen Gebietes darstellen.

Ähnliche, eine sich wiederholende glaziäre Schichtenserie betreffende Vorstellung, hat anhand von Eismarginalbildungen auf Jütland A. BERTHELSEN (1973) demonstriert¹. Er nennt sie kineto-stratigraphische Einheiten (kineto-stratigraphic drift unit), bestehend aus Geschiebemergel und geschichteten Sanden u. s. w., die während Vorstoß- und Rückzugsphasen des oszillierenden Gletscherrandes gebildet wurden. Zuletzt hat sich auch G. S. BOULTON (1976) zum Problem der sich wiederholenden Schichtenstruktur als Folge von Gletscherrandoszillationen geäußert.

Obige theoretische Erörterungen, denen nach Verfassern entsprechende Beispiele in der Natur zur Seite stehen, betreffen sowohl die lithostratigraphische Schichtenfolge, deren restlose Aufteilung in aufeinanderfolgende Vereisungsphasen möglich wird, wie auch die Randablagerungen, die den Bereich der einzelnen nach-

* Dieser Aufsatz war Herrn Univ.-Prof. Dr. Julius FINK zu seinem 60. Geburtstag gewidmet. Da das Manuskript aus Polen verspätet in Wien einlangte, konnte es nicht — wie geplant — in die Festschrift für J. FINK aufgenommen werden und wurde der Redaktion der Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft weitergereicht.

¹ Vergleiche den Aufsatz von J. SJÖRRING im Suppl.-Band 27 der Zeitschrift für Geomorphologie.

folgenden glaziären Serien und Zyklen fixieren und zugleich die Ausbreitung der aufeinanderfolgenden Vereisungsphasen angeben.

In besonders günstigen geologischen Verhältnissen sind die glaziären Serien, wenn sie dem Rang nach Vereisungsstadien oder sogar abgeschlossenen Vereisungen entsprechen, durch interstadiale bzw. interglaziale Bildungen getrennt. Meistens aber — wie bekannt — fehlen zwischen den glaziären Schichtenkomplexen entsprechende warmzeitliche Sedimente und Böden, die über das Alter und den Rang der höher und tiefer liegenden glaziären Sedimente aussagen können. Des öfteren befinden sich zwischen glaziären Serien Flußsande, deren Herkunft und Ausbildung über die Art der Vereisungspause orientieren. Meistens aber existiert ein direkter Kontakt zwischen oberen Sanden, Schluffen und Tonablagerungen einer älteren glaziären Serie und entsprechenden unteren glaziofluvialen Sanden u.s.w. der höher gelegenen glaziären Serie, wobei die Grenze zwischen beiden Schichtenkörpern durch eine Diskordanz fixiert sein kann. Es kommt aber auch vor, daß die Grenzschicht zwischen beiden Serien periglaziale Verwitterungserscheinungen aufweist, was wohl von einer Vereisungspause zeugen kann, jedoch keine Aussage über das Alter der Schichtenserien und ihre paläogeographischen Verhältnisse erlaubt.

Da nach Grundsätzen der pleistozänen Biostratigraphie eine Aufteilung der dem Pleistozän entstammenden glazialen Bildungen nur aufgrund entsprechender warmzeitlicher Zwischenschichten erfolgen darf, kann es vorkommen, daß im gegebenen Gebiet einige glaziäre Serien infolge der sie trennenden interstadialen Bildungen als mehrere Vereisungsstadien aufgefaßt werden können, wo inzwischen im Nebengebiet ähnliche Schichtenkomplexe, aber warmzeitlich nicht unterbrochen, sich mit dem Rang von Vereisungsphasen begnügen müssen.

Laut dem Titel des vorliegenden Aufsatzes besteht hier die Absicht, Möglichkeiten aufzuzeigen, die Eisrandablagerungen und -formen der einzelnen glaziären Schichtenkomplexe zur Aufstellung der Rangordnung der glaziären Serienfolge heranzuziehen. Allgemein endet jede weit verbreitete Geschiebemergelschicht im Rahmen einer glaziären Serie mit einer Endmoräne, der sich ein Sanderfeld anschließt. Diesen Gesichtspunkt vertreten auch die Verfasser der oben beschriebenen Vorstellungen über den serienartigen Aufbau der Ablagerungen des Pleistozäns. Statt typischer End- oder Randmoränen treten auch kamesartige Hügel bzw. Wälle und andere Formen der marginalen Toteislandschaft auf, wo dann aber die Sander meistens fehlen. Jedenfalls ist es theoretisch möglich oder sogar wahrscheinlich, daß den Geschiebemergelschichten von größerer Mächtigkeit und infolge lokaler Oszillationen mit glaziofluvialen Sanden und Tonen durchsetzt, eine größere Marginalformation mit maximal entwickelten Endmoränenwällen und anschließenden Schmelzwässerablagerungen entspricht. Auf diese Weise nähert sich die glaziäre Serie des skandinavischen Vereisungsgebietes als Typ mehr ihrer primären Ausgangsform im voralpinen Vereisungsgebiet.

Anschließend an das vorher gesagte soll hier versucht werden, eine Rangordnung der Randformen des skandinavischen Inlandeises insbesondere in Mitteleuropa in Anlehnung an die Chronostratigraphie aufzustellen. Zu diesem Zweck können die in der deutschen Literatur bekannten Begriffe Eiszeit, Stadium, Phase (Substadium), Staffel (Subphase), Halt (siehe u. a. G. LÜTTIG 1958) behilflich sein. Es hat sich aber mehr die Aufteilung der Eisrandlagen in Stadien, Staffeln, Teilstaffeln, Zwischenstaffeln (J. F. GELLERT 1965) eingebürgert. In der polnischen Literatur unterscheidet man im ähnlichen Sinne Stadien, Phasen bzw. Substadien und Subphasen. Um allbekannte Tatsachen bezüglich der Entstehung von Eis-

randlagen und ihre geomorphologischen Konsequenzen nicht zu wiederholen und an dieser Stelle einer Generaldiskussion über den differenzierten Verlauf der Deglaziation im pleistozänen nordischen Vereisungsgebiet aus dem Wege zu gehen, möchte der Verfasser betonen, daß sich die hier angegebene Rang- oder Größenordnung der Marginalsedimente und -formen hauptsächlich auf typische Frontalbildungen des Inlandeises bezieht. Andere Enteisungsbildungen verlangen eine besondere Behandlung.

Demnach entspricht einer selbständigen Vereisung wie auch einem Vereisungsstadium, was im stratigraphischen Sinne durch mindestens eine durchgehende Geschiebemergelbank belegt ist, geomorphologisch eine maximale zonenartige Konzentration von End- oder Randmoränenwällen und zwar in enger Verbindung mit Sanderflächen, die sich zu Sandertälern verengend in ein Urstromtal übergehen

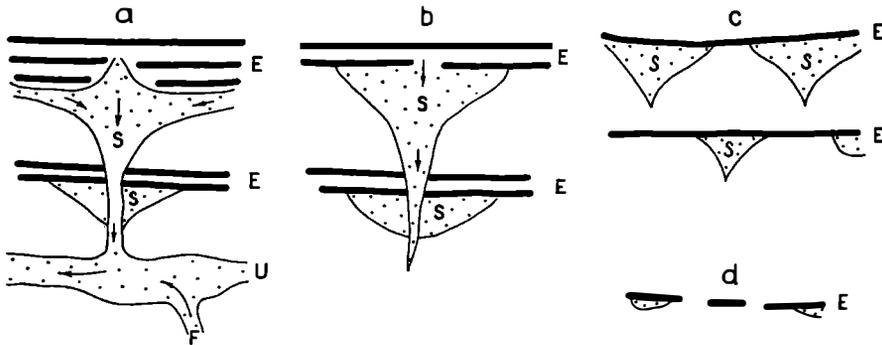


Abbildung 1: Rangordnung der Eisrandlagen

- a — Formensystem einer Vereisung oder eines Vereisungsstadiums
- b — Formensystem einer Vereisungsphase oder Vereisungssubstadiums wie auch größerer Staffel
- c — Formensystem einer Vereisungssubphase wie auch kleinerer Staffel bzw. Teilstaffel
- d — Formensystem einer Zwischenstaffel bzw. elementarer Randlage
- E — Endmoräne bzw. Endmoränenzone, S — Sanderfeld und Sandertal
- U — Urstromtal, F — Flußtal. Pfeile geben die Richtung des Abflusses an

(siehe Abbildung 1 a). Es existiert im Rahmen einer Eisrandlage das bekannte System von Eisschmelzbildungen, die nicht nur die direkte Randzone des Inlandeises umfassen, aber infolge der Ausbreitung der Sanderflächen und Täler nebst deren Übergang in ein Urstromtal eine glaziohydrographische Einheit bildeten. Ihre geomorphologischen Züge wirken noch heute sehr markant und charakteristisch in der nacheiszeitlichen Landschaft, und ihre zonenartige Ausbreitung zeugt von einem mehrmals wiederholten Prozeß eines allgemeinen Eisstillstandes, wobei die maximale Ausdehnung der weit gestaffelten Eisrandformen und die Tiefe der proglaziären Schmelzwassertäler, verbunden mit außergewöhnlich breiten Urstromtälern, eine längere Entstehungszeit erwarten lassen. Als Beispiel dieser maximalen glaziohydrographischen Einheit können in demselben Maß die Formensysteme der Hauptrandlagen der letzten Vereisung dienen.

Die nächste Größenkategorie der Eisrandablagerungen und Formenfolge, die einer dem Vereisungsstadium untergeordneten Vereisungsphase entspricht (siehe

Abbildung 1 b), besteht ebenfalls aus einer stattlichen, jedoch weniger gestaffelten Randmoränenablagerung, wobei die anschließenden Sanderstränge sich nach Süden ausstreckend, einen älteren Moränenbogen durchbrechen und sich in seinen anschließenden Sander einschneiden, aber kein Urstromtal erreichen und auf dem Pleistozänplateau allmählich enden. Stratigraphisch ist eine Vereisungsphase mit der dem übergeordneten Vereisungsstadium entsprechenden, durchlaufenden Grundmoränenbank verbunden. Die Vereisungsphase kann in dieser stadialen Grundmoräne durch Einschlüsse von glaziofluvialen Sanden und glaziolimnischen Tonen bemerkbar sein. Wenn vor der Vereisungsphase eine lokale Rezession und ein erneuter Vorstoß der Eisfront stattgefunden hat, kann es zur Bildung von zusätzlichen lokalen Grundmoränenbänken kommen. Es gibt viele Beispiele von Vereisungsphasen. Man darf hier die Kujavische Phase oder die Krajna-Phase innerhalb des Frankfurter (Poznań-) Stadiums in Polen angeben. Eine interessante Beschreibung dieser Art Rاندlagen, die mit ihren Sanderzügen die nächstälteren, größeren Randformen durchstechen und sich in ihr Sandergebiet einschneiden, hat S. KOZARSKI (1962) für das mittlere Warthe- (Warta-) Gebiet gegeben. Zu dieser Gruppe von Eisrandlagen gehören auch einige größere Staffeln im Hinterland des Pommerschen Stadiums in Mecklenburg, z. B. Rosenthaler Staffel oder die Velgaster Staffel.

Die dritte Größenkategorie der Eisrandablagerungen und Formen, die einer Moränenstaffel bzw. Teilstaffel entspricht (siehe die Abbildung 1 c), und lithostratigraphisch wohl selten als lokale aparte Grundmoränenbank existiert, umfaßt geomorphologisch einen deutlichen und weit verfolgbareren Moränenbogen, an den sich einige kleinere Sanderfelder anschließen, die jedoch den nächst älteren Moränenbogen nicht mehr erreichen und ihr Ende im Zwischengebiet finden. Diese Randform ist an vielen Stellen im Jungglazial Mitteleuropas festzustellen.

Schließlich noch wenig deutliche und stückartig auftretende Randmoränenwälle, die den Rang einer Zwischenstaffel oder elementaren Rاندlage besitzen und denen nur selten Sander (Bortensander) vorgesetzt sind (siehe Abbildung 1 d).

Nun sind wir in der Lage, die Frage der chronostratigraphischen Rangordnung nach geomorphologischen Kriterien, insbesondere mit Berücksichtigung der Größe und Ausbildung der Eisrandablagerungen und Formen, näher zu erörtern. Als Diskussionsgebiet ist das Areal der letzten Vereisung (Weichsel-Eiszeit oder Baltische Eiszeit) in Nordpolen und entsprechenden Landesteilen der DDR gewählt worden. Dieses südbaltische Gebiet entspricht der maximalen südlichen Ausbreitung des Inlandeises während der letzten Eiszeit und ist bekannt durch seine klassischen Endmoränenzüge, größten Sanderfelder und typisch ausgebildeten Urstromtäler. Die stratigraphische Einteilung der letzten Vereisung ist in den beiden betroffenen Ländern verschieden, aber in ihren Grundprinzipien bezüglich der stratigraphischen Rangordnung ziemlich ähnlich.

In Polen existieren nach J. E. MOJSKI (1969) und A. MAKOWSKA (1975) im unteren Weichselgebiet fünf Grundmoränenbänke, von denen die unterste als Malbork-Phase dem Frühglazial (nach MAKOWSKA: Frühwürm-Kaltzeit) entsprach. Der nächste Vorstoß des Inlandeises reichte weiter südlich und zwar in die Gegend von Toruń. Dann folgte nach einem Interstadial die maximale Ausbreitung des Inlandeises mit den drei allgemein bekannten Haupteisrandlagen, die von WOLDSTEDT (1929) Brandenburger Stadium, Frankfurter, ursprünglich Posener Stadium, und Pommersches Stadium genannt wurden. Jedoch nach neueren Forschungen und Auffassungen der Geologen J. E. MOJSKI und E. RÜHLE (1968), da entsprechende Interstadialbildungen zwischen ihnen fehlen, sind innerhalb des Hauptstadiums

der letzten Vereisung als Vereisungsphasen aufzufassen. In ähnlicher Weise unterscheidet S. Z. RÓZYCKI (1972) im Rahmen der Maximalausbreitung der letzten Vereisung und nachfolgender Enteisung auf dem Territorium von Polen sogar nur zwei Subglacistadiale. In diesem Aufsatz verdienen gerade diese drei von Stadien zu Phasen degradierte Eisrandlagen größte Aufmerksamkeit, da ihre unbedeckten Marginalablagerungen und Formen als geomorphologisches Kriterium ihrer stratigraphischen Zuordnung dienen können.

In der Deutschen Demokratischen Republik haben nach A. G. CEPEK (1972) in der letzten Eiszeit nur zwei große stadiale Eisvorstöße das Gebiet dieses Staates erreicht und sind durch selbständige und durchgehende Grundmoränenbänke belegt. Sie entsprechen dem Brandenburger Stadium und dem Pommerschen Stadium. Dagegen besitzt die Frankfurter Randlage keine selbständige Grundmoräne und gehört als Phase oder Staffel in die Rückzugszeit nach dem Brandenburger Stadium. Der hohe stratigraphische Rang der beiden oben genannten Stadien erhält noch seine Bestätigung durch das Auftreten von interstadialen Beckentonen, die eine artenarme, auf kühle Lebensbedingungen hinweisende Fauna (z. B. *Unio sp.*) enthalten und von einem Sander des Pommerschen Stadiums überschüttet sind. Es ist die Rede vom Blankenberger Interstadial (LUDWIG 1960 u. a.), das auf der Grundmoräne des Brandenburger Stadiums (einschließlich Frankfurter Staffel) liegen soll.

Trotz Berücksichtigung derselben biostratigraphischen Gliederungsaspekte ist man in beiden Nachbarländern zu verschiedener Aufteilung und Rangordnung bezüglich der Weichsel- oder Baltischen Eiszeit, insbesondere der letzten 20.000 Jahre gekommen. In Polen ist zwar eine selbständige, der Frankfurter (Poznań-) Eisrandlage entsprechende, weit ausgebreitete Grundmoränenschicht festgestellt worden, aber es fehlt eine einwandfreie Schichtenfolge, die ähnlich wie die Blankenberger Beckentone mit Faunenresten in der DDR als Interstadial aufgefaßt werden könnte. Gegenüber dem sog. Masurischen Interstadial werden zu viele Bedenken geäußert. Nach streng biostratigraphischen Prinzipien werden also in Polen im Rahmen des sog. Hauptstadiums drei Phasen unterschieden, die Leszno-Phase, die Poznań-Phase und die Pommersche Phase, dagegen in der DDR nach herrschender Meinung das Brandenburger Stadium und das Pommersche Stadium. Zweifellos verlief die paläogeographische Entwicklung in beiden Nachbarländern in ähnlicher Weise und die existierenden Meinungsunterschiede entsprechen den bisherigen geologischen Feststellungen.

Demnach müßte man warten, bis in beiden Ländern die entsprechenden fehlenden stratigraphischen Elemente aufgefunden werden und eine ähnliche stratigraphische Gliederung der Ablagerungen der letzten Vereisung möglich sein wird. Man kann aber auch den Weg der geomorphologischen Analyse gehen und dasjenige Kriterium zuhelfe nehmen, welches bei gegebenen geologischen und geomorphologischen Verhältnissen einen maximalen Wert für die Gliederung und den Rang der letzteiszeitlichen Ablagerungen besitzt.

Einer Diskussion über den stratigraphischen Wert der glaziären Randformen hat der Verfasser dieser Erörterungen des öfteren beigewohnt, besonders im Rahmen der bilateralen Zusammenarbeit zwischen Quartärforschern der VR Polen und der DDR. Ein Beispiel diesbezüglicher Aussprachen bildet der leider zu kurz gehaltene Aufsatz von J. MARCINEK und B. NITZ (1975) über die Gliederung des Jungmoränenraumes der Deutschen Demokratischen Republik mit anschließender Diskussion. In ihr wird von einigen Rednern empfohlen, die biostratigraphische Basis bei der Gliederung der weichseleiszeitlichen Ablagerungen nicht zu verlassen. Jedoch der Verfasser dieses Aufsatzes repräsentiert die Meinung, daß

angesichts der lückenhaften biostratigraphischen Grundlage und differenzierten lithostratigraphischen Ausbildung des Hauptabschnittes der letzten Vereisung in beiden Nachbarstaaten die geomorphologische Analyse in der Forschung der Ablagerungen der letzten 20.000 Jahre eine ausschlaggebende Rolle spielt, wobei nicht nur die geomorphologischen Beweise eines stadialen Ranges der drei Hauptrandlagen des Inlandeises zu liefern sind, sondern auch das Bestehen der sie trennenden Interstadiale festzustellen ist.

Die drei Hauptrandlagen der letzten Vereisung sind in ihrer glaziologischen und glazihydrographischen Funktion sowie geomorphologischen Ausbildung als analoge Deglaziationserscheinungen aufzufassen. Das jedesmal dreiteilige Formensystem, in dem Endmoränen, an die sich anschließende Sanderfelder bzw. Sander-täler und Urstromtäler einander ergänzen, besteht in funktionell identischer Weise in allen drei Fällen und bietet ein ähnliches Landschaftsbild. Ein Unterschied zwischen den drei Formensystemen besteht nur in der wechselnden Größe, wobei die Pommersche Randlage die größten Ausmaße im unteren Weichselgebiet besitzt, dagegen die älteren Randlagen größere Ausbreitung westlich der Oder aufweisen.

Die den Hauptrandlagen entsprechenden Endmoränenzüge bilden breit gestapelte Endmoränenwälle, in denen sowohl Satzendumoränen wie auch Stauchendumoränen bzw. Stauch-Moränen (vergl. E. GRIMMEL, 1976) auftreten. Als Eismarginalformen kommen auch Kames-Hügel und Wälle infrage. Die Endmoränen und verwandten Formen der Brandenburger Hauptrandlage, die in der polnischen Literatur als Leszno-Stadium (Phase) bezeichnet wird, entsprechen dem größten Bereich der letzten Vereisung und ziehen sich durchgehend längs der zirkumbaltischen Vereisungsgrenze von Osteuropa bis nach Jütland und sind nur an einigen Stellen infolge Zerstörung durch jüngere Schmelzwasserbahnen (z. B. in Polen) oder Überführung durch das Inlandeis in späteren Vereisungsstadien (z. B. in den Westgebieten der DDR) unterbrochen. Dieser markanten Vereisungsgrenze, deren Randformen, des öfteren auf älteren Formen aufgestapelt, Höhen von 40 bis 90 m besitzen und durch oszillierende zahlreiche Gletscherzungen oder Eisströme gebildet wurden, aber auch lokal durch andere Eismarginalformen, z. B. Kames, vertreten sind, sind — wie bekannt — zahlreiche kleinere Sanderflächen vorgelagert. Nach H. LEMBKE und J. MARCINEK (1965) entwickelte sich das höhere Niveau des Baruther Urstromtales, in dem sowohl Schmelzwässer wie auch von Süden kommende Flüsse ihren Abflußweg fanden. Dieses Urstromtal existierte auf längerer Strecke längs der Vereisungsgrenze und benutzte nach Forschungen von W. CZAJKA (1931), B. KRYGOWSKI (1972) u. a. exarativ ausgebildete Becken und Talweitungen und wird seinem Auftreten nach als Głogów-Baruth-Hamburger Urstromtal bezeichnet (vergl. auch H. LIEDTKE, 1975). Es hatte seinen Anfang noch weiter östlich, wahrscheinlich im heutigen Narew-Tal, und empfang von Süden die Wässer der Flüsse Bug, Weichsel, Warta und Proсна, aber ein Teil des Abflusses geschah anfänglich noch durch das Wrocław-Magdeburger-Bremer Urstromtal.

Demnach bestand während der Brandenburger (Leszno-) Hauptrandlage zwischen den Karpathen und anderen Gebirgen im Süden und dem Inlandeis ein ausgedehntes Flußsystem mit eingetieften Tälern und breiten Terrassen. Dieses glazihydrographische System dauerte während der Brandenburger Enteisungspause und den ihr nachfolgenden kurzen Etappen des Rückschmelzens der Eisfront an, jedenfalls so lange, bis der proglaziale Zufluß von Schmelzwässern aufhörte.

Die Frankfurter (Poznań-) Hauptrandlage hat eine ähnliche Ausbreitung. Sie ist aber mehr kompakt und gleichzeitig breiter ausgebildet, besitzt aber auch Loben von verschiedener Größe. In ihrem Aufbau kann man an verschiedenen Stellen

glaziotektonische, tief reichende Strukturen beobachten, z. B. in den imposanten Endmoränen beiderseits des Durchbruchtales der Warta bei Poznań. Auch R. SCHNEIDER (1965) beschreibt Stauchstrukturen im Aufbau der Frankfurter Randformen und spricht die Meinung aus, daß „Insgesamt vor allem in den Satzmoränen und in den breiten Sanderbürteln der Frankfurter Staffel sehr beträchtliche Gesteinsmassen angehäuft wurden, deren Ablagerung sicher eine lange Zeit und einen kräftigen Eisnachschub voraussetzte.“

Demnach ist es möglich, daß die Frankfurter (Poznań-) Hauptrandlage keine Rückzugsform, sondern das Resultat eines allgemeinen Vorstoßes des Inlandeises darstellt, umso mehr, da auf polnischem Gebiet eine dieser Eisrandlage entsprechende Grundmoräne festgestellt wurde und an einigen Stellen sowohl östlich der Weichsel wie auch westlich der Oder Endmoränen und andere Marginalformen der Brandenburger (Leszno-) Randlage vom Inlandeis während der Frankfurter Zeit überfahren wurden. Zu diesem Problem sei gesagt, daß wir heute noch nicht in der Lage sind, den Übergang von einer frontalen Enteisung, verbunden mit flächenhaftem Eiszerfall, bis zur Bildung der nächsten Vorstoßfront des Inlandeises in dynamischer Hinsicht zu rekonstruieren. Man müßte wohl bei der heutigen Beobachtung der Glazialerscheinungen in Polargebieten diesem Problem größere Aufmerksamkeit schenken.

Während der Frankfurter (Poznań-) Hauptrandlage des Inlandeises entstand das zweite glaziohydrographische System. Im Vorland bildeten sich größere und breite Sanderflächen auf verschiedenen Höhen im Anschluß an die einzelnen Endmoränenzüge aus. Die Sander der Hauptterrasse finden ihre Fortsetzung in der Hauptterrasse des Warschau-Berliner Urstromtales, zu dem damals wohl auch ein Talstück oberhalb des Warschauer Beckens gehörte. Dagegen erfolgte westlich von Berlin der Abfluß der Schmelzwässer in der Richtung zum Rhinluch und sogar direkt zur unteren Elbe. Gleichzeitig von Süden kommend mündete in das Warschau-Berliner Urstromtal die Weichsel mit Bug und Warta. Dagegen benutzte die Oder zu dieser Zeit noch das Glogów-Baruth-Hamburger Urstromtal.

Demnach existierte im Rahmen der Frankfurter (Poznań-) Hauptrandlage ein großes glaziohydrographisches System, dessen Ausbreitung und Funktion die ähnliche Entwicklung der glaziologisch-hydrographischen Verhältnisse während der Brandenburger Hauptrandlage übertrifft und mit einer Unterordnung der Frankfurter (Poznań-) Hauptrandlage gegenüber dem Brandenburger (Leszno-) Stadium unvereinbar ist. Vom geomorphologischen und glaziohydrographischen Standpunkt aus gesehen existierte ein selbständiges Frankfurter (Poznań-) Stadium, dem sich während der nachfolgenden Zeit des Rückschmelzens des Inlandeises zwei Stillstandsphasen mit kleineren Endmoränenzügen mit Toteisformen anreihen.

Die größte Entwicklung eines geomorphologischen und glaziohydrographischen Systems kam während der Pommerschen Hauptrandlage zustande. Sie ist das Resultat eines allgemeinen mehrmaligen Vorrückens der Eisfront, wobei gewaltige Gletscherzungen tief in das Gebiet des Frankfurter (Poznań-) Stadiums eindringen und ihre jüngsten Moränenzüge vom Inlandeis überfahren wurden. Die Pommersche Hauptrandzone ist breit gestaffelt, wobei die Oberfläche der Grundmoräne in der Form eines bis 35 km breiten Landrückens dieser seenreichen Randzone eine besondere landschaftliche Prägung gibt. Im Kontrast zu dieser maximal differenzierten Wall- und Hügellandschaft der Endmoränen entwickelten sich auf ihrem Vorland monotone Sanderflächen mit isolierten Grundmoränenplatten und Resten von älteren Endmoränenzügen. Diese Sander entstammen hauptsächlich jüngeren

Randlagen innerhalb der Pommerschen Hauptrandlage, wobei die äußersten Endmoränen dieses Stadiums an vielen Stellen der Schmelzwassererosion zum Opfer gefallen sind.

Gegen Süden verengen sich diese weiten Sanderfelder zu Sandertälern, die unterwegs ältere Endmoränen mit angeschlossenen Sanderstreifen kreuzen und schließlich in die höchsten Talsanderflächen im Toruń-Eberswalder Urstromtal (auch Noteć-Warta-Urstromtal genannt) und anschließenden Tälern übergehen. Dieses Haupttal kann weiter östlich bis nach Warschau verfolgt werden und erhielt wohl auch einen Zufluß von Schmelzwässern, die das Narew-Tal benutzten und noch weiter von Osten kamen. Im Westen zwischen Oder und Elbe wurden verschiedene Abflußwege benutzt. Diese Entwicklung wurde von vielen Autoren beschrieben (letzten H. LIEDTKE, 1975). Zu diesem umfangreichen glaziohydrographischen System gehörten auch die von Süden kommenden Flüsse, z. B. die Weichsel nebst Nebenflüssen. Dagegen benutzte die Oder mit der Warthe (Warta) noch das Warschau-Berliner Urstromtal.

Zum Pommerschen Stadium müssen auch Rückzugsstadien im Hinterland der Hauptrandlage zugerechnet werden. Erst nach Beginn der Gardna-Phase im Pommerschen Küstengebiet und der Velgasser bzw. Nordrügenschers Staffel, die wohl der ältesten Dryaszeit gleichzustellen sind, begann ein neuer Abschnitt der Spätglazialzeit.

Die drei kurz beschriebenen Haupteisrandlagen, die in ihrer zonenartig geomorphologischen und glaziohydrographischen Ausbildung als Vereisungsstadien aufzufassen sind, verlangen eine entsprechende Bestätigung ihres Bestehens durch Zwischenzeiten, die als Interstadiale zu erklären wären. Es soll hier versucht werden, aufgrund von geomorphologisch-hydrographischen Indizien diese Übergangszeiten zu fixieren.

Der Enteisungsprozeß nach der Brandenburger Randlage, verbunden mit Stillständen der Eisfront, Stagnation und Auflösung großer Eisplatten und nachfolgendem Vorrücken der Eiskante bis zu ihrer Stabilisierung während der Frankfurter Randlage, war die Folge einer Klimaverbesserung. In dieser Zeit, als der Zufluß von Schmelzwässern ausblieb, wurde das Głogów-Baruth-Hamburger Urstromtal nur von Flußwässern, hauptsächlich von der Oder benutzt, die inzwischen den Durchbruch vom Wrocław-Magdeburg-Bremer Urstromtal in das Głogów-Baruth-Hamburger Urstromtal zwischen Prochowice und Barycz-Mündung mit anfänglicher Bifurkation ausführte. Es muß hier erwähnt werden, daß dieses Durchbruchstal ursprünglich, d. h. während des Brandenburger (Leszno-) Stadiums, als Schmelzwassertal fungierte und damals nach Süden geneigt war. Die zum Durchbruch der Oderwässer nötige Gefällsumkehr konnte durch Austauen von flach gelegenen Toteisblöcken, besonders durch Entstehung des Talbeckens zwischen Barycz-Mündung und Głogów bewirkt bzw. erleichtert worden sein. Das Schwinden von Toteis entspräche demnach der oben erwähnten Klimaerwärmung im Rahmen eines Interstadials, dessen Existenz die Umwandlung des bisherigen glaziohydrographischen Systems auf den vom Inlandeis freigegebenen Gebieten in ein normales, dem schwindenden Inlandeis entgegen gerichtetes Flußsystem ermöglichte.

Eine analoge geomorphologisch-hydrographische interstadiale Entwicklung konnte in der Zwischenzeit vom Frankfurter (Poznań-) Stadium zum Pommerschen Stadium zustande gekommen sein. Damals wurde das Warschau-Berliner Urstromtal nur von Flußwasser, hauptsächlich von der Oder benutzt. Diesem Fluß war es, wie er-

wähnt, gelungen, den Durchbruch durch das südlich geneigte ursprüngliche Schmelzwassertal zum Warschau-Berliner Urstromtal mit anfänglicher Bifurkation auszuführen, wobei das Austauen von Toteisblöcken, begünstigt durch die interstadiale Klimaerwärmung, den Durchbruch der Flußwässer erleichtert haben konnte.

Ein ähnlicher Verlauf der geomorphologisch-hydrographischen Prozesse auf dem Vorfeld des schwindenden Inlandeises ergab sich nach dessen Rückzug von der Pommerschen Haupttrandlage. Allmählich kamen die letzten Flußdurchbrüche zustande, die zur Ausbildung des heutigen Flußnetzes südlich der Ostsee mit seiner maximalen Diskrepanz gegenüber dem ursprünglichen glaziohydrographischen System führten. Diese letzte Entwicklungsphase ist durch zahlreiche neuere Forschungen in Polen und der DDR sowie anliegenden Ländern analysiert und rekonstruiert worden.

Damit ist der Verfasser zum Ende seiner Ausführungen gekommen, mittels derer er den Versuch macht, die Rangordnung der glaziären Geschehnisse der letzten Vereisung — beim Versagen bzw. Fehlen anderer Kriterien — auf geomorphologischen und glaziohydrographischen Prozessen und Systemen aufzubauen. Als Hauptsystem wurde die genetische Verbindung zwischen Endmoränenzügen, Sanderfeldern bzw. Sandertälern und Urstromtälern zu Hilfe gezogen. Der Verfasser ist sich bewußt, daß neben diesem System andere Vorstellungen über den Verlauf der Enteisung existieren und ist auch persönlich an der Diskussion über Enteisungstypen beteiligt (1968). Jedoch neuere und exakte Forschungen in Polen und der DDR, teilweise im Rahmen langjähriger bilateraler Zusammenarbeit, sowie in Nachbarländern, haben den Beweis erbracht, daß eine Randablagerung der vom Inlandeis verfrachteten Gesteinsmassen nach größeren Vorstößen und darauffolgender Stabilisierung der Eisfront tatsächlich erfolgte. Es entstanden aber sehr differenzierte Randformen. Jedenfalls waren das nicht nur dem aktiven und oszillierenden Eisrand entsprechende Endmoränenwälle, sondern auch bei unebener Gletscherunterlage infolge beginnender bzw. vorgeschrittener Stagnation oder sogar Zerfall der Eisrandzone verschiedene, teilweise aus geschichtetem glaziofluvialen Material aufgebaute Hügel und Wälle, wechselnd mit vielen Toteiseintiefungen und Kesseln.

Es gibt zahlreiche und verschiedene Vorstellungen über den Verlauf der Deglaziation in bezug auf das skandinavische Inlandeis. Wir verfügen aber auch über viele Beispiele verschiedenartiger Entstehungsweise der Eismarginalformen und Ablagerungen, und es ist zumindest ein methodischer Fehler, wenn man versucht, alle oder fast alle dem Eisschwind untergeordneten Reliefformen nur mit subglaziärer Erosion und Sedimentation und nachfolgendem Niedertauen von Toteis zu erklären, wie das z. B. E. GRIMMEL (1973) in seinem interessanten Aufsatz über die Morphogenese des unteren Elbetales versucht hat, wobei seine Vorstellungen über die paläographische Entwicklung dieses Gebietes und die Interpretation der meist fossilen Formen auch für das Jungglazial Gültigkeit haben sollen. Es werden gleichzeitig auch andere Anschauungen über die Entstehung der Urstromtäler entwickelt und ihre Zugehörigkeit zu bestimmten Eisrandlagen wird bezweifelt.

Jede Diskussion besitzt ihre fördernde Rolle, und dieser Aufsatz ist schließlich auch eine Art von Diskussion. Aber jede neue Auffassung, die überzeugen soll, darf das bisher geschaffene Forschungswerk nicht unbeachtet lassen. Gerade über Eisrandformen und Urstromtäler wurde in den letzten Jahrzehnten in den betreffenden Ländern viel geforscht und geschrieben, wovon einige wichtige Veröffentlichungen im Aufsatz berücksichtigt und im Schrifttum angegeben wurden.

ZUSAMMENFASSUNG

Vom Begriff der „glazialen Serie“ und deren Definitionen ausgehend wird deren Bedeutung für die Gliederung von Eiszeiten in Stadien und Phasen besprochen. Dabei wird die durch morphologische Befunde erarbeitete Gliederung den biostratigraphischen gleichrangig, oft als weitreichender gegenübergestellt, da letztere bei Fehlen warmzeitlicher Zwischenlagen versagen. Aufgrund eigener langjähriger Forschungen in Polen und Diskussionen mit Forschern der DDR wird eine Aufwertung der Hauptstadien der Weichsel- oder Baltischen Eiszeit erörtert. Trotz Fehlen der warmzeitlichen Blankenberger Beckentone, die in der DDR das Brandenburger und Pommersche Stadium durch ein Interstadial trennen, kommt der Verf. durch morphologische Kriterien (Moränen, Sander, Urstromtäler) zu einer stratigraphischen Gleichwertigkeit von Leszno-, Poznań- und Pommerschen Stadium und nicht, wie viele annehmen, zu einer nur als Phase zu bezeichnenden Unterordnung des Poznań- oder Frankfurter Stadiums unter das Leszno- (Brandenburger-) Stadium.

LITERATURVERZEICHNIS

- AUGUSTOWSKI, B.: Pattern and development of ice-marginal streamways of the Kshubian Coast. — In: *Geographia Polonica*. Warszawa, 1965, S. 35—42.
- CEPEK, A. G.: Zum Stand der Stratigraphie der Weichsel-Kaltzeit in der DDR. — *Wiss. Z. E.-E.-Arndt-Univ. Greifswald*. XXI. 1972. 1. S. 11—21.
- GALON, R. (1968): On types of deglaciation of the Scandinavian inland ice. *Acta Geogr. Debr. VII*, Debrecen. S. 87—91.
- , (1968): New facts and new problems about the origin of the Noteć-Warta pradolina and its tributary valleys. In: *Przeegląd Geograficzny*, 40. Warszawa. 791—810.
- Geomorfologia Polski t. 2. Mit Beiträgen von R. GALON, B. AUGUSTOWSKI, J. KONDRACKI, A. BER, B. KRYGOWSKI, S. SZCZEPANKIEWICZ, H. KLATKOWA, S. Z. RÓZYCKI, und J. E. MOJSKI (Herausgeber R. GALON). PWN. Warszawa 1972. S. 1—373.
- GERMAN, R. (1973): Sedimente und Formen der glazialen Serie. In: *Eiszeit und Gegenwart* 23/24. S.
- Zur Glazialmorphologie des skandinavischen Vereisungsgebietes. *Zeitschr. f. Geomorph. Suppl. Bd. 27*. Mit Beiträgen von S. SJÖRRING, H.-J. STEPHAN u. B. MENKE, R. WEISSE, M. PASIERSBKI, A. BASALYKAS u. V. GUDELIS, A. RAUKAS, G. GLOKERT und B. STRÖMBERG. (Herausgeber R. GALON). Berlin — Stuttgart. 1977. S. 1—111.
- GRIMMEL, E.: Überlegungen zur Morphogenese des Norddeutschen Flachlandes, dargestellt am Beispiel des unteren Elbtalles. In: *Eiszeit und Gegenwart* 23/24, 1973. S. 78—84.
- : Bemerkungen über Stauch-„End“moränen. In: *Eiszeit und Gegenwart* 27, 1976. S. 69—74.
- HECK, H.-L.: Glaziale und glaziäre Zyklen. Ein Prinzip des Quartärs erläutert am Raum Mecklenburg. — In: *Geologie*. 10., 1961, 4/5. (Berlin).
- KARCZEWSKI, A.: Types and stages of deglaciation in areas of the Odra Lobe in Western Pomerania. In: *Geographia Polonica*. 17, 1969. Warszawa. S. 189—196.
- KLIEWE, H. u. JANKE, W.: Verlauf und System der Marginalzonen der letzten Vereisung auf dem Territorium der DDR. — In: *Wiss. Z. Univ. Greifswald*. XXI. Bd., 1972. S. 31—37.
- KOZARSKI, S.: Recession of the last ice sheet from northern part of Gniezno Pleistocene plateau and formation of the ice-marginal valley of the rivers Noteć-Warta. In: *Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Prace Kom. Geogr. Geol.* 2, 3. Poznań 1962. S. 1—154.
- : Die glazialen Abflußverhältnisse im westlichen Teil des Noteć-Warta-Urstromtales. — In: *Wiss. Z. Univ. Greifswald* XV. Bd., 1966. S. 63—72.
- Last Scandinavian glaciation in Poland. Mit Beiträgen von J. KONDRACKI, E. RÖHLE, J. E. MOJSKI, L. ROSZKO, R. GALON, B. ROSA, H. MARUSZCZAK (poln. mit engl. u. russ. Zsfg.). (Herausgeber R. GALON). PWN. Warszawa 1968.
- LIEDTKE, H.: Beiträge zur geomorphologischen Entwicklung des Toruń-Eberswalder Urstromtales zwischen Oder und Havel. — In: *Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin*. VI. Bd., 1956/57. S. 3—49.
- : Die nordischen Vereisungen in Mitteleuropa. Erläuterungen zu einer farbigen Übersichtskarte im Maßstab 1:1.000.000. — In: *Forschungen zur Deutschen Landeskunde*. Bonn — Bad Godesberg 1975. S. 1—180.
- LOTTIG, G.: Eiszeit — Stadium — Phase — Staffel. Eine nomenklatorische Betrachtung. — In: *Geolog. Jahrb.* 76., 1958. S. 235—260.
- MAKOWSKA, A.: Die Früh-Würm-Kaltzeit in Nordpolen. — In: *Wiss. Z. Univ. Greifswald* XXIV. Bd. 3/4, 1975. S. 135—141.
- MARCINEK, J. u. NITZ, B.: Das Tiefland der Deutschen Demokratischen Republik. Leitlinien seiner Oberflächengestaltung. Gotha, Leipzig 1973. S. 1—288.
- , —: Einige Bemerkungen zur Gliederung des Jungmoränenraumes der Deutschen Demokratischen Republik. — In: *Wiss. Z. Univ. Greifswald* XXIV. Bd., 1975. S. 165—166.
- MOJSKI, J. E.: The stratigraphy of the last glaciation in the territory of Poland. — In: *Geographia Polonica*. 17., 1969. S. 73—91.
- NIEWIAROWSKI, W.: The relation of the Drwęca Valley to the Noteć-Warta ice marginal streamway (Pradolina) and its role in Glacial and Late Glacial drainage system. — In: *Geographia Polonica* 17. Warszawa 1969: S. 173—188.
- ROSZKÓWNA, L.: Le recul de l'inlandsis baltique aux environs de la Basse Vistule pendant le stade de Poméranie. Report Vith Congres INQUA. Warszawa 1963.

RÓZYCKI, S. Z.: Plejstocen Polski Środkowej (Das Pleistozän von Mittelpolen — poln.). PWN, Warszawa 1972.

Die Weichselvereisung auf dem Territorium der Deutschen Demokratischen Republik. Mit Beiträgen von J. F. GELLERT, H. KOLBEL, G. VIETE, A. CEPEK, H.-J. FRANZ, R. WEISSE, R. SCHNEIDER, H. REINHARD, H. KLIEWE, J. LEMBKE, J. MARCINEK, H. SCHULZ,

B. NITZ, G. HAASE, H. RICHTER u. a. (Herausgegeben von J. F. GELLERT im Auftrag des Quartärkomitees der DDR) Berlin 1965. S. 1—261.

WOLDSTEDT, P.: Das Elszeltalter. Stuttgart 1929.

—: Die Geschichte des Flußnetzes in Norddeutschland und angrenzenden Gebieten. — In: Elszelt und Gegenwart. 7., 1956. S. 5—12.

Summary

The Stratigraphic Importance of Glacial Terminal Features in the Continental Ice Covered Area of Central Europe

Starting with definitions of the term "glacial series" their significance is stressed for a classification of ice-ages in stadials and phases. In doing this the classification arrived at by morphological findings is equaled with one based on biostratigraphy. The morphologically based classification even deserves higher ranking because of a possible lack of interglacial strata.

On account of own research in Poland and discussions with scientists in the GDR the main stadials of Weichsel- or Baltic ice-age should deserve a higher appreciation. Though interglacial Blankenberger clays are lacking which divide the Brandenburger and the Pommern stadial in the GDR by an interstadial the author arrives at a stratigraphical equal ranking of Leszno, Poznań and Pommern stadial by morphologic criteria. This is in contradiction to the assumptions of other scientists who view the Poznań or Frankfurter stadial only as a phase subordinated to the Leszno (Brandenburger) stadial.

Résumé

La valeur stratigraphique du relief glaciaire périphérique dans les zones de la glaciation nordique en Europe Centrale

L'auteur développe ses idées de la chronologie glaciaire (époques — stades — phases) à l'aide d'une explication et définition de la „série glaciaire“. Il compare la méthode morphologique avec la méthode biostratigraphique et il les considère de la même importance; les résultats morphologiques dépassent même les résultats biostratigraphiques là, où des couches interglaciaires manquent. Sur la base de propres recherches étendues en Pologne et de longues discussions avec des savants de la République démocratique allemande, il explique la „revalorisation“ des stades principaux de la glaciation de la Vistule (ou Baltique): Bien que les dépôts argileux interstadaux dits de Blankenberg — ceux qui séparent le stade de Brandebourg et de Poméranie dans les régions de la République démocratique allemande — manquent en Pologne, l'auteur réussit à établir et à prouver, en raison de critères purement morphologiques, une équivalence stratigraphique des stades de Leszno (= de Brandebourg), de Poznań et de Poméranie et à abandonner l'idée répandue que le stade de Poznań (= de Francfort) ne soit qu'une phase subordonnée du stade de Leszno.