

Über den Geschiebetransport im Inlandeis

Von G. WENNBERG, Lund.

Mit 1 Abbildung.

Die in diesem Aufsatz mitgeteilten Gesichtspunkte wollen mit einigen Beispielen zeigen, wie kompliziert der Geschiebetransport ist.

Das größte Problem liegt allgemein gesehen in der Frage: Wieviel des Geschiebematerials stammt von einer sekundären Lagerstätte und wurde somit nicht direkt vom anstehenden Lager an den neuen Ort gebracht. (Vergl. MILTHERS 1942, S. 123.) Über die Einzelheiten dieses Fragenkomplexes liegen einige Untersuchungen vor.

K. MILTHERS (1942, S. 92—93) sieht in den Geschiebegegensätzen auf Fünen zwischen den unteren Kiesablagerungen und der deckenden Moräne die Wirkung von tieferodierendem, subglazialem Schmelzwasser. — Infolge guter Zusammenarbeit gelang es uns zu zeigen, daß das Kiesmaterial nicht dalabaltisch ist (MILTHERS 1942, S. 131), sondern aus SW-Schweden stammt, also vom Nordosten gekommen ist, während die Moräne von einem baltischen Gletscher abgelagert wurde (WENNBERG 1949 Beilage Lok. 23, 24). — Die Kiesanhäufung machte die unteren Teile des Eises starr, und darüber stieß das baltische Eis etwas vor.

Mit einer solchen, geringen Eiserosion haben wir es häufig in Dänemark und Schonen zu tun, z. B. bei den Lokalitäten 27 (Fig. 11) und 62 (in WENNBERG 1949, Pl. 1, 2 u. Beilage) wo die Kies- und Sandschichten vollständig ungestört die Moräne unterlagern. Dieses Vorkommen — passiv bezüglich der Erosion — scheint mir nur erklärlich, wenn wir annehmen, daß das Vordringen des baltischen Eises durch das successive Wegschmelzen des südschwedischen Eises (Smålandeis in WENNBERG 1949) bedingt war. Diese Annahme ist nicht mehr eine Hypothese (WENNBERG 1943, S. 26), sondern stützt sich auf folgende Tatsachen in Dänemark und Schonen: Geschiebeführung, topographische Verhältnisse (Osar mit gestörter Lagerung, huttförmigen Hügeln, die Topographie an der jungbaltischen Moränengrenze in Seeland und Schonen) und Eisschrammen, nebst Mangel an Interstadialablagerungen (WENNBERG 1949, S. 196—198). Die Belt- und Langelandvorstöße (E- und F-Stadium) im Sinne MADSEN's (1928) sind durch keine Tatsachen begründet (MADSEN 1928, S. 25; MILTHERS 1942, S. 97).

In einem Aufsatz (WENNBERG 1943, S. 14) sah ich in K. MILTHERS' allgemeinen Bemerkungen (MILTHERS 1942, S. 97) keinen Grund, MADSEN's Annahmen zu ändern. Es ist doch ein Unterschied zwischen SO-Fünen mit deutlicher Ålandgeschiebedominanz in Lesesteinen einerseits und gleich deutlicher brauner Ostseequarzporphyrvormacht an Langelands Ostküste andererseits. Das deutet

in dieselbe Richtung wie GRONWALL's Untersuchungen (GRONWALL 1904). Hier haben wir es mit einem jener Rätsel zu tun, die nur dann zum Vorschein kommen, wenn man die einzelnen Geschiebetypen auseinanderhält.

Die vertikale Verteilung der verschiedenen Geschiebe im Inlandeis.

Ist es ohne Bedeutung für die Verhältniszahlen am Ablagerungsort, in welcher Höhenlage der Ursprungsort eines Geschiebes gelegen hat? Vom physikalischen Standpunkt aus gesehen sagt man vielleicht, daß ein Geschiebe während des Transports seine ursprüngliche Höhenlage nicht behalten kann. Der Gegensatz zwischen peripheren, baltischgeprägten Geschiebegemeinschaften mit dominierenden Älandgeschieben (Äl) einerseits und zentralen, tieferliegenden Vorkommen mit braunen Ostseequarzporphyren (Bqz) im Übergewicht andererseits, tritt besonders deutlich in Schonen hervor, wo an den peripheren, baltischen Lesesteinlokalitäten 116, 117, 118, 121 a, b, 135 b, c, 136 b, 167, 171 (WENNBERG 1949 Beilage) die Verhältniszahl 75:21 ist, während sie im zentraleren Gebiet des Oresundgletschers 15:52 beträgt (Lok. 135 a, 138, 139, 140, 152 a, 159, 160 in WENNBERG 1949). Einigen von den Bqz an den Lok. 117, 121 a, b sind außerdem wahrscheinlich altbaltischer Herkunft, ebenso wie die Geschiebe auf den Lok. 73, 80, 115 b, 123 mit der Verhältniszahl 35:109, also dasselbe wie im zentralen, jungbaltischen Gebiet (Abb. ¹).

Diese Übereinstimmung besagt, daß die erwähnten Lokalitäten nicht nur dieselbe westliche Stromlinie des baltischen Gletschers repräsentieren, sondern es herrschten auch dieselben Erosionsbedingungen. Hieraus folgt die Regel 1: Erst durch länger anhaltende Vorwärtsbewegungen in den basalen Inlandeisteilen wurde der am Untergrund der Ostsee in mehr als 100 m Tiefe anstehende Bqz hervorgebracht. Wo die Basalschichten beim Vorrücken von einem topographischen Hindernis zurückgehalten wurden, glitten die oberen Eisschichten, in denen Äl stärker dominierte, vor. Mit solchen Hindernissen müssen wir auch beim gewöhnlichen Vorrücken eines Eises rechnen, nicht nur unter den besonderen Vorstoßverhältnissen im Großen Belt und im Oresund. Die Schlussfolgerung würde heißen: Es ist ein großer Unterschied in der inneren Dynamik zwischen einem vorrückenden und einem stillhaltenden-abschmelzenden Inlandeis. Hieraus folgt, daß eine Geschiebegrenze mit oder ohne Topographie nicht notwendig eine Vereisungsgrenze sein muß. Aus dem vorigen ergibt sich die Regel 2: Geschiebe von einem topographisch unruhigen, hochliegenden, d. h. leichterodierbaren Ursprungsgebiet können eine Vereisungsgrenze dokumentieren, nicht dagegen Geschiebe von tieferliegenden Erosionsgebieten.²)

¹) Die von Äl dominierend beherrschte Zwischenzone deutet an, daß die nordwestschonischen Geschiebelokalitäten einen anderen Ursprung haben, als die aus Südwestschonen. Die Tatsachen, die auf ein altbaltisches Alter hinweisen, sind in meiner Arbeit (WENNBERG 1949 S. 193, 195) angeführt. Die geringe Überlagerung mit Meridianeismaterial zeigt die Bedeutung der schonischen Horsttopographie nicht nur für die geringe Eis-Erosion, sondern auch für den Grundmoränentransport. Nur die unbedeutend von Moränen durchsetzten, oberen Eismassen konnten unbehindert gegen SW vorstoßen.

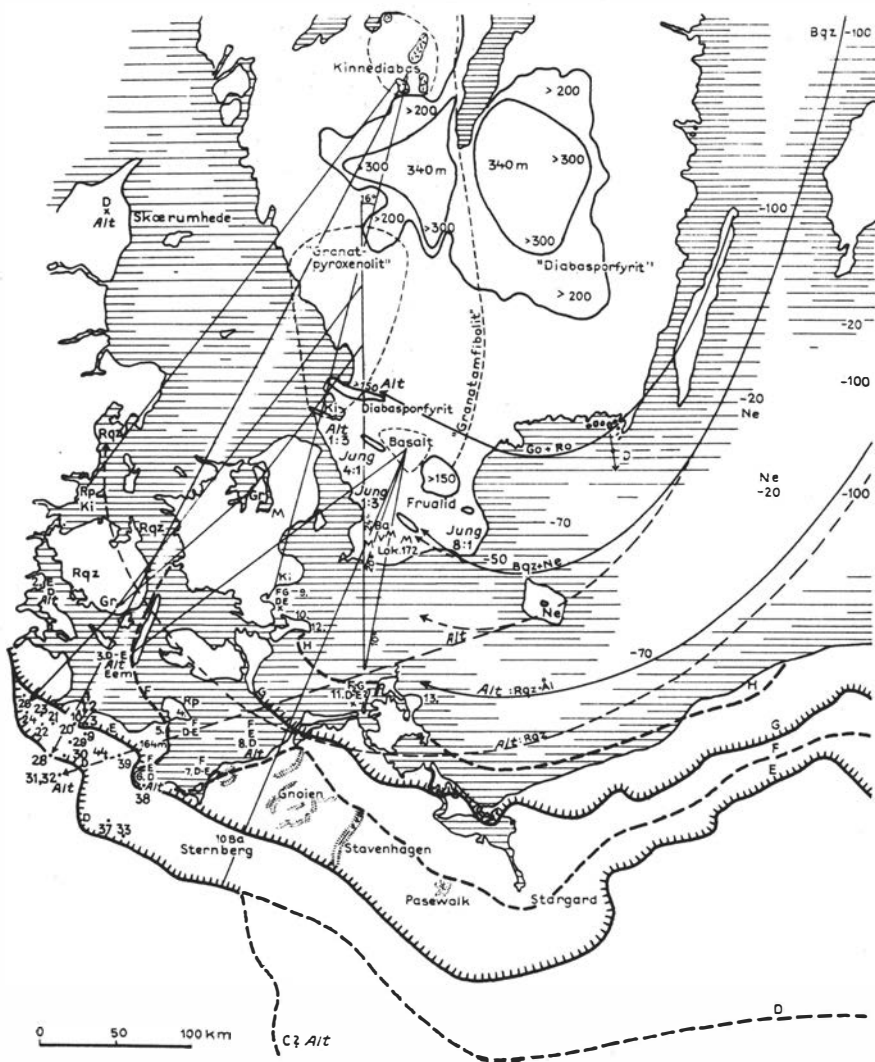
²) Diese Gesichtspunkte beabsichtige ich in einem besonderen Aufsatz bei der Behandlung der Geschiebegrenze von V. Milthers (1939) in Mitteleutschland zu verwerten. Wir haben dort eine Grenze mit Bqz an der Nordseite und Fehlen von Bqz an der Südseite.

Der Unterschied zwischen physikalischen Behauptungen und vorliegenden Tatsachen betreffs des Geschiebetransports zeigt wieder, daß die allgemeine Auffassung von den „kohäsionären“ Verhältnissen im Inlandeis nicht mit den wirklichen Verhältnissen übereinstimmt.

Langanhaltende Bewegungen in der westlichen Stromlinie des baltischen Gletschers gab die Verhältniszahl 1:3 (Ål:Bqz). In SO-Schonen wären dieselben Proportionen zu erwarten in der Übergangszone zwischen den Stromlinien mit kambrischen Sandstein-Orthocerenkalkstein (Lok. 192, 193, 194, 196, 197 in WENNBERG 1949) und dem tatsächlich baltischen Gletscher. Aber die Verhältniszahl für Lesesteinlokalitäten (= M in WENNBERG 1949) ist 641:85 (Lok. 189, 190, 191, 200, 201, 205, 207, 208, 209, 210, 213, d. h. nur Lok. mit Bqz; die mehr peripheren Lok. haben nur Ål wie in SW- und NW-Schonen). Das baltische Kiesmaterial außerhalb der Moränengrenze (Lok. 198), die Topographie und die Eisschrammen sprechen nicht für einen neuen Vorstoß. Die Schrammen (HOLMSTROM 1904, Tafel 5) und die wenigen Bqz zeigen, daß der mobilere Basalstrom gegen SW gerichtet war, während die mehr starren Oberschichten des baltischen Eises Ål gegen Westen und Nordwesten transportierten. — Wir müssen im Inlandeis mit einer Inhomogenitätsfläche zwischen starren Oberschichten mit Scherbewegung und Basalschichten mit plastischer Bewegung rechnen. Geschiebekundliche Untersuchungen

Erläuterung zu nebenstehender Abbildung

Seit Ablieferung des Manuskriptes hat Verf. die ganze Literatur über das altbaltische Eis kritisch überarbeitet. Dabei ergab sich, daß die altbaltische Eiszeit dem Eem-Interglazial folgend, als eine rein baltische Vergletscherung begann, diese also nicht von einem älteren Meridianeis eingeleitet wurde. Die gestrichelte, altbaltische Stromlinie von Bornholm nach U. 31, 32 geht dem einleitenden, altbaltischen Geschiebetransport in Schonen und Dänemark parallel, da Basalt und Frenalldiabas aus Schonen nach WSW und W transportiert wurden. Eine sukzessive Drehung von WSW über W, NW bis N ist durch Gletscher-Schrammen und Geschiebe erwiesen. Zuletzt folgte das Skærumhede-Interglazial (Kreuz X in der Abb.). Die Ziffern 1—13 (mit einem Punkt) bezeichnen Küstenprofile (vergl. WENNBERG 1949, S. 48), in denen Verf. die folgenden Eisbewegungen erkennen will: Alt = die altbaltische Moräne C in Dänemark und entlang der deutschen Ostseeküste. Das C-Stadium in Deutschland ist mit einem Fragezeichen der altbaltischen Vereisung gleichgestellt. Lok. 172 ist eine Lokalität mit an Rqz vorherrschendem, altbaltischem Schmelzwassermaterial, das nach dem Skærumhede-Interglazial mit Mammut (= M) und Windwirkung (= V), vom Meridianeis (= D) in N 10° O aufgestaucht wurde. Aus der D-Zeit gibt es in Schonen und Blekinge N—S-Schrammen und einen SSW-Transport von Ba und Ki. Danach ging im Stadium D—E die Eisbewegung sukzessive in eine baltische über, wobei nur die mehr küstennahen Gegenden umgeprägt wurden. Diese Änderung setzte sich nach Verf. auch im Stadium E-F-G-H fort und die Osar bei Gnoien, Stavenhagen und Pasewalk wurden mehr oder weniger aufgestaucht und von Moränen bedeckt (Os bei Stavenhagen). Das G-H-Stadium entspricht der jungbaltischen Zeit in W- und SO-Schonen. In Schleswig-Holstein, Fünen und Seeland wurden die Ba-Gr geprägten Moränenoberflächen von ihrem Ursprungsgebiet durch die baltischen Gletscher in der Richtung Kleiner Belt, Großer Belt und Öresund abgeschnitten. Die Verhältniszahlen in Schonen geben das Verhältnis Ål:Bqz an. 10 Basalte bei Sternberg sind der Literatur entnommen.



Erläuterung nebenstehend

bestätigen also die von v. DRYGALSKI (1938) und DEMOREST (1943, S. 367) auf anderen Tatsachen fußenden Gesichtspunkte bezüglich der Bewegung im Inlandeis.

Sind nun die Erosions- und Transportverhältnisse im Inlandeis so kompliziert, wie hier angedeutet wurde, so ist es klar, „daß man bei einer Untersuchung von Leitgeschieben das Verhalten der einzelnen Gruppen zueinander untersuchen muß“ (GRY 1932, S. 166). Mit einigen Geschiebezählungen in Schleswig-Holstein will ich nun die oben erwähnten Behauptungen prüfen.

Bevor ich die Geschiebezählung behandle, möchte ich Herrn Prof. K. GRIPP meinen aufrichtigen Dank sagen. Ohne seine Hinweise auf die Fundpunkte und seine Einführung in die großen Züge der Landschaft wäre ich nicht zur folgenden Übersicht gekommen.

Die äußerste Grenze der letzten Vereisung verläuft nach GRIPP (mündliche Mitteilung auf einer Exkursion, vergl. GRIPP 1947) über U. 28. In dieser Zählung sind Ad, Ba, Gr, Ki, Dp, Hy primär zugeführt, während Äl, Bqz, Ne und 2 Frualiddiabase (aus Schonen, WENNBURG 1949, Pl. 4) sicher und die übrigen wahrscheinlich sekundär aufgenommen sind. Dies geht aus U. 31, 32 außerhalb der Vereisungsgrenze hervor. — Die Richtung der resultierenden Stromlinie wird 20 bis 30° Fig.; WENNBURG 1949 Pl. 5 und die Störungen in Halkhoved, JESSEN (1930). Die Parallelisierung U. 28 und U. 31, 32 mit dem Meridianeis, bzw. dem altbaltischen Eis in Schonen und Dänemark ist unzweideutig, und U. 28 stützt die oben aufgestellte Regel 2, gleich wie U. 31, 32 die Regel 1 andeuten. — Man könnte wohl sagen, daß die Verhältniszahl Äl, Bqz = 26 : 11 (U. 31, 32) nicht mit 35 : 109 aus Nord-West-Schonen vergleichbar ist. Ich möchte aber behaupten, daß U. 31, 32 ein früheres Stadium im successiven Übergang eines hypothetischen, doch sehr wahrscheinlichen, älteren Meridianeises zum altbaltischen Eis bildet. Dabei wurden vor allem Ne und Go weiter gegen W und SW transportiert als in jungbaltischer Zeit, vollständig in Übereinstimmung mit den Proportionen zwischen alt- und jungbaltischen Eismassen, beurteilt von den Ergebnissen in Schonen (Fig.).³⁾

Es entsteht nun die Frage: Warum wurde bei der behaupteten successiven Drehung Rqz in der linken Stromlinie des baltischen Gletschers nicht an erster Stelle nach U. 31 transportiert? — Die weiterhin folgende Erklärung zeigt, daß bei der successiven Drehung in jungbaltischer Zeit die granatamphibolitgeprägte SW-Front von ihrem Ursprungsgebiet im Rücken, d. h. Norden, von einem baltischen Gletscher abgeschnitten wurde, wie in Fünen und NO-Seeland (MILTHERS 1942, WENNBURG 1949). — Eine altbaltische Ne-Stromlinie durch die Lübecker Bucht nach U. 31 in WSW wurde also mehr proximal von einer Rqz-Stromlinie gegen Westen gedrängt (Abb.).

In der Nähe oder innerhalb der topographisch hervortretenden Hauptstillstandsgrenze der letzten Eiszeit liegen U. 24, 25, 26, 27, 30. Die Gr- und Ba-Stromlinien mit 45° sind klar und fallen gut mit den nach den Lok. 18, 19, 20, 24, 35 (WENNBURG 1949) gerichteten Stromlinien zusammen (Abb.). In U. 30 stammt das

³⁾ U. 31, 32 zeigt, daß das, was ich als Ne bezeichnete, nicht Dalasandstein ist (mündliche Diskussion mit K. RICHTER). Sonst wären die Proportionen Ne: Br + Ad nicht 94 : 5. Daß Ne nicht ein Teil von Js ist, zeigt das Verhältnis Rqz + Äl + Bqz: Ne = 31 : 94. Js hat eine große Ausbreitung nördlich Äland. Aber auch wenn wir Ne und Js in SO-Schonen zusammenlegen (WENNBURG 1949), dominiert dort Äl gleichermaßen, wie Ne U. 31, 32 beherrscht. Hätten Äl und Ne + Js denselben Ursprung, könnte man auch jedesmal dieselben Proportionen erwarten. Ne steht also in der südlichen Ostsee fest. (Vergl. RAMSAY 1931 S. 287; PRATJE 1933 und WENNBURG 1949, Pl. 5).

Kiesmaterial auch aus 10—15 m Tiefe. Durch die subglaziale Tiefenerosion des Schmelzwassers ist altbaltisches Material in anderen Mengen aufgearbeitet als in U. 24—27, die in Endmoränen liegen.⁴⁾

Über U. 29, Flintbek, mit von Schmelzwasser aufgearbeitetem, altbaltischem, oder zugeführtem jungbaltischem Material kommen wir zu den fast reinen Gr-Zählungen U. 13—20 W. Kiel. U. 17 zeigt indessen, daß jungbaltisches Material in diese Smäländeismasse infiltriert worden war, was auch möglich war, da U. 11, 12 nördlich davon die Außenlinie des baltischen Gletschers zeigen. Die Voraussetzung für die Infiltration war jedoch, daß eine mehr oder weniger tote, „smäländische“ Außenzone proximal und zentral von baltischem Eis ersetzt wurde. — Wo die baltischen Stromlinien Einmündungen in der Topographie unter dem Smäländeis antrafen, da konnten theoretisch nicht nur die oberen, baltischen Schichten mit ihren Geschieben, sondern auch die unteren mit z. B. Bqz weiter gegen Süden und Südwesten vorstoßen. Geradezu fingerförmig stieß das baltische Eis in die in Toteis übergehende Außenzone des Smäländeises vor. Dies sind nur Feststellungen, die angeführt werden müssen, da die Verhältnisse in Dänemark und Schonen gegen interstadiale Oscillationen sprechen. U. 21, 22, 23 sind als Beweis ungenügend. Die Ne-Go-Ro-Dominanz zeigt indessen nicht selbstverständlich auf einen isolierten, baltischen Neuvorstoß. Diese Geschiebe sind doch die ersten, die zusammen mit Ba, Gr, Ki auf den Lok. 46, 49, 50 und 54 (WENNEBERG 1949) in Seeland vorkommen. Auch das ungleiche Vorkommen von baltischem zusammen mit meridionalem Material in demselben Kieshorizont (U. 3, 5) unter der baltischen Moräne östlich Kiel (U. 4, 6) stimmt gut mit obigem Deutungsversuch. Das Smäländeis schmolz, und das Schmelzwassermaterial wurde mehr oder weniger mit baltischem Material gemischt. Vermischung und Sedimentation fanden in und unter dem dadurch starrgewordenen Smäländeis statt. Gleichzeitig stieß das baltische Eis darüber vor. Das Untereinander von baltischen und „smäländischen“ Geschieben auf U. 7, 8 wäre schwierig zu erklären, wenn wir mit einer Zeitdifferenz zwischen den Eisströmen rechnen würden. Das Kiesmaterial auf U. 7 ist mehr baltisch als auf U. 3, 5, während die Geschiebezusammensetzung der Moränenoberfläche sich umgekehrt verhält. U. 9 repräsentiert die Moränenoberfläche innerhalb eines wahrscheinlich großen Gebietes, wo gegen Norden smäländische in baltische Geschiebe übergehen.

Die Kieszählungen, U. 39—44, östlich Plön zeigen nur das Vorherrschen von Orthocerenkalkstein, im übrigen sind sie etwas indifferent. Rein baltisch sind dagegen die Zählungen U. 33—37. Gemeinsam ist die Dominanz von Ne, Go, Ro. Aber U. 33—37 liegen so, daß sie nach GRIPP (1934/1935) zu den jüngsten Teilen (A 7—9) des äußersten, konkordanten, Endmoränensystems gehören sollten. Nach SIMON (1937) repräsentieren A 7—9 einen jüngeren Vereisungsabschnitt mit dem höchsten Prozentsatz südschwedischer Geschiebe. Morphologische und geschiebekundliche Merkmale decken sich also nicht. (Vergl. BEURLEN 1938, S. 11, Not.)

Die vorgelegten Zählungen geben nun ein vollständig umgekehrtes Resultat. Zählungen nach der Methode HESEMANNs deuten an, daß die ältesten Stadien

⁴⁾ Die Bedeutung des Granatamphibolits als Leitgeschiebe wird durch diese Zählung begründet; kein Gr kommt in den rein baltischen Zählungen U. 31, 32 vor, genau wie in O-Schonen. Gr hat ein großes Ursprungsgebiet, was (WENNEBERG 1949, S. 9—10) gezeigt wurde. Dieses Gebiet wurde nicht besonders behandelt, da die Lok. 24, 48, 49, 54, 57, 58, 65 deutlich für die Einordnung von Gr. zwischen Ba und Ki sprechen. Das zeigt auch der Gegensatz zwischen der Ki-geprägten, äußersten Meridianeislokalität U. 28 und den Gr-dominierten Smäländeislokalitäten U. 24—27.

der letzten Vereisung südlich Lübeck besonders „ostfennoskandisch“ und die jüngeren mehr „südschwedisch“ sind, während südlich Kiel Ki, Gr und Ba, d. h. südwestschwedische Geschiebe die Außengrenze beherrschen, um nach Norden successive in mehr baltischen Geschiebegemeinschaften überzugehen. Die verschiedene geographische Lage der Untersuchungsgebiete kann nicht alle diese Gegensätze erklären, doch geben die Lagerungsverhältnisse auf U. 36 einen Hinweis.

Die Kiesgrube ist in 2 Niveaus angelegt. Im unteren Niveau gab es 12 Ba und 2 Bqz, im oberen 1 Ba und 7 Bqz. Verschiedenes spezifisches Gewicht kann eine eventuelle Erklärung sein, aber das besondere Ba-Vorkommen im Kies (das durchgehend mehr vom subglazial aufgearbeiteten, tieferliegenden Material enthält) zeigt, daß auch über dieser Gegend eine mehr meridionale Eisbewegung beim Beginn der letzten Eiszeit sich geltend gemacht hat; in Übereinstimmung mit den Tatsachen in Schonen und Dänemark (Abb.). Auch sollten meine übereinstimmenden Zählungen U. 35 und U. 37 nach SIMON (1937) die A₁ bzw. A₀ Eisrandlagen repräsentieren.

Nun könnte man sagen, daß auch die hier vorgeschlagene Zählmethode versagt und mit dem Hinweis auf U. 33 u. 34 ohne resp. mit Bqz. U. 33 zeigt nur zwei 1 dm große Bqz, während U. 34 u. a. zwei 4 dm große Bqz enthält. — In dem 6—8 m hohen, in der Landschaft tiefliegenden Tongrubenprofil haben wir offenbar die älteren Schichten, also die ersten Zeugen des baltischen Eises und damit nach Regel 2 wenige Bqz, sondern meistens Geschiebe wie Smp, Smg, Kfl, Ne, Go, Ro von hoch- und naheliegenden Ursprungsgebieten in der Differentialzone zwischen Smålands- und baltischem Eis.⁵⁾ U. 34 zeigt dagegen die Verhältnisse an der relativ hochliegenden Oberfläche, wobei die vollständige Ausmerzung von Äl sekundär durch Verwitterung zustande gekommen sein kann.

Schließlich geben die Strandsteinlokalitäten U. 1, 2, 38 die Verhältnisse zwischen Småland- und Ostsee-Geschieben, die der verschiedenen geographischen Lage entsprechen; d. h. am meisten Gr und Ki in der nord-südlichen Kieler Förde (U. 2¹) und der höchste Prozentsatz von Bqz am Brodtener Ufer (U. 38).

Schl u ß w o r t :

Die letzte Eiszeit wurde in Norddeutschland, Dänemark und Schonen im Stadium D des dänischen Schemas von einer meridionalen Eisbewegung eingeleitet. Die C-Moräne in Dänemark entspricht also den Ablagerungen außerhalb der Vereisungsgrenze der letzten Eiszeit in Schleswig-Holstein. Meine Parallelisierung (WENNBERG 1949, S. 194), die zwar bezüglich der Eisrandstadien in Schleswig-Holstein nicht zutrifft, wird in großen Zügen durch die hier vorgelegten Zählungen unzweideutig bestätigt. Zum Schluß ist zu sagen:

In erster Linie und nicht als Wunschtraum müssen wir eine Kontinuität der Eisbewegungen annehmen, solange nicht deutliche Beweise wie Fossilien o. a. für eine Unterbrechung vorliegen. Das liegt in der Natur des Inlandeises.

⁵⁾ Der Tonmergel in der Ziegeleigrube ist nach freundlicher Mitteilung der Ziegeleileitung 12 m mächtig und darunter folgt: Kies 2—3 m; Ton etwas gebändert 0—1 m; Sand 4—6 m; Reiner Ton 45 m +. In U. 33 sind also nicht die unteren 4—6 m repräsentiert.

Schriften:

1938. BEURLEN, K.: Glazialmorphologische Grundzüge Schleswig-Holsteins. — Beiheft Z. Geschiebeforschung, Leipzig.
1943. DEMOREST, M.: Ice sheets. — Bull. Geol. Soc. Amer., 54. New York.
1938. V. DRYGALSKI, E.: Die Bewegung von Gletschern und Inlandeis. — Mitt. Geogr. Ges. Wien 81.
1934. GRIPP, K.: Diluvialmorphologische Untersuchungen in Südost-Holstein. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 86. Berlin.
1935. GRIPP, K.: Die Entstehung des Travetals. — Altonaische Zeitschrift, 4. Altona.
1947. GRIPP, K.: Glazialmorphologie und geologische Kartierung. Zugleich eine Deutung der Oberflächenformen Ost-Holsteins. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 99. Berlin.
1932. GRY, H.: Undersøgelser over Ledeblokke i Skåne. — Meddel. Dansk Geol. Forening, 10. København.
1904. GRUNWALL, K. A.: Forsteningsførende Blokke fra Langeland, Sydfyn og Aerø. — Danmarks geol. Unders., II. Række, Nr 15. København.
1936. HANSEN, K.: Die Gesteine des Unterkambriums von Bornholm. — Danmarks geol. Unders., II. Række, Nr 63. København.
1904. HOLMSTROM, L.: Öfversikt af den glaciala afslipningen i Sydskandinavien. — Geol. Föreningens i Stockholm Förhandlingar, 26. Stockholm.
1930. JESSEN, A.: Klinten ved Halkshoved. Danm. geol. Unders., IV. Række, Bd. 2, Nr 8. København.
1928. MADSEN, V.: Übersicht über die Geologie Dänemarks. — Danmarks geol. Unders., V. Række, Nr 4. København.
1942. MILTHERS, K.: Ledeblokke og Landskabsformer i Danmark. — Danmarks geol. Unders., II. Række, Nr 69. København.
1939. MILTHERS, V.: Beiträge skandinavischer Leitgeschiebe für die Bestimmung der Vereisungsgrenzen. — Z. Deutsch. Geol. Ges. 91. Berlin.
1922. NORDMANN, V.: Nye Iakttagelser over den glaciala, isdaemmede Sø ved Stenstrup paa Fyn. — Danmarks Geol. Unders., IV. Række, Bd. 1, Nr 17. København.
1933. PRATJE, O.: Der glaziale Untergrund der heutigen Sedimente im Bornholmer Becken. — Z. Deutsch. Geol. Ges. 85. Berlin.
1931. RAMSAY, W.: Geologiens grunder. II. — Helsingfors.
1937. SIMON, W. G.: Geschiebezählungen und Eisrandlagen in SO-Holstein. — Mitt. Geogr. Ges. Lübeck, H. 39. Lübeck.
1937. SIMON, W. G.: Jungdiluviale Eisrandlagen und Schmelzwassersandebenen im Kreis Hzt. Lauenburg. — Z. Heimatbundes Hzt. Lauenburg, 14. Ratzeburg.
1943. WENNBERG, G.: Eisströme über Schonen während der letzten Eiszeit. — Lunds Univ. Årsskrift, N. F. Avd. 2. Bd. 39. Nr 3. Lund.
1949. WENNBERG, G.: Differentialrörelser i Inlandsisen. Sista istiden i Danmark, Skåne och Östersjön. — Lund.

Untersuchungsstellen

Blockgröße in dm, z. B. 2—4

mehrere = m

allgemein = a

	L	M	Z	K	S	Rqz	Al	Bqz	Ne	Co	Ro	Br	Ad	Js	Pä	Ba	Gr	Ki	Rp	Smp	Smg	Od	Dp	Bfl	Kfl	Sc	Hy
1. Kiel, 19	S	~	1	~	1	2	17	15	?	3	13	11	10	3	13	3	5	3									
2. — 11	Km NzO, Falkenstein	S	~	1	~	13	7	18	1	1	5	4	21	1	9	33	23				2	1					
3. — 5.5	Km NO, Mönkeberg	K	~	1	~	10	2	4	?	?	3	5	3	1	1	3	4	1	1	1			1				
4. — 5.5	Km NO, Mönkeberg	M	2—4			1	14	2	4	?	?	3	5	3	1	13	21	13	1	2	5	1					
5. —	nördliche Grube	K	1—3			1	17	4	25	a	9	11	5	3	4	1	2	2	2	8	1						
6. —	8 Km OzN, Dobersdorf	L	~	1	~	1	9	4	7	a	9	11	5	3	4	1	2	2	2	8	1						
7. —	5 Km OSO, Elmschenhagen	K	1—4			3	5	11			2	2	3	11	11	1	1	1	1	3	1						
8. —	6 Km OSO, Elmschenhagen	L	~	1	~	1	30	12	42		2	4	19	32	20	2	1	1	1	3	1						
9. —	10.5 Km OSO, Rastorf	L	~	1	~	12	2	m			2		1	1	1	1	1	1	1	3	1						
10. —	8.5 Km N, Friedrichsorf	L	~	1	~	37	9	24			1	3	1	3	12	9	4	17	1	1							
11. —	5.5 Km NW, Sudsorf	L	2—5			10	5	34			1	1	1	1	3	1	3	2	1	1							
12. —	9 Km NW, Wittenbek	L	~	1	~	1	5	2	6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
13. —	10 Km WNW, Landwehr	M	~	1	~	1	5	2	6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
14. —	9.5 Km WzN, Quarnek	L	1—5			4	2	4			1	1	1	1	12	21	2	1	1	1							
15. —	6.5 Km W, Meisdorf	L	1—5			1	2	3			2	1	2	5	4	102	14	4	18								
16. —	5 Km WSW, Russee	L	1—4			1	1	4	5	m	2	3	2	2	2	3	1	1	1	1							
17. —	5 Km WSW, Russee	K	<	10		2					1					6	1	3									
18. —	5.5 Km WSW, Russee	L	~	1	~	1	1	5			1		2	2	11	30	1										
19. —	6.5 Km WSW, Russee	L	~	1	~	5	5				1		2	2	1	30	1										
20. —	7 Km WSW, Schönwohld	L	~	1	~	4	1	2			1		2	2	1	6	1										
21. Rendsburg, 10.5 Km ONO, Bovenau	L	~	1	~	~	2	1	5	3	8	2	2	1	1	5	6	1										
22. —	9 Km NNO, Wittensee	MK	<	1	~	2	1	5	3	8	2	2	1	1	1	8	16	2	4								
23. —	7 Km NO, Rade	MK	2—5			1	2				1				8	4	1	1									
24. —	12 Km N, Brekendorf	MK	~	1	~	2					1				5	47	6	1	1								
25. —	12 Km N, Brekendorf	MK	~	1	~	1					1				8	4	1	1									
26. —	29 Km NNW, Lürschau	MK	2—5			1					1				5	47	6	1	1								
27. —	29 Km NNW, Lürschau	MK	<	1	~	2					1				2	6	5	20	1	1							
28. —	19 Km SO, Borgdorf	MK	2—3			5	1	6			1	2	4	1	6	5	20	1	1								
29. Neumünster, 18.5 Km NNO, Flintbek	K	0.5—2				1	6	8	m	m	2	6	1	2	4	27	9	1	1								
30. —	11 Km NzO, Bordesholm	K	~	2	~	3	7	4			3	6	1	36	22	24	7	1	5	36	22	24	7	1	5	3	2
31. —	11 Km S, Großenaspe	K	0.5—2			2	20	9	94	m	10	4	1	10	2	3	3	2	1	1							
32. —	10.5 Km S, Großenaspe	M	~	2	~	6	2	m			2				2	2											
33. Mölln, 3.5 Km NW, Hammer	ZM	1—6				7	2	56	80	20	1	5	3	1	2	3	12	a									
34. —	7.5 Km NWzW, Nüsse	L	3—5			8	20	a	4	4	2	2	1	1	3	1											
35. —	9.5 Km NWzW, Ritzerau	MK	1—5			19	4	29	a	1	3	6	4	1	1	a											
36. —	14.5 Km NWzW, Hegge	K	1—3			16	9	33	55	14	1	4	5	2	13	1											
37. —	17 Km NWzW, Franzdorf	MK	1—5			9	4	16	a	3	3	6	1	1	1												
38. Eutin, 25 Km SO, Brodten	S	1—5				1	27	33	20	a	22	16	27	5	2	5	2	5	2	2							
39. —	5 Km NWzW, Malente	K	1—3			25	4	17	25	10	8	11	6	1	4	1	2	2	2	2							
40. —	5 Km NWzW, Malente	M?	>	5		7					2	1	2	2	1	4	2	2	2	2							
41. —	5 Km NWzW, Malente	M?	1—2			7					1	2	2	2	1	2	1	1	1	1							
42. —	6 Km WNW, Kreuzfeld	K	~	1	~	2	13	7	9	49	27	18	5	10	20	2	12	1	1	1							
43. —	6 Km WNW, Kreuzfeld	K	~	2	~	8	2	3	6	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1							
44. —	7.5 Km WzN, Bösdorf	K	1—2			1	13	10	17	65	23	18	12	2	4	2	6	3	1	1							