

Geschiebestatistische Anmerkungen zur Quartärstratigraphie des nordischen Vereisungsgebietes*)

GERD LÜTTIG*)

Pleistocene, Weichselian, basin sediments, Schleswig-Holstein

Kurzfassung: Die Idee, die in den Moränenbildungen der norddeutschen Vereisungen erkennbaren Leiteschiebe auszuzählen und diese Zählungen statistisch zu verwerten, geht auf FORCHHAMMER zurück. Aber zwischen dessen Äußerung im Jahre 1843 und den ersten Zählungen durch J. KORN (in SCHROEDER & STOLLER, 1905, 1909) und V. MILTERS (1909) lag die berühmte Frühphase der norddeutschen Vereisungslehre und des Polyglazialismus', und von statistisch brauchbaren Zählungen kann man eigentlich erst von HESEMANN (1930) ab rechnen, gefolgt von den Arbeiten von VAN DER LIJN (1932) und K. RICHTER (1933 u. f.).

Seit Beginn der 50er Jahre ist dann im gesamten Ausstrichbereich der nordischen Glaziärbilagerungen von den Niederlanden bis nach Polen die Geschiebestatistik als Hilfswissenschaft, immerhin aber als etablierte Methode eingesetzt worden, und sie hat -- ganz gleich welche Methode verwendet wurde -- dann zur Unterstützung lithostratigraphischer Korrelationen in brauchbarer Weise beitragen können, wenn

- durch an biostratigraphischen Profilen geeichte Proben ein verlässliches Gerüst in die Zählungen eingebaut werden konnte,
- die statistischen Vergleiche auf vernünftig große Regionen beschränkt und
- durch andere lithologische, petrographische und fazielle Betrachtungen unterstützt wurden.

Quartärstratigraphie ist niemals mit Hilfe nur eines methodischen Ansatzes erarbeitbar; sie bedarf der multiplen stratigraphischen Klassifikation. So verstehen auch die Geschiebestatistiker ihre Arbeit als einen von verschiedenen möglichen Annäherungsversuchen.

[Remarks on Erratic Boulder Statistics within Quaternary Stratigraphy of the Nordic Glaciation Area]

Abstract: It was FORCHHAMMER who was the first to propose to look for a statistical evaluation of the erratic boulders within the Quaternary moraines of Northern Germany and Denmark. However, between these early remark in the year 1843 and the first boulder countings of J. KORN (in SCHROEDER & STOLLER 1905, 1909), follow-

ed by V. MILTERS (1909), there was the precocious and mislead period of Nordic Glaciation explanations, long before polyglacialistic ideas appeared, and it is from HESEMANN'S (1930 a.s.o) work only to talk about suitable statistics, which were complemented by the publications of VAN DER LIJN (1932) and K. RICHTER (1933 a.s.o.).

From the middle of this century on, boulder statistics began to be practiced in almost all of the distributional areas of sediments of the Northern European Glaciations, from the Netherlands in the West up to Poland in the East. It is a method of supporting value of course, but it is only possible to make use of it for lithostratigraphical questions and correlations if

- a reliable framework of samples exists, which have been calibrated by biostratigraphical determination,
- the statistical comparisons have been restricted to a region of reliable size,
- the statistics is supported by other findings like lithological, petrographical, faecal observations.

This is so, because Quaternary Stratigraphy is a part of geosciences which is needing a multiple classification system and cannot be developed by one single method only. In this sense erratic boulder statistics' specialists are understanding their work as one approach amongst various others.

1 Zum Wesen der Geschiebekunde

Für die Erklärung, geognostische Beschreibung und stratigraphische Gliederung der Vorgänge und Bildungen der quartären Vereisungen bestehen grundsätzlich zwei Annäherungsmöglichkeiten. Sie beruhen entweder auf Beobachtungen, die auf Besonderheiten der Form, auch der räumlichen Beziehung der Ablagerungen untereinander oder der aus der Form rekonstruierbaren Prozesse begründet sind. Oder sie stützen sich auf Eigentümlichkeiten, die aus der Untersuchung des Inhalts der quartären Bildungen ersichtlich werden. An keiner anderen „Formation“ der Erdgeschichte läßt sich zeigen, wie wichtig das Zusammenspiel der wissenschaftlichen Disziplinen, von der die eine die Betrachtung der Form, die andere des Inhaltes bevorzugt, bei der Aufklärung der Geschichte des Eiszeitalters ist.

*) Nach einem Vortrag auf der 50 Jahre-Jubiläums-Veranstaltung der DEUQUA in Hannover, 15.09.1998

**) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. G. LÜTTIG, Wittinger Str. 126, 29223 Celle

Die vorliegende Reflektion über die Geschiebekunde, welche ja, wie der Verfasser einmal herausgestellt hat, die Mutter der Quartärgeologie ist – denn es waren die großen Geschiebe, die die Altvorderen der Stratigraphie zur Aufstellung des Quartärs als letzten Systems der Erdgeschichte veranlaßten –, darf die Form vollkommen vernachlässigen. Sicherlich wäre diese Methode unnötig, würden wir bezüglich des Inhaltes so treffliche Hilfsmittel wie die im Mesozoikum blühende Petrefaktenkunde besitzen und Leitfossilien für das Quartär benutzen können. Stattdessen plagen wir uns z. B. mit Leitgeschieben herum. Einem frommen Wunsch, man könne mit den in den Moränen feststellbaren und petrographisch explizit beschreibbaren nordischen Geschieben stratigraphisch „leitende“ Indizien heranziehen, entsprach dieser Terminus. Die ursprüngliche Hoffnung ist aber längst aufgegeben worden. Biostratigraphisch gibt der Inhalt der quartären Sedimente allenfalls etwas her, wenn man sich auf faunistische oder floristische Assoziationen, Faunenvergesellschaftungen, Pollenspektren zurückzieht. Geochronologische Methoden sind, von der ¹⁴C-Methode abgesehen, die aber chronologisch nicht weit genug zurückreicht, nicht unumstritten. In sedimentpetrographischer Hinsicht hangeln wir uns über Feinkiesfraktions-, Schwermineral-, gerölmorphometrische und andere Zählungen mühsam durch das inhaltliche Inventar. Daß dabei das Verständnis der Gesamtheit des betreffenden Sediments nicht verloren gehen sollte, daß man also nicht nur auf eine der vielen Korngrößenfraktionen starren sollte, hat der Verfasser mehrfach – allerdings weitgehend erfolglos – klar zu machen versucht (LÜTTIG 1952, 1954, 1997).

Die Geschiebekunde besitzt einen anderen Ansatz als die anderen sedimentpetrographischen Verfahren. Aus der so fruchtbare und tiefgehende Erkenntnisse über Stratigraphie, Petrographie und auch Paläontologie der skandinavischen Ausgangsgesteine (vgl. HUCKE 1917, HUCKE & VOIGT 1967, SCHALLREUTER 1998) liefernden Wissenschaftssparte ging die Geschiebestatistik hervor. FORCHHAMMER (1843) hat sie provoziert, in einer Zeit, in der die Genese der nordeuropäischen Glaziärbildungen noch völlig falsch gedeutet wurde. JOHANNES KORN, dem wir auch die erste grundlegende Monographie der kristallinen Leitgeschiebe verdanken (1927), hat in den unter und über dem Holstein-Typstratum liegenden Geschiebelehmen bei Uetersen-Schulau (in SCHROEDER & STOLLER 1905, 1909) die ersten Geschiebe-

zählungen im modernen Sinne durchgeführt. Seine Aussagen darüber waren zunächst – unberechtigterweise (vgl. LÜTTIG 1991) – pessimistisch. V. MILTHERS (1909), VAN DER LIJN (1923), HESEMANN (1930) K. RICHTER (1933 u. f.) und andere sind ihm gefolgt. Seit dieser Blütezeit der Geschiebestatistik zu Beginn der 30er Jahre ist einer ganzen Reihe von Geschiebeforschern eine Fülle von Gesteinsmaterial durch die Hände gegangen. Heute, rund 60 Jahre später, kann die Geschiebestatistik in aller Bescheidenheit vermelden, daß sie – wenn sie die Regeln beachtet, d. h. ihr Gebäude auf stratigraphisch, möglichst biostratigraphisch gesichertes Material stützt und nicht übersieht, daß sie eine Hilfswissenschaft und ein Bruchstück im Mosaik der multiplen stratigraphischen Klassifikation ist – Aussagen treffen konnte, die in der Quartärforschung des nordischen Vereisungsgebietes – nur von diesem kann hier gesprochen werden – Gewicht besitzen. Ein Rundblick über die Geschiebezählungen längs den ehemaligen Eisrändern von W nach E soll diese Feststellung untermauern.

2 Großbritannien

Obwohl die richtige genetische Einordnung der Glaziärgeschiebe in *England* lange Zeit durch das auch bei W. BUCKLAND (1823) durch die Einführung des „Diluviums“ markierte diluvialistische, in ganz Europa geradezu angebetete Lehrgebäude von CHARLES LYELL (ausgehend von den *Principles of Geology*, 1833) behindert worden ist, hat es doch dort und in Schottland schon frühzeitig Stimmen gegeben, die erkennen lassen, daß der Altmeister seine Landsleute nicht in breiter Front niedergewalzt hatte. BUCKINGHAM (vor 1830, Zitat leider nicht auffindbar) begriff als erster, daß ein Teil der Findlinge nicht britischer sondern nordeuropäischer Herkunft ist, und durch L. AGASSIZ (1841) wurden auf einer Exkursion in Schottland bereits W. BUCKLAND und R. I. MURCHISON für die Vergletscherungstheorie gewonnen. Trotzdem sprach sich R. I. MURCHISON bezüglich der bei Ratingen auf dem Kohlenkalk gefundenen Glättungen und Schrammungen wieder gegen glaziäre Einwirkung aus. CH. LYELL sprach noch 1840 von einer „Boulder“ oder „Drift Formation“ im Raume von Weybourne und Cromer in seinem alten Sinne. Erst in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts erfolgte v.a. durch T. F. JAMIESON (1862, 1865) und A. GEIKIE (1863) der endgültige Durchbruch für die Vergletscherungstheorie auf den britischen Inseln. Nach BUCKINGHAM ist die Erkenntnis über die Beteiligung skandinavischer Eismassen an der Ver-

gletscherung und damit skandinavischer Geschiebe in den glaziären Sedimenten Ostenglands in Schichten nach dem Cromer Complex, beginnend mit der „North Sea Glaciation“ v. a. durch MADSEN (1893), C. TRECHMAN (1915), PREMISTER (1926), BADEN-POWELL (1948), WOLDSTEDT (1958) und andere weiter gefestigt worden. Auch liegen für das Erkennen des nordischen Geschiebematerials ausreichende Belege vor. Erst unlängst beschrieb auch K. D. MEYER (1993) die Funde von (norwegischen) Rhombenporphyren längs der schottischen und englischen Küste. Eine geschiebestatistische Auswertung dieses Materials im mitteleuropäischen Sinne ist zwar (dem Verfasser bisher) nicht bekannt. Doch muß vermerkt werden, daß schon PREMISTER's (1926) petrographische Ansprache der Geschiebe, besonders in Blickrichtung auf die Unterscheidung von britischem von skandinavischem Kristallin, eine beachtliche Akkuratessie erkennen läßt.

3 Niederlande

Die *Niederlande* zählen sowohl in geschiebekundlicher als auch geschiebestatistischer Hinsicht zu den am besten untersuchten Regionen des nordischen Vereisungsgebietes.

Die älteren Autoren, wie z. B. P. S. SCHULL (1830), HAUSMANN (1831), F. ROEMER (1857), K. MARTIN (1878), BONNEMA (1898) und andere befaßten sich, wie das damals auch in Deutschland üblich war, vorwiegend oder ausschließlich mit Sedimentär geschieben. Aber schon frühzeitig kamen Arbeiten über Kristallingeschiebe hinzu, die zu den besten ihres Genres gehören (VAN CALKER 1894, 1889, SCHROEDER VAN DER KOLK 1891, VAN DER LIJN 1923 und andere).

Geschiebezählungen im modernem Sinne begannen mit den Arbeiten von VAN DER LIJN (1932) und wurden von mehreren Autoren i. W. nach der HESEMANN-Methode oder nach mehr oder minder vorteilhaften Abwandlungen derselben fortgeführt (DE WAARD 1944, 1955, FABER 1950, 1960, KRUIZINGA 1944, 1950, SCHUDEBEURS 1949, 1980, 1981, ZANDSTRA 1971, 1983, 1988 u. a.).

Wir können nach allgemeiner Kenntnis des in bio- und lithostratigraphischer Hinsicht hervorragend untersuchten niederländischen Pleistozäns von zwei glaziären Vereisungsphasen, deren Moränen geschiebestatistisch unterschieden werden können, ausgehen. Die nach Auffassung einiger Autoren ältere, nach anderer Auffassung jüngere, durch einen rötlich gefärbten

Geschiebelehme belegte Moräne besitzt eine stärker ostfennoskandisch geprägte Geschiebe-Assoziation. Sie wird von einer Autorengruppe als elstereiszeitlich, von der anderen als jünger aufgefaßt. Die andere, graue Moräne zeigt ein Inventar mit südschwedischer Prädominanz (Abb. 1); sie gehört mit Sicherheit dem Drenthe-Stadium der Saale-Eiszeit an. Es ist dabei ganz gleich, welche statistische Methode man zur Unterscheidung benutzt. Es muß dem Verfasser gestattet sein, zu bemerken, daß Versuche, mit der HESEMANN-Methode (z. B. ZANDSTRA 1983) zu arbeiten, oder sie durch andere unanschauliche Methoden zu ersetzen, sowohl veraltet als auch – z. B. gegenüber der TGZ-Methode des Verfassers, LÜTTIG (1957) – sehr unpraktisch sind. Das ist eine Feststellung, von deren Richtigkeit sich der Leser selbst überzeugen kann.

Das ist aber eine wissenschaftlich weniger wichtige Nebenerkenntnis. Beachtenswert ist hingegen folgendes: In der vom Menap bis in die Elstereiszeit reichenden fluviatilen „Formation von Enschede“ fand G. C. MAARLEVELD nordisches, sicher auf sekundärer Lagerstätte befindliches Fremdmaterial, über das von LÜTTIG & MAARLEVELD (1961, 1962) als dem Komplex von Hattem berichtet wurde. Die TGZ dieser Schichten heben sich deutlich von den Streubereichen des roten und grauem Geschiebelehmes ab (Abb. 1). In geschiebestatistischer Hinsicht fällt diese als Feineinfrachtung nordischen Materials durch norddeutsche Flüsse in das Flußsystem, dem die Sande von Enschede ihre Entstehung verdanken, zu erklärende Assoziation dadurch besonders auf, daß sie eine relativ enge Begrenzung des Herkunftsgebietes der Leitgeschiebe erkennen läßt (vgl. Abb. 2). Das gilt nach Auffassung des Autors als Zeichen, daß die weiter im Osten des Ablagerungsgebietes zu vermutenden Moränen in die Frühzeit der glaziären nordischen Vereisungen zu stellen sind, denn die jüngeren Moränen, deren Eismassen häufig älteres Material mit aufgenommen haben, zeigen stärkere Durchmischung der Geschiebetypen und daher im TGZ-Diagramm einen größeren Streubereich. Dafür spricht auch, daß die Hattem-Bildungen relativ wenige, meist äolisierete Flinte enthalten. K. D. MEYER's (1988) Deutung, dieses könne damit zusammenhängen, daß die Ausstriche der Oberkreide damals noch nicht freigelegen haben könnten, ist ohne weiteres zu folgen.

Nicht verschwiegen werden darf, daß die Fortsetzung von Bildungen des Hattem-Komplexes nach

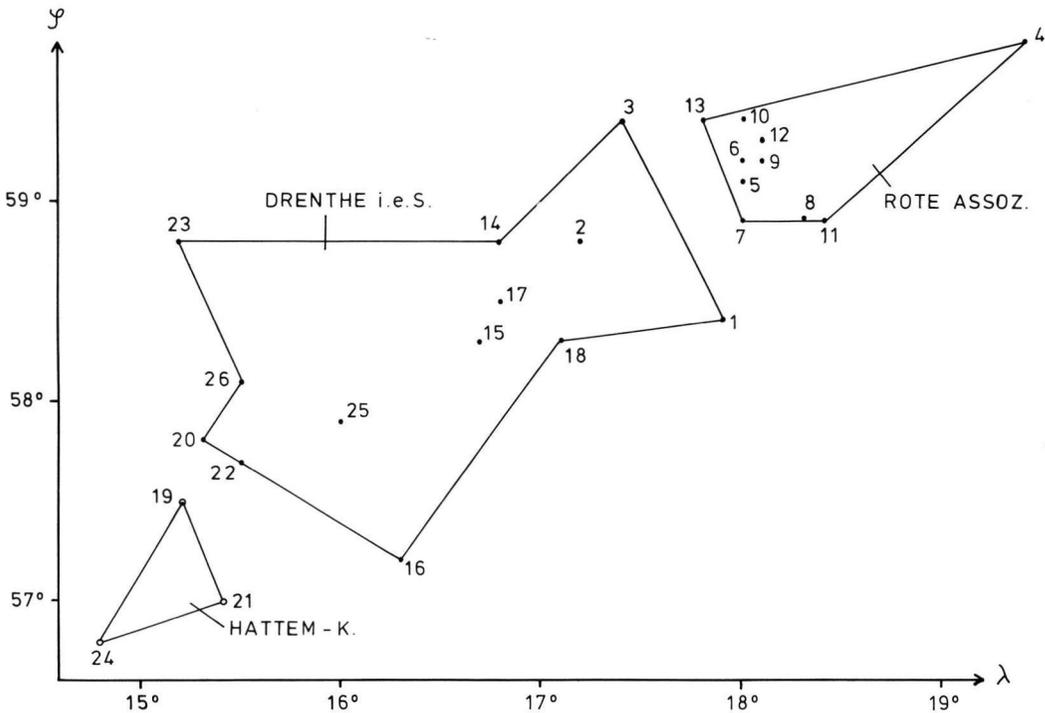


Abb. 1: TGZ-Streubereiche für die Niederlande.

Fig. 1: Spread of TGZ (theoretical home center of erratics) for the Netherlands.

E auf Funde bei Uelsen und Emsbüren beschränkt bleibt (BIJLSMA & CLEVERINGA 1977, K. D. MEYER 1987, 1988), daß aber eine zugehörige Moräne noch nicht gefunden worden ist. Möglich ist, da der Hattem-Komplex wohl in die Cromer- bis Menap-Zeit gehört, also älter als das eigentliche Elster ist, daß ein Äquivalent im benachbarten Teil NW-Deutschlands fehlt. Auch liegt nach K. D. MEYER (1970) der westlichste Punkt von Elster-Geschiebe-Inventaren in Niedersachsen in der Gegend von Papenburg, wodurch auch die Frage des niederländischen „roode keileem“ in einem besonderen Licht erscheint. Diese Papenburger Assoziation ist geschiebestatistisch keinesfalls „ostfennoskandisch“ sondern „westschwedisch“ geprägt, ihr TGZ liegt westlich des Drenthe-TGZ-Streubereiches. Dem Hattem-Komplex vergleichbare aber deswegen noch nicht ohne weiteres stratigraphisch korrelierbare TGZ-Assoziationen wurden erst wieder bei Lieth/Elmshorn (VINX, GRUBE & GRUBE 1998) und bei Esbjerg in Dänemark (LÜTTIG in Vorbereitung) gefunden. (vgl. Abb. 2). In Esbjerg handelt es sich aber um einen Geschiebelehm unter dem marinen Holstein-Interglazial, also sicher um Elster i. E. S. Möglicherweise ist die Ähnlichkeit also rein zufällig. Jedenfalls sollte man bei solch' weit auseinander lie-

genden Fundpunkten keine voreiligen Schlüsse ziehen.

Wenn SCHUDEDEBEURS (1981) infrage stellte, ob Geschiebeassoziationen stratigraphisch homochron sind, und sich dabei nur auf die HESEMANN-Methode bezog, war er an dem Zustandekommen dieses Zweifels selbst schuld. Der Verfasser empfiehlt, statt dessen die bei der Untersuchung des Hattem-Komplexes, also eines wichtigen stratigraphischen Horizontes in den Niederlanden, angewandte TGZ-Methode einzusetzen, auch wenn sie als Zeichen „deutscher Gründlichkeit“ empfunden worden ist. Das kann kein methodischer Nachteil sein.

4 Nordrhein-Westfalen

Vom *Niederrhein*-Gebiet und von *Westfalen* wissen wir aus den geognostischen Gegebenheiten von einem im W in der Veluwe beginnenden, über die Krefelder Endmoräne und das nördliche Ruhrgebiet bis in das Münsterland verlaufenden Eisrandbereich, in welchem gebietsweise eine Grundmoränenplatte die Ausdehnung des sicher drenthestadialen Eises kennzeichnet. Ältere, z. B. elstereiszeitliche Moränen sind hier nicht bekannt. Die für die Annahme einer ehemaligen Elster-Eisbedeckungen verwendeten Zählungen

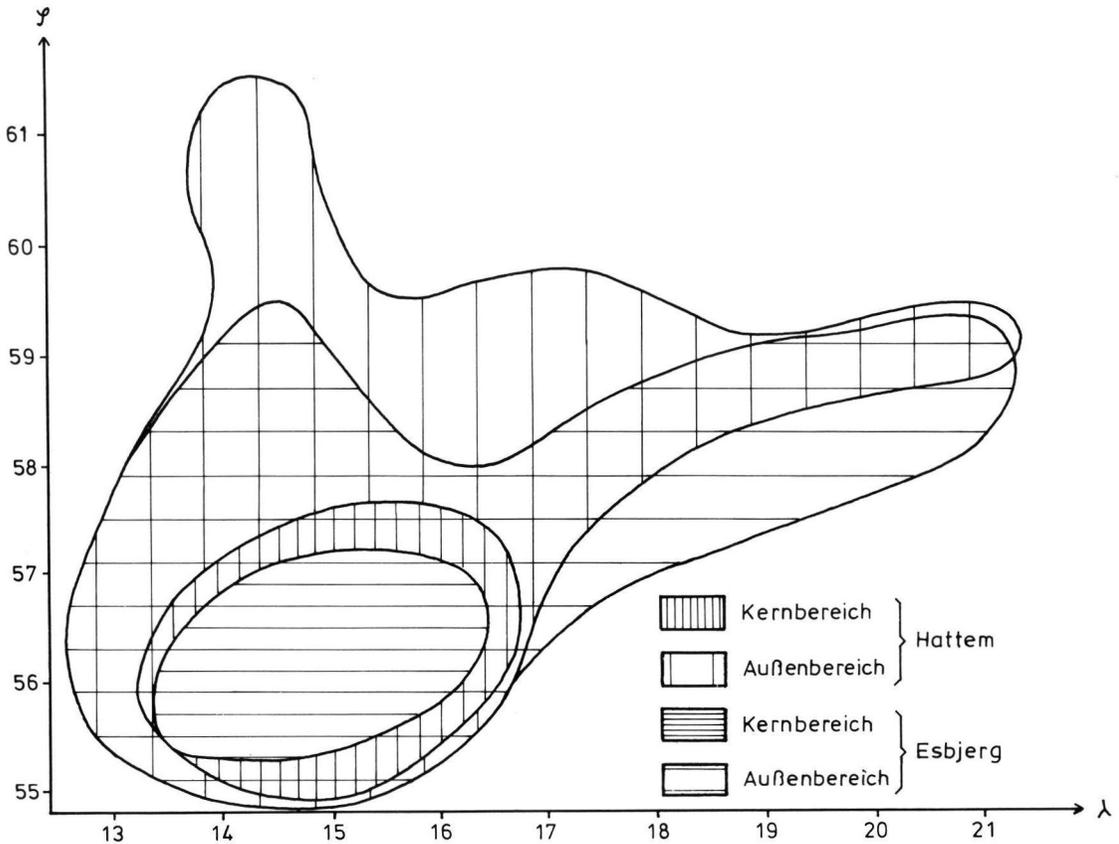


Abb. 2: Verteilung der Einzel-TGZ für den Hattem-Komplex. Zum Vergleich wird der Streubereich der in der Elster-Grundmoräne von Esbjerg/Dänemark (direktes Liegendes des dort aufgeschlossenen Holstein-Interglazials) bestimmten TGZ wiedergegeben.

Fig. 2: Distribution of the individual TGZ for the Hattem Complex. For reasons of comparison the spread of TGZ of the Elsterian till at Esbjerg/Denmark (below the Holsteinian deposits of this place) is reproduced as well.

von HESEMANN (1939, 1956) beruhen auf rein geschiebekundlichen Argumentationen. Keine einzige Zählung liegt aus Schichten unter eindeutigen Holstein-Interglazial vor. Man darf daher allein aus dem Reichtum von Glaziärsedimenten an ostfennoskandischem Material, was weiter im Osten für sicher datierte Elstermoränen typisch ist, den Schluß, es gäbe hier Elster-Moränen, nicht ziehen. Das kommt auch in dem vom Verfasser (LÜTTIG 1958) wiedergegebenen Diagramm über dieses Gebiet zum Ausdruck.

Gewisse Unterschiede im Herkunftsbereich der Geschiebe beschrieb HESEMANN (1956, 1961) später als Folge einer Auslese des „ostfennoskandischen“ Materials in den Außenbereichen der Vereisung, rückte damit von seiner alten Auffassung ab. Nach SERAPHIM (1979) könnte eine ältere, aber sicherlich fröhndrenthestadiale „Emsland“-Eismasse etwas mehr ostfennoskandisches Material der

Aufnahme vorgefundener Elstermoränen verdanken, während ein jüngerer „Osnabrücker Gletscher“, der das Innere der Münsterländer Bucht füllte, mehr südschwedisches Material mitgebracht hat. Diese Auffassung wurde i. W. durch ZANDSTRA (1992) bestätigt, wobei von ihm stärker ostfennoskandisch geprägte Assoziationen einer drenthestadialen Hangendmoräne zugeordnet wurden.

5 Niedersachsen, i. W. Südniedersachsen

Für *Niedersachsen* (einschließlich des Bremer Raumes) stellt sich für die Geschiebestatistik die Frage, ob es möglich ist, neben der in den bisher besprochenen Gebieten infrage stehenden Unterscheidungsmöglichkeit der Sedimente der Elster-Eiszeit und des Drenthestadiums der Saale-Eiszeit -- jüngere, weichselzeitliche glaziäre Bildungen fehlen dort bekanntermaßen -- eine geschiebesta-

tistisch klare Definition für die Bildungen des Warthe-Stadiums auszumachen. Diese Frage kann bejaht werden, ja, die Unterscheidung von Drenthe und Warthe ist geradezu ein Musterbeispiel für die Brauchbarkeit der Geschiebestatistik.

Zunächst aber zur Trennung von Elster und Drenthe! Hiermit wird eine der schwierigsten Aufgaben der Quartärgeologie im Außenrandsbereich der Gesamtvereisungen, nahe der sogenannten Vereisungsgrenze (WOLDSTEDT 1935, KALTWANG 1992), auch für die geologische Kartierung, angesprochen.

Der älteste Hinweis aus diesem Gebiet auf „Geschiebe, die den nordischen Gebirgen entstammen und auf die nordische Flut schließen lassen“, stammt von J. F. L. HAUSMANN (1807).

Der Außenbereich der glaziären Bildungen liegt im südlichen Niedersachsen und im westlich anschließenden Ostfalen im mesozoischen Hügelland, und am Harzrand griff das Eis in die Täler des paläozoischen Berglandes ein. Die Eisausbreitung wurde hier durch mehrere Zufälligkeiten der Morphologie bestimmt, was zu ähnlichen Höhenlagen und Verschachtelungen des Elster- und des Drenthe-Glaziärs geführt hat. Es wäre aber ein Fehler, wie DUPHORN (1974) zu einer relativ pessimistischen Interpretation der v. a. vom Verfasser (1952, 1954, 1958 u. f.) vorgelegten, später durch Spezialkartierungen auf mehreren Blättern der GK 25 bestätigten Erkenntnisse zu greifen. Denn wir haben sehr verlässliche Hilfsmittel zur Verfügung, nämlich Holstein-Interglazialprofile (v. a. von Elze), das cromerzeitliche Osterholz-Interglazial (LÜTTIG 1954, GRÜGER 1968) und den Sedimentkörper der postelstereiszeitlichen und prädrenthestadialen Mittelterrasse des Flußsystems der Weser. Dieser Sedimentkörper ist sowohl eine morpho- als auch lithostratigraphisch sehr gut brauchbare Stütze: Die darin enthaltenen nordischen Geschiebe können nur aus Sedimenten der Elstereiszeit aufgenommen worden sein. Damit haben wir einen Beleg. Der andere erwächst aus den Interglazialprofilen. Wichtig ist v. a. das Holstein-Interglazial von Elze (vgl. LÜTTIG 1955, 1960) mit Liegendsedimenten der Elstereiszeit und einer hangenden Drenthe-Grundmoräne. Beide sind geschiebestatistisch gut zu unterscheiden.

In diesem Zusammenhang ist kurz auf Äußerungen von K. RICHTER (1962) und K. DUPHORN (1974) zu den hier vom Verfasser und in K. RICHTER durchgeführten geschiebestatistischen Untersuchungen einzugehen. K. RICHTER hat in Elze – i.

W. mit seinen Methoden, die nicht mit der TGZ-Statistik vergleichbar sind – Zählungen, v. a. in Sedimenten im Liegenden des Holstein-Interglazials, durchgeführt, weil ihn v. a. die Tatsache beschäftigte, daß im Hamburger Raum elstereiszeitliche Sedimente (Billbrook-Serie) vorhanden sind, die im Unterschied zu den am südlichen Außenrand der Vereisungen bekannten Elsterablagerungen nicht durch die Vorherrschaft ostfennoskandischen Materials gekennzeichnet sind. Die Unterscheidung einer südlichen elstereiszeitlichen Gechiebeassoziation (Typ Bornhäuser und Bockenemer Stadium, LÜTTIG 1952, 1954), die von K. RICHTER ausdrücklich als vorhanden bestätigt wurde, von der vorwiegend westfennoskandischen Assoziation des Hamburger Raumes ist eine bemerkenswerte Erkenntnis von K. RICHTER, und sie wird durch die späteren Beobachtungen von K. D. MEYER (1970 u. f.) bestätigt.

Allerdings ist notwendig, zur Methode der Beweisung K. RICHTER's folgendes zu sagen:

- In Elze (Seite 318 bei K. RICHTER 1962) zählte der genannte Autor ganze 14, wenn man die Schwarz-Weiß-Granite als diagnostisch verwertbar akzeptiert, Leitgeschiebe aus und bestimmte danach ein TGZ von 17,63 - 61,4, was dem vom Verfasser bestimmten TGZ nahe kommt. Aber kann man tatsächlich mit so wenigen und weitgehend indifferenten Geschieben ein TGZ bilden, und darf das methodisch neben den vom Verfasser gezählten Werten Bestand haben?
- Die Verwendung des Begriffes TGZ durch K. RICHTER täuscht vor, die erhaltenen Werte seien solchen vergleichbar, die der Verfasser an den gleichen Proben erlangen würde. Das trifft aber keinesfalls zu. K. RICHTER hat seinen TGZ-Bestimmungen nämlich Geschiebetypen zugrunde gelegt, die in sich die Ermittlung von TGZ gar nicht zulassen. So besitzen seine Gruppen „Rapakiwi“ und „Schwarz-Weiß-Granit“ Geschiebetypen mit ganz unterschiedlichem TGZ: Åland-Rapakiwis mit TGZ = 20 - 60 (eine schon sehr großzügige Festlegung) sind z. B. nicht mit Rödö-Rapakiwi (TGZ = 18 - 62,8), Nystads-Rapakiwi (21,2 - 60,8) oder den ostfinnischen Rapakiwi vergleichbar und nicht in einen Topf zu werfen. Auch bleiben die typenreichen südschwedischen Geschiebe weitgehend ungenutzt. Daß andere Typen, wie z. B. der Dalasandstein, wegen ihrer weiten Verbreitung geschiebestatistisch wertlos sind, ist jedem Geschiebekundler klar.

- K. RICHTER legte in seinen Arbeiten u. a. Wert auf die Benutzung des Verhältnisses Fd/Fu (durchscheinende zu undurchscheinenden Feuersteinen). Der Verfasser (und andere Sachkundige auch) halten diesen Wert für unbrauchbar: Man findet leicht Feuersteinstücke, die sowohl durchscheinend als auch undurchscheinend sind, also könnte man an ein und demselben Flint ein Fd/Fu-Verhältnis bestimmen.
- K. RICHTER war auch mit der Unterscheidung der einheimischen Porphyrvarietäten, die er zur Bildung von Verhältniszahlen benutzte -- wovon sich der Verfasser mehrfach überzeugen konnte -- nicht vertraut. Sonst hätte er auch nicht behaupten können, er hätte im Aufschluß Puritzmühle (Bl. Königslutter, 3730) nur Thüringer Porphyry gefunden. Es handelt sich dort nämlich überwiegend um Porphyry vom Typ Halle und Flechtingen.

DUPHORN'S (1974), unter Berufung auf K. RICHTER geäußerte Bedenken gegen die Ergebnisse der

Geschiebezählungen im Raum Elze sollte man daher zurückstellen. Denn das südliche Niedersachsen ist doch der Raum, in welchem in Kombination mit der vom Verfasser entwickelten Methode der geröllanalytisch-morphometrischen Psephit-Psammit-Gesamtuntersuchung (LÜTTIG 1952, 1954, 1997) die TGZ-Methode als eine Zusatzuntersuchung für die multiple stratigraphische Klassifikation empfohlen wurde.

Betrachten wir die vorhandenen Zählungen im südlichen Niedersachsen, für welche Abb. 3 und Tab. 1 gelten. Das Gebiet wurde durch die Nordgrenze der Blätter der Serie 35.. und die Ostgrenze der Blätter der Serie ..30 der GK 25 definiert, umfaßt also den Südtel des Bundeslandes bis zur Vereisungsgrenze; ausgenommen wurde der Braunschweiger Raum. Das ist, einer geschlebestatistischen Faustregel folgend, ein sicherlich zu großes Gebiet. Da in dieser Untersuchung aber nur ein Überblick gegeben werden soll, mag diese Fassung hinnehmbar sein. Zu bemerken ist, daß in dieser Übersicht Zählungen enthalten sind,

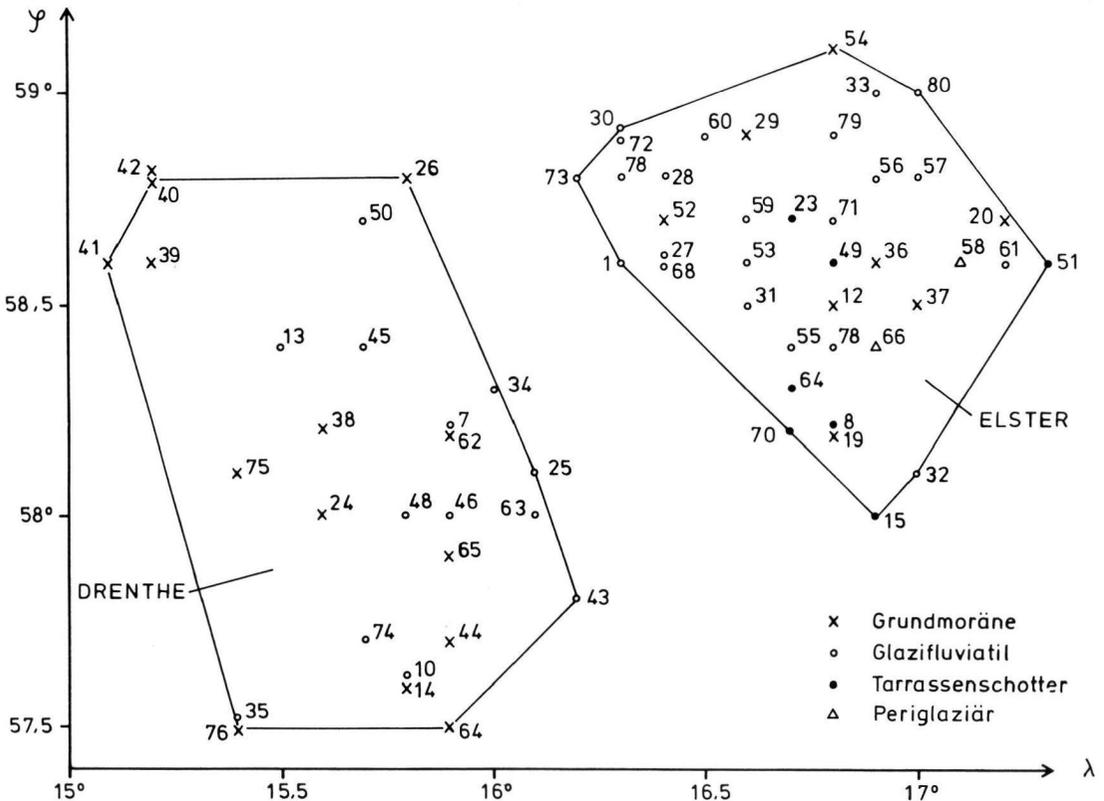


Abb. 3: TGZ-Diagramm für Süd-Niedersachsen. Die in Tab. 1 enthaltenen Zählungen durch K. D. MEYER wurden nicht mit in das Diagramm aufgenommen.

Fig. 3: TGZ diagram for southern Lower Saxony. The countings of K. D. MEYER, given in table 1, are not represented within the diagram.

die in LÜTTIG (1958) wiedergegeben wurden, durch spätere Feldarbeit jedoch ausnahmslos noch ergänzt werden konnten. Das war auch notwendig, weil die bei LÜTTIG 1952, 1954 und 1958 wiedergegebenen Zählungen aus der Frühzeit der Beschäftigung des Verfassers mit Leitgeschieben stammen und z. T. auf relativ wenigen Einzelgeschieben beruhen. In den 50er und 60er Jahren hatte der Verfasser Gelegenheit, auf mehreren Blättern in Südniedersachsen zu kartieren bzw. andere Kartierer zu betreuen. Dabei sind die älteren Zählungen fast durchweg komplettiert worden. Abb. 12 bei LÜTTIG 1958 muß deswegen aufgehoben werden. Das generelle Ergebnis ist aber ähnlich dem der Abb. 3. Wichtig ist, folgendes hervorzuheben:

- Auf Blatt Elze wurde vom Verfasser das Osterholz-Interglazial aufgefunden, die Probenserie von GRÜGER (1968) bearbeitet und eine in den Cromer-Komplex zu stellende Warmzeit darin nachgewiesen. Die Osterholz-Serie wird von einem Geschiebelehm überlagert, der eine Geschiebe-Assoziation von elsterzeitlichem Charakter besitzt.
 - Die gleiche Assoziation wurde in Grundmoränen und Schmelzwasserablagerungen nachgewiesen, die sich -- eindeutig im Kartierverband erkannt, erbohrt oder erschürft -- im Liegenden des Holstein-Interglazials von Elze befinden.
 - Sie entspricht geschiebestatistisch der Geschiebesippe, die im Mittelterrassenkörper des Weser-Leine-Innerste-Flußsystems dort vorkommt, wo die betreffenden Flüsse ältere Vereisungsgebiete (oder glazifluviale Zuliefergebiete) durchflossen, aus denen sie Elster-Geschiebmaterial aufgenommen haben. Der südlichste Punkt, an dem jeweils nordisches Material im Mittelterrassenkörper gefunden wurde, gibt auch den Bereich der südlichen Flintgrenze (WOLDSTEDT 1935) an. Das muß nicht unbedingt die südliche äußerste quartäre Eisrandlage sein, denn die Flinte können auch aus Schmelzwasserablagerungen außerhalb der Eisbedeckung stammen. Ansonsten kann damit die Rekonstruktion der Südgrenze der Elstervereisung gut gestützt werden, wenn keine Moränen vorhanden sind.
 - Diese Elster-Geschiebeassoziation wurde auch in den Schmelzwasserkiesen bei Bornhausen gefunden, aus deren in den Beginn des Bockenener Stadiums (LÜTTIG, 1952) zu stellenden Schichten SICKENBERG (1962) eine Wirbeltierfauna beschrieb, die aus paläontologischer Sicht in diesen Zeitraum gehört.
- Die geognostische Position der Drenthe-Ablagerungen im Hangenden des Mittelterrassenkörpers, des Interglazials von Elze und der als elstereiszeitlich erkannten Sedimente rundet den eindeutigen Geländebefund ab.

Die Feststellung kann daher gelten, daß die TGZ-Befunde dieses Gebietes zu den sichersten gehören, welche man in der Quartärstratigraphie verwendet.

6 Nordniedersachsen, Bremen

Auch der *nördliche* Teil *Niedersachsens* ist noch Altmoränengebiet. Die Aufgabe für die Geschiebestatistik ist hier die Unterscheidung von Elster-, Drenthe- und Wartheablagerungen, lokal auch die Differenzierung zwischen den einzelnen Phasen des Drenthestadiums.

Für die Ostfriesisch-Oldenburger Geest sind K. D. MEYER'S (1970) Darstellungen die modernsten. Wichtig ist hier, daß überwiegend Drenthe-Geschiebeassoziationen gefunden wurden. Die stratigraphische Zugehörigkeit der Tergaster Kiese ist noch unklar. Nach HESEMANN (1939) liegt eine ostfennoskandisch beeinflusste Assoziation vor, was auch durch Zählungen von K. D. MEYER aus dem Jahre 1968 bestätigt wird. Doch ist die Ausbreitung des Elster-Eises nach W unklar. Westlich der Ems ist bisher Geschiebelehm der Elster-Eiszeit nicht angetroffen worden (MEYER & TÜXEN 1986), wohl aber ist der spätelstereiszeitliche glazilimnische Lauenburger Ton noch weit verbreitet.

In dem weiter südlich liegenden, morphologisch auffälligen Endmoränenzug der Rehburger bis Heisterberg-Phase des Drenthestadiums, der sich von den Niederlanden über die Fürstenuaer und Dammer Berge bis in die Gegend N von Hannover erkennen läßt, fehlen im Gebiet W der Weser statistisch „dichte“ Geschiebezählungen, und so ist die nächste Region mit guter Belegung das Gebiet von Liebenau, über das vom Verfasser (LÜTTIG 1958 b, 1961) bereits mehrfach berichtet wurde.

Das zugehörige TGZ-Diagramm ist als Abb. 4 beigegeben, die zugehörige Zählliste ist in der erstgenannten Arbeit enthalten. Wichtig ist hier, daß sowohl im Sedimentkörper der Weser-Mittelterrasse als auch im Liegenden des Holstein-Interglazials die aus dem südlichen Niedersachsen bekannte ostfennoskandisch geprägte Elster-Geschiebeassoziation wiederkehrt, was wegen des Vorhandenseins von Mittelterrassenmaterial, das

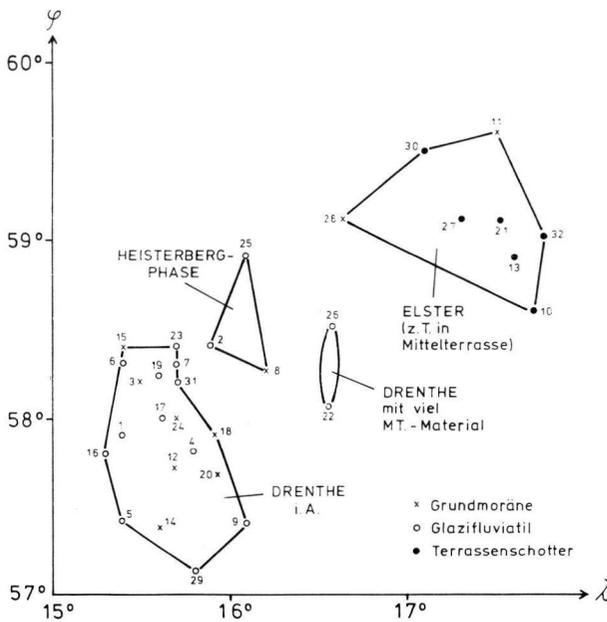


Abb. 4: TGZ-Diagramm für den Raum von Liebenau, Weser.

Fig. 4: TGZ diagram for the area of Liebenau/Weser.

aus dem Süden stammt, auch nicht weiter verwunderlich ist. Eine zweite Beobachtung erscheint wichtig: Die nach den Kartierergebnissen des Verfassers jungdrenthestadialen, den Bildungen der Rehburger Phase aufgesetzten Moränen der Heisterbergphase zeigen bereits eine Umorientierung der Geschiebeanfuhr in Richtung auf die warthestadialen Liefergebiete, deren TGZ ja NE denen des Drenthestadiums liegen.

Die gleiche Beobachtung hat MARCZINSKI (1968) bei der Untersuchung des Unterweser-Unterebbegebietes gemacht. Dort liegen die Streubereiche der Lamstedter und Stader Phase – beide sind jünger als die Heisterberg-Phase – ebenfalls nach NE von den Streubereichen der „Haupt-Drenthe“-Assoziationen versetzt. Allerdings muß bedacht werden, daß die TGZ-Werte MARCZINSKI'S wegen der etwas anderen Methode – es handelt sich um Gruppen-TGZ (siehe M.) – nicht direkt mit denen des Verfassers vergleichbar sind. Betont werden muß nochmals, daß es arbeitstechnisch nicht verwerflich sein kann, die Methodik zu ändern, wenn die statistischen Vergleiche sich auf solche innerhalb einer Methode beschränken.

Im Gebiet zwischen Bremen und Bremerhaven sind von K. D. MEYER für H.-C. HÖFLE (1983) und

S. WANSA (1994) Geschiebezählungen in zwei unter dem Lauenburger Ton liegenden, mithin elstereiszeitlichen und zwei jüngeren, drenthestadialen Grundmoränen durchgeführt worden. Die TGZ der Erstmoränen sprechen wie Einregelungsmessungen für das Vorhandensein zweier, i. W. N-S-Transport bewirkenden Eismassen mit NW-skandinavischer Geschiebedominanz. Die ältere Drenthe-Moräne zeigt die übliche TGZ-Verteilung; die jüngere läßt, wie schon bei Liebenau (LÜTTIG 1958) und von MARCZINSKI (1968) beobachtet wurde, die Verschiebung der TGZ in Richtung auf den Warthe-Streubereich erkennen.

Weiter südöstlich liegt das Untersuchungsgebiet von Gerdau bei Uelzen, über das der Verfasser 1958 bereits berichtet hat. Hier ging es um die statistische Unterscheidung der Drenthe- von den Warthe-Ablagerungen. Schwierigkeiten gab es dabei nicht: Der Drenthe-Streubereich liegt deutlich südlicher als der des Warthe-Stadiums.

Nach E schließt das Untersuchungsgebiet von GROETZNER (1972) an. Zwar sind auch die Zählungen GROETZNER'S im Uelzener Becken nicht direkt mit denen des Autors korrelierbar, da er die TGZ – ähnlich wie MARCZINSKI – nur auf der Basis der Bestimmung von Geschiebegruppen ermittelt hat. Das Ergebnis ist aber ähnlich.

Südlich von GROETZNER'S Bearbeitungsgebiet liegt der von K. D. MEYER (1998) unlängst untersuchte Raum der südlichen Lüneburger Heide. Auch dort ließen sich – nun nach der „echten“ TGZ-Methode bestimmt – die Drenthe- und Warthe-TGZ gut auseinanderhalten. Das ist nicht außergewöhnlich. Bemerkenswert ist aber wiederum das Vorkommen der elstereiszeitlichen Assoziation, die nicht dem ostfennoskanischen Typ Südniedersachsens entspricht, sondern ein Streubereichszentrum etwa bei 14,9 - 58,3 besitzt, damit also dem auch von K. RICHTER (1962) beobachteten Streubereich entspricht.

Darauf kann bei Betrachtung der Zählungen, die der Autor in den letzten Jahren in der Zentralheide unternommen hat, zurückgekommen werden. Das Diagramm ist als Abb. 5, die Zählliste als Tab. 2 beigefügt. Einige der Proben sind stratigraphisch sicher „eingehängt“.

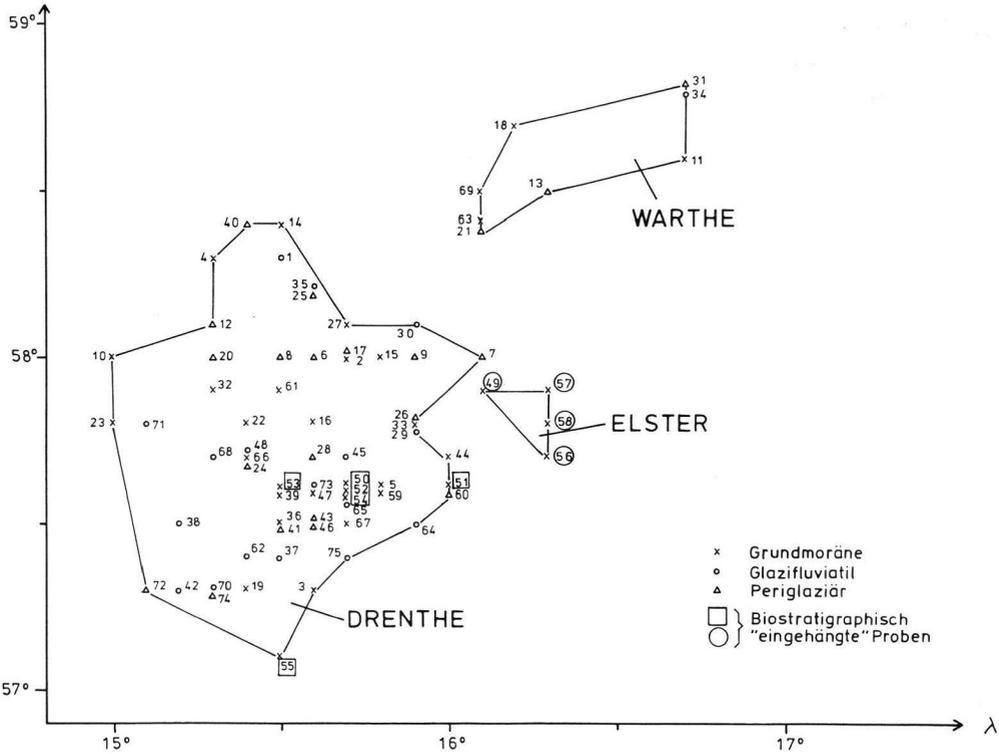


Abb. 5: TGZ-Diagramm für die Lüneburger Heide.
Fig. 5: TGZ diagram for the Lüneburger Heide.

- 1 LÜTTIG (1958)
Blatt Gerdau
- 2 LOOK (1968)
Gp-TGZ Elm
- 3 MARCZINSKI (1968)
Gp-TGZ Unterveser-U. Elbe
- 4 K. D. MEYER (1970)
Ostfries.-Oldenburger Geest
- 5 GROETZNER (1972)
Gp-TGZ Uelzener Becken
- 6 K. D. MEYER (1998)
Südl. Lüneburger Heide
- 7 LÜTTIG (1958)
Raum Liebenau
- 8 LÜTTIG (diese Arbeit)
Zentr. Lüneburger Heide
- 9 MEYER in HÖFLE (1983)
Osterholz-Scharmbeck
- 10 MEYER in WANSA (1994)
Bremen-Bremerhaven

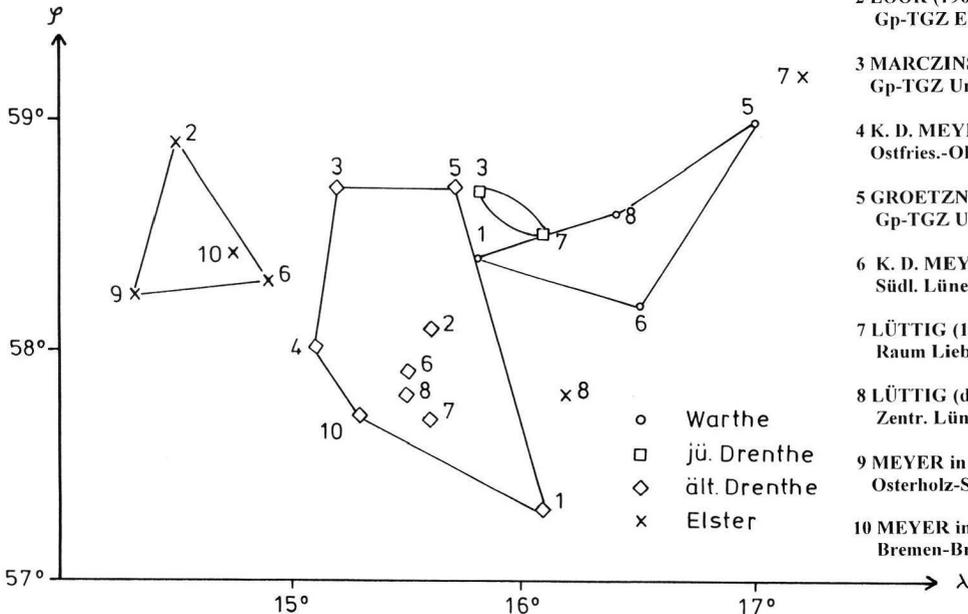
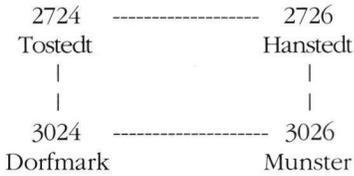


Abb. 6: Schwerpunkte der TGZ-Streubereiche in 10 unterschiedlichen, von 5 Autoren untersuchten Gebieten des nördlichen Niedersachsens.

Fig. 6: Centers of the spread of TGZ in 10 different areas of northern Lower Saxony, investigated by 5 different authors.

Das Gebiet ist definiert als die durch die Blätter der GK 25 wie folgt umgrenzte Fläche:



Zunächst ist festzustellen, daß ein drenthestadialer südwestlicher TGZ-Streubereich ausgebildet ist, der deutlich von dem im NE liegenden Warthe-Bereich abgetrennt ist.

Eindeutig unter Lauenburger Ton liegende, aus Kernbohrungen (eine mit 30 cm Durchmesser) stammende Elster-Geschiebelehmproben ergaben nun TGZ mit Werten, die E des Drenthebereiches liegen und keinesfalls der südniedersächsisch-ostfennoskandischen, aber auch nicht der nordniedersächsisch-südschwedischen Sippe angehören.

Dazu muß bemerkt werden, daß es in der Zentralheide unter dem Lauenburger Ton zwei Elster-Geschiebelehme gibt, eine liegende, durch Aufnahme von Braunkohlensand dunkelgrau gefärbte und eine hangende grünlich-graue Moräne. Die Proben 49 und 56 - 58 stammen aus der hangenden Elstermoräne. Genügend reichliches Material aus der liegenden Elstermoräne stand dem Verfasser bisher nicht zur Verfügung.

Man wird daher zunächst abwarten müssen, was der Befund im Vergleich zu den Beobachtungen in Südniedersachsen und im Norden bedeutet. Da die Beobachtungsgebiete sehr weit auseinanderliegen, will sich der Verfasser versagen, weitere Schlüsse zu ziehen.

Hinzugefügt werden kann in diesem Zusammenhang das Ergebnis, das E.-R. LOOK (1968) am Elm erzielt hat. Er hat dort neben einer vorwiegend drenthestadialen Geschiebesippe, deren TGZ er nach der Gruppenmethode ermittelt hat, eine Geschiebelehmprobe in einer Spaltenfüllung gefunden, die als elsterzeitlich aufgefaßt werden muß. Das TGZ liegt weit NW-lich und ähnelt dem wohl frühelsterzeitlichen, westlich gelegenen TGZ von K. D. MEYER.

Faßt man die Befunde der genannten, im nördlichen (und östlichen) Niedersachsen tätigen Beobachter zusammen, wie das in Abb. 6 geschehen ist, und zwar durch eine (sicherlich sehr grobe) Darstellung der Schwerpunkte der jeweilig ermittelten Streubereiche, so erkennt man folgendes:

- Der Drenthe-Streubereich ist bei allen Autoren ziemlich ähnlich; er liegt im SW des im Diagramm dargestellten Bereiches.
- Jüngere Drenthe-Bildungen zeigen ein „Abwandern“ des Streubereichszentrums nach NE in Richtung auf den Warthe-Streubereich.
- Der Warthe-Streubereich ist bei allen Autoren ähnlich; er liegt im NE des Schaubildes.
- Die Elster-TGZ-Werte sind unterschiedlich. Neben der südniedersächsischen NE-Sippe gibt es sicherlich eine nordniedersächsische NW-Sippe; sie ist auch in Schleswig-Holstein bekannt und vermittelt zu den Werten des Hattem-Komplexes. In der Zentralheide wurde daneben eine „südlich“ geprägte Sippe beobachtet.

7 Mitteldeutschland

Das *mitteldeutsche Altmoränengebiet*, also der Raum Thüringen - Sachsen - Anhalt ist – wie in fast allen anderen Bereichen der Geologie und Mineralogie – zu den klassischen Regionen der Geschiebe- und Eiszeitforschung zu zählen. Wenn E. RICHTER, BAUDENBACHER & EISSMANN (1986) bemerkten, schon der Vorneandertaler habe vor rd. 200.000 Jahren in der Umgebung von Leipzig Geschiebe gesammelt, so meinten sie das freilich im Sinne von Material für Feuersteinartefakte der Markkleeberger Kulturstufe. Schließlich ist dieses auch der Raum, in welchem durch BERNHARDI sehr früh (1832) die richtige Deutung der Genese der Eiszeitbildungen gegeben wurde, die ersten Gletscherschliffe des nordischen Vereisungsgebietes nachgewiesen wurden und H. CREDNER die wesentlichen Impulse zum Sammeln und Bestimmen von Geschieben an seine Schüler, unter ihnen A. PENCK, ausgab. Das Naturwissenschaftliche Museum der Stadt Leipzig beherbergt eine der besten und umfangreichsten Geschiebesammlungen im nordischen Vereisungsgebiet; hier empfing auch der Verfasser schon als Schüler die ersten Anregungen zum Geschiebesammeln, v. a. durch RUDOLF GLÄSEL und RUDOLF GRAHMANN. Geschiebestatistische Untersuchungen hingegen sind in diesem Raum selten (vgl. RICHTER, BAUDENBACHER & EISSMANN 1986).

Wichtigste Arbeit hierzu ist die nach der TGZ-Methode erfolgte erste Bearbeitung des Gebietes zwischen dem östlichen Niedersachsen und der Leipziger Tieflandsbucht durch K. HOFFMANN & K. D. MEYER (1997). Wenngleich oder gerade weil

die Probenzahl noch relativ gering ist, regt diese Untersuchung zu einer vertiefenden Beprobung an, v. a. deshalb, weil der Vergleich zwischen den Diagrammen vom östlichen Niedersachsen, dem westlichen Anhalt und der Leipziger Tieflandsbucht Einblick in die TGZ-Verschiebungen in homochronen Moränen längs den Eisrändern zuläßt. Die Drenthe- und Warthe-Streubereiche ähneln den in Niedersachsen beobachteten Gesetzmäßigkeiten, die Elster-Sippe, in E-Niedersachsen noch NW-orientiert, läßt im Gebiet von Leipzig eine westliche und eine östliche Geschiefefazies (wie in S-Niedersachsen) erkennen.

8 Böhmen, Mähren, Schlesien, Südost-Polen

Das Altmoränen-Gebiet *Böhmens, Mährens, Schlesiens* und *Südostpolens* ist in geschiebekundlicher Hinsicht nicht so schlecht untersucht, wie es auf den ersten Blick erscheint. Das gilt v. a. für Böhmen. Bereits im Jahre 1858 hat JEITELES über nordische Geschiebe bei Opava (Troppau) berichtet. Die moderne Forschung ist v. a. durch die Arbeiten von GÁBA (1970 bis 1988, auch GÁBA & PEK, 1986) geprägt. Der Verfasser hat einen kleinen Beitrag (LÜTTIG 1997) geliefert, v. a. zur Frage der Unterscheidbarkeit von Elster- und Drenthemoränen. Diese ist zweifelsfrei vorhan-

den. Vornehmlich im Ostrava-Gebiet Mährens sollte in dieser Hinsicht vor allem deshalb weiter geforscht werden, weil dort ein Verzahnungsbereich zwischen Bildungen der nordischen und der alpinen Vereisung vorhanden ist (TYRÁČEK 1963). Das ist für die internationale stratigraphische Korrelation von großer Bedeutung.

Interessant ist auch der südöstlichste Fund eines Rhombenporphyrgeschiebes durch den Verfasser bei Mährisch-Ostrau. Die Verbreitung der Rhombenporphyre bedarf ebenfalls vertiefter Untersuchung, da sie die Vorstellungen über die Eisausbreitung stark beeinflusst und geeignet ist, sich gegenwärtig wieder in Richtung der Geschiebestreufächer-Theorien bewegendere Vorstellungen (vgl. SMED 1993 u. a.) zu überprüfen. SCHUDEBEURS (1987) hat dazu wesentliche Vorarbeit geleistet.

In Schlesien – und zwar in Niederschlesien – liegt einer der bemerkenswertesten Sedimentärgeschiebefundpunkte, der durch ROEMER (1861) berühmt gewordene Sadewitzer Kalk. Auch die Untersuchung der Kristallingeschiebe durch LIEBISCH (1874) ist als früher Meilenstein zu nennen. Große wissenschaftsgeschichtliche Bedeutung hat auch das Gebiet der Glatzer Neiße. Dort hat der unvergessene FRIEDRICH ZEUNER 1928 die

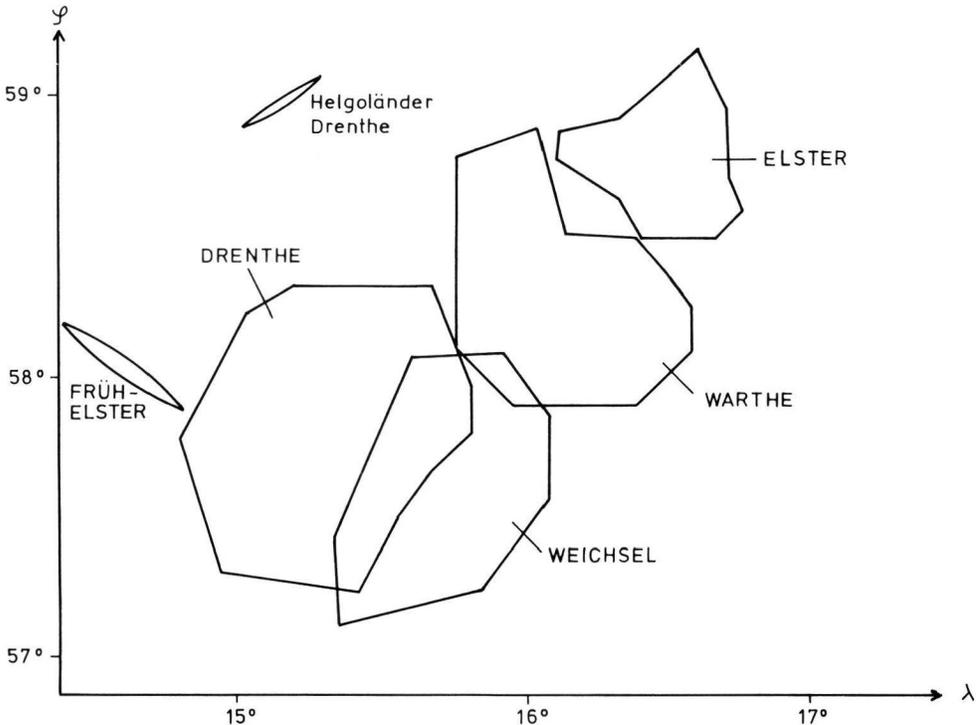


Abb. 7: Nicht zulässige Zusammenfassung der TGZ-Streubereiche für Schleswig-Holstein.
 Fig. 7: TGZ spread for Schleswig-Holstein.

Schotteranalyse wissenschaftlich etabliert. An geschiebekundlichen Arbeiten im übrigen Polen sind v. a. die von KREUTZ & GLOWINSKA (1932), JAROSZEWICZ-KLISZYNASKA (1938 a, b), GLOWINSKA (1939) and DUDZIAK (1961 bis 1988) zu erwähnen. Geschiebestatistische Versuche sind aber auf die Arbeiten von NUNBERG (1971) und BURDIEWICZ & MEYER (1991) beschränkt. Einzelne geschiebekundliche Arbeiten sind darüber hinaus aus Wolhynien (KORN & GAGEL 1918) und dem Dongebiet (TSCHIRWINSKY 1926) zu vermelden, ansonsten ist dieses Gebiet in der infrage stehenden Hinsicht -- wenigstens für den Verfasser -- in Dunkel gehüllt.

9 Schleswig-Holstein

Die Geschiebestatistik findet natürlich einen besonders fruchtbaren Acker in den *Jungmoränen*-gebieten vor. Hier ist in erster Linie *Schleswig-Holstein* zu nennen, ein Gebiet, in welchem nach FORCHHAMMER (1843), MEYN (1871), PETERSEN (1905), J. KORN (1909), V. MILTHERS (1909), W. G. SIMON (1935, 1937), HESEMANN (1935, 1937), K. D. MEYER (1965), G. SCHLÜTER (1978, 1980) und ande-

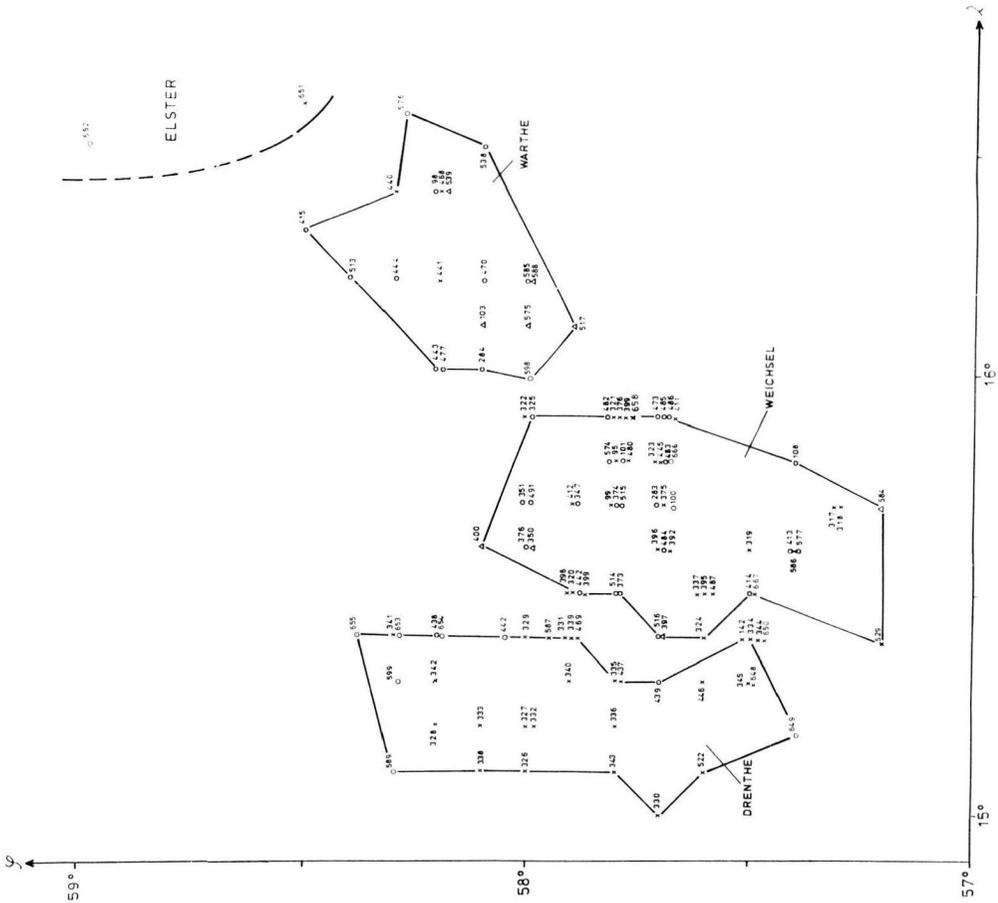
re gewirkt haben. Der Verfasser kann hier inzwischen rund 750 Geschiebezählungen, davon über 650 eigene vorweisen (vgl. auch LÜTTIG 1991). Da über die Ergebnisse an anderer Stelle ausführlich berichtet werden wird, soll hier nur das Wesentliche an Beobachtungen niedergelegt werden.

Würde man die Gesamtheit der Zählungen in einem einzigen Diagramm wiedergeben, was wegen der Größe des Untersuchungsgebietes nicht zulässig ist, erhielte man ein Diagramm ähnlich Abb. 7. Wegen dieser Unzulänglichkeit wurde das Gesamtgebiet in 6 Streifen geteilt, welche annähernd senkrecht zum Verlauf des Weichsel-Eisrandes ausgerichtet sind.

In diesen Teilgebieten sind dann die statistischen Streubereiche besser voneinander getrennt was aus den nur beispielhaft angeführten Diagrammen für die Sektoren

- 6, Lübeck-Lauenburg (Abb. 8),
 - 4, Kiel-Itzehoe und (Abb. 9)
 - 1, Sylt-Flensburg (Abb. 10)
- ersichtlich ist.

Abb. 8: TGZ-Streubereiche für den Sektor Lauenburg-Lübeck.
Fig. 8: TGZ spread for the section of Lauenburg-Lübeck.



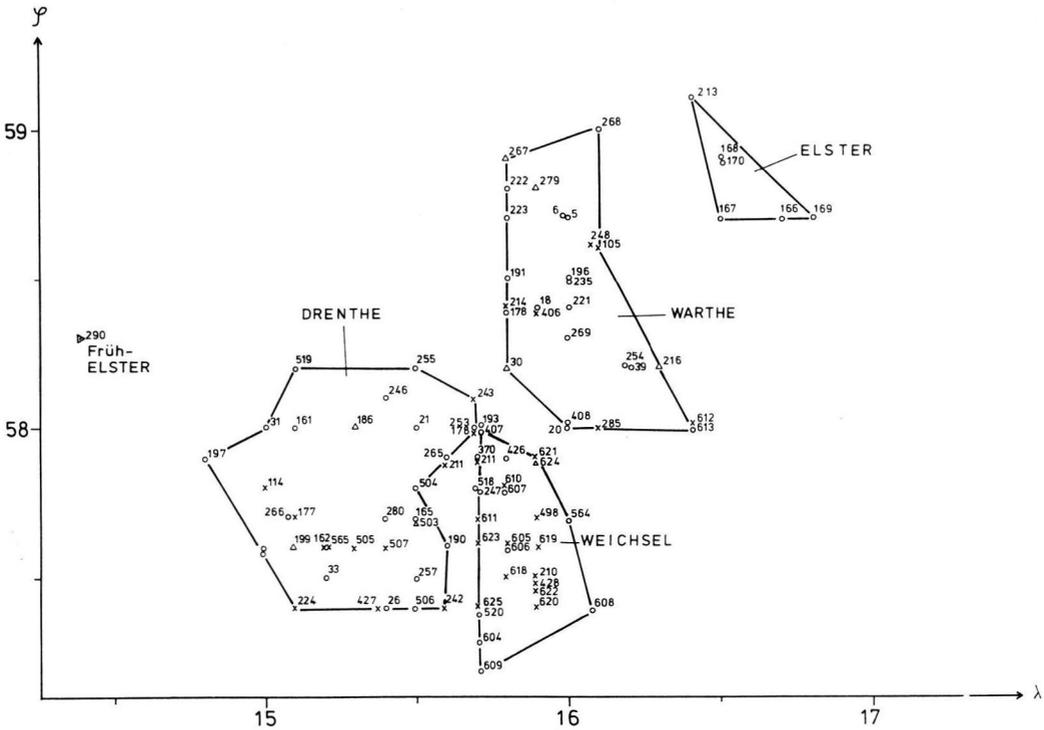


Abb.9: TGZ-Streubereich für den Sektor Kiel-Itzehoe.
 Fig. 9: TGZ spread for the section of Kiel-Itzehoe.

Ohne auf Einzelheiten einzugehen -- auf die in Kürze erscheinende Monographie wird verwiesen --, sei festgehalten, daß eine ganze Reihe von Proben hier biostratigraphisch durch die Lage zu Interlazialschichten „eingehängt“ ist.

Deutlich ist jeweils die Trennung des Drenthe- von dem Warthe-Streubereich zu erkennen. Das Weichsel-Areal grenzt hingegen eng südöstlich an das Drenthe-Gebiet an, was aber geognostisch nicht hinderlich ist, da Weichselmoränen den Verbreitungsbereich von Drenthe-Moränen in Schleswig-Holstein nur lokal berühren, d. h., daß unter Weichsel-Schichten im Bereich der „Baltischen Hauptendmoräne“ nur lokal Drenthe-Aufschuppungen oder -Hochlagen erreicht werden.

Festzuhalten ist hier, daß, durch Kernbohrungen und Aufschlüsse belegt, die nordöstliche Elsterfazies vorkommt, aber auch die offenkundig ältere Elster-West-Fazies vorhanden ist.

10 Mecklenburg

Inzwischen konnte der Verfasser seine Zählungen nach *Mecklenburg* fortsetzen. Über die vor-

läufigen Ergebnisse für Westmecklenburg wurde auf zwei Tagungen der NW-deutschen Geologen bereits berichtet, es liegen aber inzwischen auch etliche Zählungen für den Raum Rostock und Rügen-Greifswald vor.

Das Zwischenergebnis für West-Mecklenburg ist das folgende:

- Die in den Kliffprofilen unter Eem-Interglazial aufgeschlossene Warthe-Grundmoräne zeigt das von N-Niedersachsen und Schleswig-Holstein bekannte, typische ostfennoskandische Bild. Dieser Streubereich kehrt in den südlich außerhalb der Weichsel-Hauptmoräne bekannten und von den mecklenburgischen Kartierern auch so eingestuftes Warthe-Moränen (W. SCHULZ 1967 u. a.) wieder.
- Über dem Eem der Kliffs, v. a. in Klütz-Höved (HECK 1960, A. LUDWIG 1964 a, STRAHL et al. 1994) liegt eine Folge von Geschiebelehmen, deren unterster mit dem südlichsten Weichsel-Endmoränenzug Mecklenburgs geschiebestatistisch korreliert werden kann. Er wird der Frankfurter Phase zugeordnet. Sein TGZ-Streubereich kann von dem der höheren

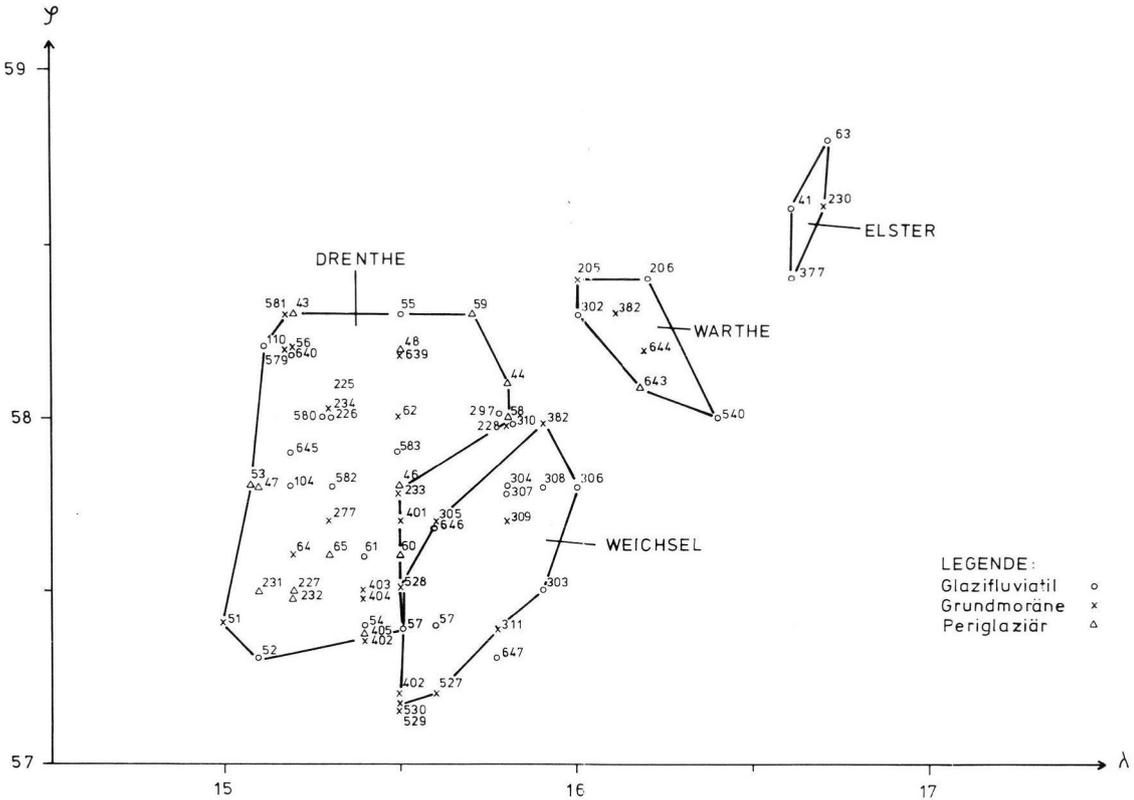


Abb. 10: TGZ-Streubereich für den Sektor Sylt-Flensburg.
 Fig. 10: TGZ spread for the section of Sylt-Flensburg.

Grundmoränen getrennt werden. Letztgenannte Bildungen sind mit den nördlich der Weichsel-Außenmoräne liegenden Endmoränen korrelierbar. Diese werden der Pommer'schen Phase zugeordnet.

- In den höheren Teilen der Kliffs liegende Grundmoränen unterscheiden sich geschiebestatistisch nicht von denen der Pommerschen Phase. Für die Trennung derselben von einer vermuteten (GEINTZ 1894) Mecklenburgischen Phase gibt die Geschiebestatistik, jedenfalls die TGZ-Methode, nichts her.
- Bildungen der Brandenburger Phase, deren Moränen SE von Schwerin unter die Frankfurter Endmoräne in nördlicher Streichrichtung untertauchen (SCHULZ 1967) und noch bei Rerik (LÜTTIG unveröff.) beobachtbar sind, fehlen in W-Mecklenburg und damit auch in Schleswig-Holstein. Geschiebestatistisch ist die Brandenburger Phase von den beiden jüngeren unterscheidbar (vgl. auch HESEMANN, 1939, für Brandenburg, vgl. LÜTTIG 1958).

- Im Bereich der Warthe-Endmoränen kommen in gestauchter Position Drenthe-Bildungen vor, sie sind geschiebestatistisch einwandfrei diagnostizierbar.
- Elster-Bildungen standen dem Verfasser, der seine Arbeiten in Mecklenburg demnächst fortzusetzen gedankt, bisher nicht vor.

11 Brandenburg

Für das Jungmoränengebiet *Brandenburgs* und der nördlich anschließenden Landesteile hat HESEMANN (1939) die grundlegende Vorarbeit, v. a. auch durch seine Arbeit über den Odergletscher (1932), geleistet. Der Verfasser hat 1958 dazu einige zusätzliche Bemerkungen gemacht, die sich auf der Umrechnung der HESEMANN'schen Zählungen berufen. Nach gegenwärtigen Kenntnisstand würde er diese Versuche lediglich als allererste Annäherung an die Problemlösung betrachten. Neue Zählungen sind notwendig und, v. a. im Bereich der westlichen Brandenburger Glaziarstrukturen, geplant.

12 Baltikum, Skandinavien

Aus *Nordpolen* und dem *Baltikum* ist zwar in geschiebekundlicher, nicht aber in geschiebestatistischer Hinsicht einiges an Untersuchungen zu vermelden. In der Geschichte der Geschiebeforschung spielt dieser Raum eine bedeutende Rolle (vgl. z. B. MELLIS 1928, ESKOLA 1933, GAIGALAS & GUDELIS 1965, GUDELIS 1971, VIIDING 1976 u. a.). An die Geschichte der quartärgeologischen Forschung in Ostpreußen muß mit Wehmut und Nachdruck erinnert werden (WREDE 1812, JENTZSCH 1880, FREBOLD 1928, u. a.).

Daß das innere Vereisungsgebiet *Skandinaviens*, in dem ja Bildungen, die älter als Weichsel sind, nur selten anzutreffen sind, weitgehend aus einem anderen als dem norddeutschen Gesichtswinkel geschiebekundlich und geschiebestatistisch untersucht wurde, darf mit besonderer Betonung der hervorragenden Beteiligung vor allem der dänischen Kollegen als Schlußbemerkung angeführt werden. Seit FORCHHAMMER (1843) -- und damit schließt sich der Kreis --, ist eine Fülle hervorragender Beiträge entstanden, von denen nur einige erwähnt werden sollen, z. B. V. MILTHERS (1909, 1933), MADSEN (1928), GRY (1932), K. MILTHERS (1942), GRIP (1953), VIRKKALA (1958), GILLBERG (1965), DONNER (1986, 1989), KÖNIGSSON (1976), SMED (1989, 1997). Das ist aber nur ein Teil der Autoren.

13 Schlußfolgerung und Dank

Es ist keine Übertreibung, wenn diese Ausführungen mit dem Satz beendet werden: Die Geschiebestatistik liefert Beiträge zur Klärung quartärstratigraphischer, geognostischer, geomorphologischer und angewandt-geologischer Fragen, über die man nicht hinwegsehen kann.

Der Verfasser schuldet besonderen Dank Herrn Dr. WERNER SCHULZ, Schwerin, für hilfreiche Hinweise auf „verborgene“, aber wichtige geschiebekundliche Publikationen und Herrn Prof. Dr. K. D. MEYER, Hannover, für sehr willkommene Korrekturvorschläge.

Aus Gründen des beschränkten Druckraumes sind die Probenlisten in Kurzform gefaßt. Auf Wunsch ist der Verfasser gern bereit, Lesern die ausführlichen Listen und, wenn nötig, die Probenzählblätter zur Verfügung zu stellen.

14 Schriftenverzeichnis

AGASSIZ, L.: (1841): Untersuchungen über die Gletscher. - 326 S., Atlas mit 32 Taf., Solothurn 1841.

- BADEN-POWELL, D. F. W.: (1948): Long-distance correlation of boulder clays. - *Nature* **161**, 4086: 287 - 288, London 1948.
- BERNHARDI, A.: (1832): Wie kamen die aus dem Norden stammenden Felsbruchstücke und Geschiebe, welche man in Norddeutschland und den benachbarten Ländern findet, an ihre gegenwärtigen Fundorte? - *Leonh. & Bronns Jb. f. Min., Geogn. usw.* **3**: 257 - 267, Heidelberg 1832.
- BIJLSMA, S. & CLEVERINGA, P.: (1970): Verslag van het kwartair-geologisch onderzoek in de omgeving van Uelsen (Grafschaft Bentheim, Duitsland) in 1970. - *Dipl.-Arb.*, 50 S., Anh., Amsterdam 1970.
- BONNEMA, J. H.: (1898): De sedimentaire zwerfblokken van Kloosterholt (Heiligerlee). - *Versl. kon. Akad. Wet., Afd. Wissen Natuurk.* **6**: 448 - 453, Amsterdam 1898.
- BUCKLAND, W.: (1823): *Reliquae diluvianae or observations on the organic remains contained in caves, fissures, and diluvial gravel,* - 303 S., London (Murray) 1823.
- BURDUKIEWICZ, J. M. & MEYER, K.-D.: (1991): The analysis of erratics from glacial deposits in Trzebnica (Silesia). - *Slask. spraw. Archeol.* **32**: 29 - 42, 2 fig., 1 tab., Wrocław 1991.
- CALKER, F. J. P. v.: (1889): Beiträge zur Heimat-Bestimmung der Groninger Geschiebe. - *Z. dt. geol. Ges.* **41**: 385 - 393, Berlin 1889.
- (1895): Association internationale pour la recherche des erratiques de l'Europe septentrionale. - *Compte-rendu Congr. géol. int. 6^e Session*: 208 - 215, Zürich 1894.
- DONNER, J.: (1986): Weichselian indicator erratics in the Hyvinkää area, southern Finland. - *Ann. Acad. sci. fenn. (A) III*, **140**: 1 - 20, Helsinki 1986.
- DUDZIAK, J.: (1961 a): [Erratic boulders at the boundary of glaciation in the Western Carpathians]. - *Prace geol. Oddz. PAN w. Krakowie* **5**: 1 - 54, Krakow 1961.
- (1988): Polnische Arbeiten über kristalline Geschiebe. - *Geschiebekde. aktuell* **4**, **3**: 81 - 83, Hamburg 1988.
- DUPHORN, K.: (1974): Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter von PAUL WOLDSTEDT. - *3. Aufl.*, 500 S., 91 Abb., 26 Tab., Stuttgart (Koehler) 1974.
- ESKOLA, P.: (1933): Tausend Geschiebe aus Lettland. - *Ann. Acad. sci. fenn. (A)*, **39**, 5: 1 - 41, Helsinki 1933.
- FABER, F. J.: (1950): Glaciale Schollen in Nederland. - *Sporen der Ijstijd, Publ. 8 nederl. geol. Ver.*: 50 - 54, Zutphen 1950.
- (1960): Aanvullende hoofstukken over de geologie van Nederland. - *Deel IV*, 607 S., Gorinchem (Noorduijn) 1960.
- FORCHHAMMER, G. J.: (1843): Ueber Geschiebebildungen und Diluvialschrammen in Dänemark und einem Theile von Schweden. - In: [POGGENDORF, J. C.]: *Ann. Phys. Chem. (2)* **28**: 609 - 646, Leipzig 1843.

- GABA, Z.: (1970): Bemerkung zur Terminologie der Erratiken. - *Acta Mus. sil. (A)* **19**: 145 - 147, Opava 1970.
- (1988): Nordische kristalline Geschiebe auch im Donau-Flußgebiet. - *Geschiebekde. aktuell* **4**, 2: 47 - 48, Hamburg 1988.
- GABA, Z. & PEK, I.: (1986): Geschiebeforschung in der Tschechoslowakei. - *Geschiebekde. aktuell* **2**, 2: 23 - 25, Hamburg 1986.
- GAIGALAS, A. & GUDELIS, V.: (1965): [Erratische Geschiebe stadialer Bildungen der letzten Vereisung im südlichen Baltikum und die Dynamik des Inlandeises]. - *Baltica* **2**: 213 - 232, Vilnius 1965.
- GEIKIE, A.: (1863): On the phenomena of the glacial drift of Scotland. - *Transact. geol. Soc. Glasgow* **1**, 2: I - VII, 1 - 190, Glasgow 1863
- GEINITZ, E.: (1894 a): Die Endmoränen Mecklenburgs. - *Mitt. großherz. mecklenb. geol. L.A.* **4**: 1 - 36, 9 Taf., 1 Kte., Rostock 1894.
- GILLBERG, M.: (1965): A statistical study of till from Sweden. - *Geol. Fören. Stockholm Förh.* **87**, 1: 84 - 108, Stockholm 1965.
- GLOWINSKA, A.: (1939): [Geschiebe aus der Umgebung von Lubliniec] - *Prace Oddz. Przyr. Mus. Slask* **1**: 175 - 212, Katowice 1939.
- GRIP, E.: (1953): Tracing of glacial Boulders as an aid to Ore Prospecting. - *Econ. Geol.* **48**: 715 - 725, 6 Abb., New York 1953.
- GROETZNER, J. P.: (1972): Geschiebeführung und Stratigraphie saaleiszeitlicher Ablagerungen (Pleistozän) im Südwestteil des Uelzener Beckens (Nordost-Niedersachsen). - *Mitt. geol. Inst. techn. Univ. Hannover* **11**: 76 S, 20 Abb., 7 Tab., 2 Taf., Hannover 1972
- GRÜGER, E.: (1968): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an cromerzeitlichen Ablagerungen im nördlichen Randgebiet der deutschen Mittelgebirge. - *Eisz. & Gegenw.* **18**: 204 - 235, 3 Abb., 5 Taf., Öhringen/Württ. 15.2.1968.
- GRY, H.: (1932): Undersögelser over Ledeblokke i Skaane. - *Meddel. dansk. geol. Foren.* **8**: 143 - 166, Kopenhagen 1932.
- [GUDELIS, V.]: (1971): Crystalline indicator boulders in the East Baltic area. - 95 S., 16 Taf., Wilna 1971 (Minbis).
- HAUSMANN, J. F. L.: (1831): Verhandeling over den oorsprong der Graniet en andere primitive Rotsblokken, die over de vlakten der Nederlanden en van het Noordelijk Duitschland verspreid liggen. - *Nat. Verh. holl. Maatsch. Wetensch. Haarlem* **19**: 271 - 400, Haarlem 1831.
- HECK, H.-L.: (1960 b): Frühwürm im Kliffprofil des Klein-Klütz-Höved (Lübecker Bucht). - *Geol.* **9**, 7: 788 - 798, Berlin 1960.
- HESEMANN, J.: (1930 b): Statistische Geschiebeuntersuchungen. - *Z. Geschiebef.* **6**: 158 - 162, Berlin 1930.
- (1932 b): Zur Geschiebeführung und Geologie des Odergletschers. I. Äußere Rosenthaler und Velgester Randlage. - *Jb. preuß. geol. L.A.* **53**: 70 - 84, 1 Taf., Berlin 1932.
- (1935 a): Neue Ergebnisse der Geschiebeforschung im norddeutschen Diluvium (Kristalline Geschiebe). - *Geol. Rdsch.* **26**: 186 - 198, Berlin 1935.
- (1939 a): Diluvialstratigraphische Geschiebeuntersuchungen zwischen Elbe und Rhein. - *Abh. nat. Ver. Bremen* **31**, 2: 247 - 285, Bremen 1939.
- (1939 c): Geschiebeuntersuchungen zwischen Pommerschem und Warthe-Stadium in der mittleren Mark Brandenburg. - *Jb. preuß. geol. L. A.* **59**: 45 - 54, Berlin 1939.
- (1956): Elster- und Saale-Eiszeit in Westfalen und anschließendem Rheinland nach ihrer Geschiebeführung. - *N. Jb. Geol. Pal., Mh.* **1956**: 49 - 54, Stuttgart, März 1956.
- (1961): Geschiebeforschung im Rück- und Ausblick. - *Ber. geol. Ges. dt. dem. Rep.* **5**: 191 - 205, 8 Abb., Berlin 1961 (1960):
- HÖFLE, H.-C.: (1983): Strukturmessungen und Geschiebeanalysen an eiszeitlichen Ablagerungen auf der Osterholz-Scharmbecker Geest. - *Abh. naturw. Ver. Bremen* **40**: 39 - 53, 11 Abb., 2 Tab., Bremen 1983.
- HOFFMANN, K. & MEYER, K.-D.: (1997): Leitgeschiebezählungen von elster- und saalezeitlichen Ablagerungen aus Sachsen, Sachsen-Anhalt und dem östlichen Niedersachsen. - *Leipziger Geowiss.* **5**: 115 - 128, 7 Abb., 3 Tab., Leipzig 1997.
- HUCKE, K.: (1917): Die Sedimentärgeschiebe des norddeutschen Flachlandes. - 195 S., 30 Abb., 37 Taf., Leipzig (Quelle & Meyer) 1917.
- & VOIGT, E.: (1967): Einführung in die Geschiebeforschung. - 132 S., 50 Taf., 5 Tab., 2 Karten, 24 Abb., Oldenzaal (Nederl. Geol. Veren.) 1967.
- JAMIESON, T. F.: (1862): On the ice-worn rocks of Scotland. - *Quatern. J. geol. Soc. London* **18**: 164 - 184, London 1862.
- (1865): On the history of the last geological changes in Scotland. - *Quatern. J. geol. Soc. London* **21**: 161 - 203, London 1865.
- JAROSZEWICZ-KLISZYŃSKA, A.: (1938 a): [Sur les dépôts glaciaires de Lysa Gora près Wilno]. - *Starunia* **15**: 1 - 48, Kraków 1938.
- (1938 b): [Résultats de recherches pétrographiques d'essai sur les moraines du centre et du nord de la Pologne]. - *Starunia* **15**: 47 - 64, Kraków 1938.
- JETTELES, L. H.: (1858): Mitteilungen an Geheimrat von Leonhard gerichtet. - *N. Jb. Min. Geogn. etc.* **1858**: 546 - 548, 809 - 811, Stuttgart 1858.
- JENTSCH, A.: (1880): Übersicht der silurischen Geschiebe Ost- und Westpreußens. - *Z. dt. geol. Ges.* **32**: 623 - 630, Berlin 1880.
- KALTWANG, J.: (1992): Die pleistozäne Vereisungsgrenze im südlichen Niedersachsen und im östlichen Westfalen. *Mitt. geol. Inst. Univ. Hannover* **33**: 1 - 161, 7 Abb., 38 Tab., 49 Ktn., Hannover 1992.
- KÖNIGSSON, L.-K.: (1976): Palaeozoic limestone boulders in glaciofluvial material west of the Cambro-Ordovician area in south-eastern Sweden. - *Geol. Fören. Stockh. Förh.* **98**: 286 - 288, Stockholm 1976.
- KORN, J.: (1927): Die wichtigsten Leitgeschiebe der nordischen kristallinen Gesteine im norddeutschen

- Flachlande. - 64 S., 14 Taf., Berlin (Preuß. Geol. L. A.) 1927.
- & GAGEL, C.: (1918): Der Geschiebeinhalt des wölnischen Diluviums. - Z. dt. geol. Ges. **70**: 83 - 94, Berlin 1918.
- KREUTZ, S. & GLOWINSKA, A.: (1932): [Die polnischen Geschiebe.] - Roczn. pol. Tow. Geol. **8**: 219 - 221, Kraków 1932.
- KRUIZINGA, P.: (1944): Het probleem van de noordelijke eratica en van het aantal pleistocene landsjbedekkingen voor ons land. - Verh. geol.-mijnb. Gen. geol. Ser. **14**: 289 - 303, 's-Gravenhage 1944.
- (1950): Zwerfstenen en zwerfsteentellingen. Sporen der Ijstijd. - Ned. geol. Ver. Publ. **8**: 55 - 63, Zutphen 1955.
- LIEBISCH, T.: (1874): Über die in Form von Diluvialgeschieben in Schlesien vorkommenden massigen nordischen Gesteine. - Inaug. Diss., Breslau 1874.
- LIJN, P. v. D.: (1923): Het Keienboek. - 260 S., 174 Abb., Zutphen (Thieme & Cie.) 1923.
- (1932): Die Ergebnisse einer quantitativen Geschiebestimmung bei Amersvoort (Niederlande). - Z. Geschiebef. **8**: 179 - 184, Leipzig 1932.
- LOOK, E.-R.: (1968 a): Geologisch-stratigraphische Untersuchungen in Sedimenten der Elster- und Saale-Eiszeit (Pleistozän) am Elm, östlich von Braunschweig. - Mitt. geol. Inst. techn. Hochsch. Hannover **6**: 1 - 108, 18 Abb., 4 Tab., 27 Taf., Hannover 1968.
- LUDWIG, A. D.: (1964 a): Stratigraphische Untersuchung des Pleistozäns der Ostseeküste von der Lübecker Bucht bis Rügen. - Geol. Beih. **42**: 1 - 143, 55 Abb., 16 Tab., Berlin 1964.
- LÜTTIG, G.: (1952): Alt- und mittelpleistozäne Eisrandlagen zwischen Harz und Weser. - Inaug. Diss., Göttingen 1952. - Geol. Jb. **70**: 43 - 125, Hannover 1954.
- (1955): Die Ostrakoden des Interglazials von Elze. - Paläont. Z. **29**: 144 - 169, Stuttgart 1955.
- (1957): Geschiebezählungen als Hilfsmittel für die Erforschung des Eiszeitalters und seiner wirtschaftlich wichtigen Lagerstätten. - Die Umschau **57**: 403 - 405, Frankfurt a. M. 1957.
- (1958 a): Methodische Fragen der Geschiebeforschung. - Geol. Jb. **75**: 361 - 418, Hannover 9. 1958.
- (1958 b): Heisterbergphase und Vollgliederung des Drenthe-Stadiums. - Geol. Jb. **75**: 419 - 430, 6 Abb., 1 Tab., Hannover 1958.
- (1960): Neue Ergebnisse quartärgeologischer Forschung im Raume Alfeld - Hameln - Elze. - Geol. Jb. **77**: 337 - 390, 3 Taf., 11 Abb., 5 Tab., Hannover 1960.
- (1961): Neue Interglazialvorkommen bei Liebenau a. d. Weser. - Geol. Jb. **78**: 173 - 198, 6 Abb., 1 Tab., Hannover 6. 1961.
- (1991): Erratic boulder statistics as a stratigraphic aid -- Examples from Schleswig-Holstein. - Newsl. Stratigr. **25**, 2: 61 - 74, 6 Fig., Berlin + Stuttgart 1991.
- (1997): Beitrag zur Geschiebeforschung in Böhmen und Mähren. - Geschiebekde. aktuell **13**, **2**: 43 - 46, 2 Abb., Hamburg 1997.
- (1997): Das geröllanalytisch-morphometrische Psammit-Psephit-Diagramm. - Leipziger Geowiss. **5**: 9 - 23, 6 Abb., Leipzig 1997.
- Ergebnisse geschiebestatistischer Untersuchungen im Pleistozän Schleswig-Holsteins. - In Vorbereitung.
- & MAARLEVELD, G. C.: (1961): Nordische Geschiebe in Ablagerungen prä Holstein in den Niederlanden (Komplex von Hattem). - Geol. en Mijnb. **40**: 163 - 174, 's Gravenhage 1961.
- (1962): Über altpleistozäne Kiese in der Veluwe. - Eisz. & Gegenw. **13**: 231 - 237, Öhringen/Württ. 1962.
- LYELL, CH.: (1833): Principles of Geology. - **3**: 1 - 398, Appendix 1 - 109, Taf., London 1833.
- (1840): On the Boulder Formation, or Drift and associated Freshwater Deposits composing the Mud-cliffs of Eastern Norfolk. - London & Edinb. phil. Magaz. & Journ. Sci. **16**: 340 - 380, London 1840.
- MADSEN, V.: (1893): Scandinavian boulders at Cromer. - Quatern. Journ. geol. Soc. **49**: 94 - 116, London 1893.
- et al.: (1928): Übersicht über die Geologie von Dänemark. - Danm. geol. Unders.(V) **4**: 1 - 225, Kopenhagen 1928.
- MARCZINSKI, R.: (1968 a): Zur Geschiebekunde und Stratigraphie des Saaleglazials (Pleistozän) im nördlichen Niedersachsen zwischen Unterweser und Unterelbe. - Rotenb. Schr. Sonderh. **11**: 1 - 132, 22 Abb., 19 Tab., Rotenburg/Hann. 1968.
- MARTIN, K.: (1878 b): Niederländische und nordwestdeutsche Sedimentärgeschiebe, ihre Übereinstimmung, gemeinschaftliche Herkunft und Petrefacten. - 104 S., 3 Taf., Leiden (Brill) 1878.
- MELLIS, O.: (1928): Über das Vorkommen von Helsinkitgeschieben in Lettland. - Z. Geschiebef. **4**: 145 - 150, Berlin 1928.
- MEYER, K.-D.: (1965 b): Das Pleistozän im Gebiet Lauenburg/Elbe unter besonderer Berücksichtigung des Elbsteiluferprofils. - 48 S., Anh., wiss. Arb. 2. Staatsex., Hannover 1965.
- (1970): Zur Geschiebeführung des ostfriesisch-oldeburgerischen Geestrückens. - Abh. naturw. Ver. Bremen **37**: 227 - 246, 4 Abb., 1 Tab., Bremen 1970.
- (1987): Ground and end moraines in Lower Saxony. - In: [MEER, J. J. M. v.d.]: Tills and Glaciotectonics: 197 - 204, Rotterdam + Brookfield (Balkema) 1987.
- (1988): Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25 000. Erläuterungen zu Blatt Nr. 3609 Schüttorf. - 111 S., 13 Abb., 6 Tab., 8 Ktn., Hannover 1988.
- (1993): Rhombenporphyre an Englands und Schottlands Ostküste. - Der Geschiebesammler **26**, 1: 9 - 17, Wankendorf 1993.
- (1998): Geschiebekundlich-stratigraphische Untersuchungen in der südlichen Lüneburger Heide. - Mitt. geol. Inst. Univ. Hannover, **38**: 179 - 189, 2 Abb., 1 Tab., Hannover 1998.
- & TÜXEN, J.: (1986): Zur geologischen Entwicklung der Papenburger Landschaft. - In: [MOHRMANN, W.-

- D.J.: Geschichte der Stadt Papenburg: 19 - 33, 3 Abb., Papenburg (Verl. d. Stadt) 1986.
- MEYN, L.: (1871): Über geborstene und zerspaltene Geschiebe. - Z. dt. geol. Ges. **23**: 399 - 411, Berlin 1871.
- MILTHERS, K.: (1942): Ledeblokke og Landskabsformer in Danmark. - Danm. geol. Unders. (II) 69, København 1942.
- MILTHERS, V.: (1909): Scandinavian Indicator-Boulders in the Quaternary Deposits. - Danm. geol. Unders. (II) **23**: 1 - 193, København 1909.
- (1933): Leitgeschiebe auf Gotland und Gotska Sandön sowie die Heimat der Ostseeporphyre. - Geol. För. Stockholm. Förh. **55**, 1: 19 - 28, Stockholm 1933.
- NUNBERG, J.: (1971): [An application of statistical methods to the investigation of fennoscandian erratic boulder associations from the glacial deposits of the north-eastern Poland] (in Polnisch). - Stud. geol. poln. **37**: 1 - 103, Warszawa 1971.
- PETERSEN, J.: (1905): Die kristallinen Geschiebe des ältesten Diluviums auf Sylt. - Z. dt. geol. Ges. **57**: 276 - 290, Berlin 1905.
- PREMISTER, J.: (1926): The Distribution of skandinavian Boulders in Britain. - Geol. Magaz. **63**: 433 - 454, London 1926.
- RICHTER, E., BAUDENBACHER, R. & EISSMANN, L.: (1986): Die Eiszeitgeschiebe in der Umgebung von Leipzig. - Altenb. naturwiss. Forsch. **3**: 1 - 135, Altenburg 1986.
- RICHTER, K.: (1933): Gefüge und Zusammensetzung des norddeutschen Jungmoränengebietes. - Abh. geol. paläont. Inst. Greifswald **11**: Greifswald 1933.
- (1962): Geschiebekundliche Gliederung der Elster-Eiszeit in Niedersachsen. - Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg **31**: 309 - 343, Hamburg 1962.
- ROEMER, F.: (1857): Über holländische Diluvialgeschiebe. - N. Jb. Miner. Geol. Geogn. **1857**: 385 - 392, Stuttgart 1857.
- (1861): Die fossile Fauna der silurischen Diluvial-Geschiebe von Sadewitz bei Oels in Nieder-Schlesien. - 81 S., 6 Taf., Breslau (Nischkowsky) 1861.
- SCHALLREUTER, R.: (1998 a): Klastenforschung unter besonderer Berücksichtigung der Geschiebeforschung. - Arch. Geschiebekde. **2**, 5: 267 - 322, 2 Taf., 28 Abb., 1 Tab., Hamburg 1998.
- SCHLÜTER, G.: (1978): Geschiebezählungen im Altmoränengebiet Schleswig-Holsteins. - Der Geschiebesammler 12: 3 - 12, Hamburg 1978.
- (1980): Geschiebezählungen im südlichen Geestgebiet Dithmarschens. - Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst. **50**: 57 - 69, 3 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Kiel 1980.
- SCHROEDER, H. & STOLLER, J.: (1905): Marine und Süßwasser-Ablagerungen im Diluvium von Uetersen-Schulau. Vorläufige Mitteilung. - Jb. preuß. Geol. L. A. **26**: 96 - 102, Berlin 1905 (1900).
- (1909): Diluviale marine und Süßwasser-Schichten bei Uetersen-Schulau. - Jb. preuß. geol. L. A. **27**: 455 - 528, 4 Abb., 3 Taf., Berlin 1909.
- SCHROEDER v. D. KOLK, J. L. C.: (1891): Bijdrage tot de kennis der verspreiding onzer kristallijne zwerfelingen. - Proefschrift, Leiden 1891.
- SCHUDDÉBEURS, A. P.: (1949): Vier Gesteentellingen van Utrecht in de Veluwe. - Publ. nederl. geol. Ver. **6**: 153 - 157, Maastricht 1949.
- (1966): Het zwerfsteengezelschap van Noordbroek en de telmethode von Prof. Dr. Jr. E. J. FABER. - Grondboor en Hamer 1966, **3**: 156 - 165, Enschede 1966.
- (1980): Die Geschiebe im Pleistozän der Niederlande. - Der Geschiebesammler **13**, 3/4: 163 - 178, Hamburg 1980.
- (1981): Results of counts of Fennoscandinavian erratics in the Netherlands. - Meded. Rijks geol. Dienst **34**, 3: 10 - 14, Haarlem 1981.
- (1987): De verspreiding over Europa van gidsgesteenten uit het Oslogebied en begeleidende zwerfstenen. - Grondboor en Hamer **41**, 5: 114 - 142, 29 Fig., 7 Tab., Enschede 1987.
- SCHULL, P. D.: (1830): Over de steenen en keijen op de Nederlandsche heidelanden. - Bijdr. tot de natuurk. Wetensch. **5**, 1: 11 - 21, Amsterdam 1830.
- SCHULZ, W.: (1967 d): Abriß der Quartärstratigraphie Mecklenburgs. - Arch. Freunde Naturgesch. Mecklenb. **13**: 99 - 119, Rostock 1967.
- SERAPHIM, E. TH.: (1979): Zur Inlandvereisung der Westfälischen Bucht im Saale - (Riß-) - Glazial. - Münster. Forsch. Geol. Paläont. **47**: 1 - 51, 1 Abb., 2 Tab., Münster 1979.
- SICKENBERG, O.: (1962): Die Säugetierreste aus den elstereiszeitlichen Kiesen von Bornhausen am Harz. - Geol. Jb. **79**: 707 - 736, 4 Taf. Hannover 1962.
- SIMON, W. G.: (1935): Geschiebezählung und Endmoränenlagen in Holstein. - Z. t. geol. Ges. **87**: 127, Berlin 1935.
- SMED, P.: (1989): Sten i det danske landskab. - 2. Udgave, 181 S., Brenderup (Geografforlaget) 1989.
- (1993): Indicator studies: a critical review and an new data-presentation method. - Bull. geol. Soc. Denmark **40**: 332 - 340, Copenhagen 1993.
- (1997): Kommentare zu Leitgeschiebemethoden. - Arch. Geschiebekde. **2**, 3: 141 - 145, 3 Abb., Hamburg 1997.
- STRAHL, J. et aliae: (1994): Eine Neubearbeitung der eem- und frühweichselzeitlichen Abfolge am Klein Klütz Höved, Mecklenburger Bucht. - Eisz. & Geogn. **44**: 62 - 78, 5 Abb., Hannover 1994.
- TRECHMAN, Ch. T.: (1915): The Scandinavian Drift of the Durham Coast and the General Glaciology of South-East Durham. - Quatern. J. **71**: 53 - 80, 1 pl., London 1915.
- TSCHIRWINSKY, P.: (1926): Petrographische Untersuchung der Diluvialgeschiebe des Dongebietes. - Z. Geschiebeforsch. **2**: 128 - 140, 148 - 152, 2 Tab., Leipzig 1926.
- TYRÁČEK, J.: (1963): On the problem of parallelization of the continental and the alpine glaciation in the territory of Czechoslovakia. - Rep. 6th intern. Quatern.

- Assoc. Congr. Warsaw 1961, **3**: 375 - 384, Lodz 1963.
- VIIDING, H.: (1976): [Collection of data on large erratic boulders in the Estonian SSR]. - In: [VIIDING, H.]: Eesti NSV Maapõue Kaitsest: 148 - 161, Tallinn 1976.
- VINX, R., GRUBE, A., & GRUBE, F.: (1997): Vergleichende Lithologie, Geschiebeführung und Geochemie eines Prä-Elster-I-Tills von Lieth bei Elmshorn. - Leipz. Geowiss. 5: 83 - 103, 4 Abb., 2 Tab, Leipzig 1997.
- VIRKKALA, K.: (1958): Stone counts in the esker of Hämeenlinna, southern Finland. - Bull. Comm. géol. Finl. **180**: 87 - 103, Helsinki 1958.
- WAARD, D. DE: (1944): Bijdrage tot de kennis van de zwerfsteengesellschaften in het glaciale Diluvium in Nederland. - Geol. en Mijnb. n. S. **6**: 12 - 13, Amsterdam 1944.
- (1955): Glacigeen Pleistoceen, een geologisch detailonderzoek in Urkerland (Noordoostpolder). - Verh. kon. nederl. geol.-mijnbouw. Genoots., geol. Ser. **15**: 70 - 246, s Gravenhage 1955.
- WANSA, ST.: (1994): Zur Lithologie und Genese der Elster-Grundmoränen und der Haupt-Drenthe-Grundmoränen im westlichen Elbe-Weser-Dreieck. - Mitt. geol. Inst. Univ. Hannover **34**, 77 S., 27 Abb., 5 Tab., 31 Taf., Hannover 1994.
- WOLDSTEDT, P.: (1935): Geologisch-morphologische Karte des norddeutschen Vereisungsgebietes 1:500 000. - Berlin (Preuß. geol. L. A.) 1935.
- (1958): Das Eiszeitalter. Grundlinien einer Geologie des Quartärs. - 2. Aufl. 2: I - VIII, 1 - 438, 1 Taf., 125 Abb., 24 Tab., Stuttgart 1958.
- WREDE, E. FR.: (1812): Mineralogisch-geognostische Bemerkungen über die ostpreussische Provinz Samland. - Königsb. Arch. Naturw. Mathem. **1**: 41 - 87, Königsberg 1812.
- ZANDSTRA, J. G.: (1971): Keileem en zwerfstenen in de Zuidwesthoek von Friesland. - It Beaken **33**, 1: 13 - 51, 20 Abb., 1971.
- (1983): A new subdivision of crystalline fennoscandian erratic pebble assemblages (Saalian) in the Central Netherlands. - Geol. Mijnb. **62**: 455 - 469, s Gravenhage 1983.
- (1988): Noordelijke kristallijne gidsgesteenten. - 469 S., 16 Taf., 1 Kte., Leiden etc. (Brill) 1988.
- (1992): Geschiebezählungen und Vereisungsgeschichte der Westfälischen Bucht im Quartär. - Kurzfass. Exkursionsf. 59. Tagg. Arbeitsgem. nordwestdt. Geol. Essen 1992: 6 - 7, Krefeld 1992.
- ZEUNER, FR.: (1928): Diluvialstratigraphie und Diluvialtektonik im Gebiet der Glatzer Neiße. - Inaug. Diss., 72 S., Breslau 1928.

Manuskript eingegangen am 16. November 1998