

DE VERSPREIDING OVER EUROPA VAN GIDSGESTEENTEN UIT HET OSLOGEBIED EN BEGELEIDENDE ZWERFSTENEN

A.P. Schuddebeurs*



Fig. 1: Rhombenporfier, Verweringsvlak 14x20 cm. Sillênstede, Ostfriesland. (Alle in dit artikel afgebeelde gesteenten horen tot de verzameling van de schrijver).

INLEIDING

Kristallijne zwerfstenen uit het Perm van het Oslogebied staan sinds lang in de bijzondere belangstelling van beroeps- en amateur-geologen. Het minst zeldzame type uit deze groep, de rhombenporfier (fig. 1 en 2) is meestal gemakkelijk te onderscheiden van de overige zwerfstenen. Die eigenschap maakt dat de rhombenporfieren tot de duidelijkste gidsgesteenten gerekend worden. De Noor HELLAND (1879), die in 1878 Maarn in de provincie Utrecht bezocht, was de eerste die in de zandafgraving aldaar welbewust naar rhombenporfieren zocht, zij het vergeefs, wat hij zeer betreurde. Ook tussen de vele rapa-

kiwis in Groningen zoch HELLAND vergeefs, maar op het eiland Urk vond hij er tenslotte een. Het begrip "gidsgesteente" was hem dus duidelijk, hoewel die term nog niet bestond, want dat woord ontmoeten we het eerst bij RÖRDAM (1893).

Een eeuw na HELLAND dichtte een andere Noor, namelijk MANGERUD (1980), een klaaglied over het verlies van de vele mooie rhombenporfieren die zijn vaderland moesten verlaten. Enkele coupletten van Mangerud's gedicht wil ik de lezer niet onthouden:

*My boulders are over the ocean
Conveyed in a glacial train,
And when this had lost all its motion
It dumped them in dirty moraine.
Bring back, bring back, oh bring
back my boulders to me, to me,
Bring back,.....to me.*

* Dennenlaan 2, 9331 CK Norg

*Rhomb-porphyrries went in the Elster,
Then Saale came into the game
And stole all the granits with feldspar,
And Weichsel exactly the same.
Bring back, bring back, oh bring
back my granites to me, to me....*

*If the ice had decided to go slow,
Then everything might have been fine,
It would not have picked up poor Oslo
And spread it all over Holstein.
Bring back, bring back, oh bring
back my Oslo to me, to me....*

*So Stremme and Menke, I'm grateful
For having seen all your fine tills.
Next year I shall take back a plate full
Of boulders to put on my hills.
Take back, take back, yes take back
my boulders with me, with me....*

De melodie, waarop dit lied gezongen kan worden, zal ieder bekend zijn.

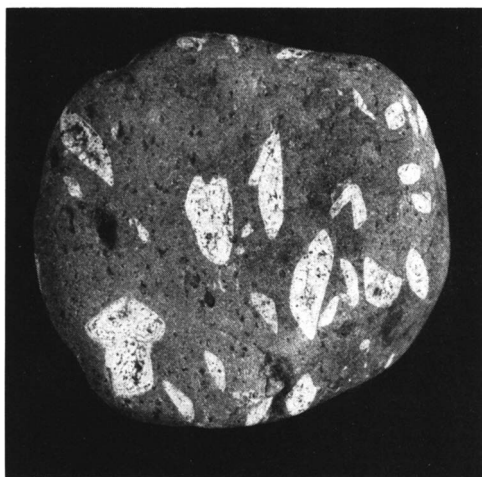


Fig. 2: Rhombenporfier. Verweringsvlak 7x10 cm. Naast spitsrhombische eersteelingen ook enkele zwaluwstaartvormige Karlsbader tweelingen. Werpeloh, Hümmling.

BOESCHOTEN (in VAN DER LIJN 1973) rekent de rhombenporfieren terecht tot onze allermooiste zwerfstenen die, hoewel schaars, door ieder gevonden kunnen worden die zich enige moeite wil getroosten. Het feit dat ze zeldzaam zijn maakt hen voor verzamelaars nog attractiever. Wie in Nederland zijn of haar eerste rhombenporfier vond zal waarschijnlijk lang moeten zoeken voor het tweede exemplaar naast het eerste gelegd kan worden. De minder geduldigen reizen naar Werpeloh of Fresenburg in de

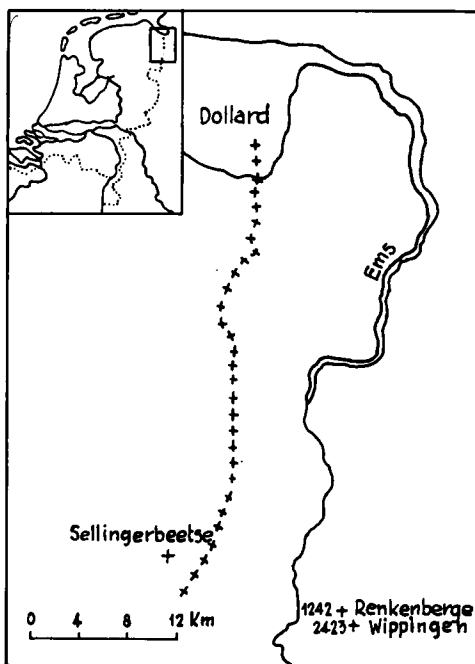


Fig. 3: Locaties van zwerfsteentellingen bij Renkenberge en Wipplingen. Zie voorts Tabel I.

Hümmling waar de voorraad, zelfs na 30 jaar exploitatie van de groeven, niet uitgeput is. Ook in enkele zandzuigerijen in Ostfriesland waren ze jarenlang overvloedig te vinden (SCHUDEBEURS 1967, MEYER 1970), maar de laatste jaren veel minder.

In de sinds tientallen jaren geëxploiteerde zandgroeve bij Wipplingen aan de Westrand van de Hümmling heeft de schrijver af en toe rhombenporfieren gevonden, maar hij vond tot voor kort niet voldoende materiaal om een betrouwbare zwerfsteentelling te kunnen doen. Maar sinds de firma Jansen deze en andere groeven in de omgeving exploiteert komen grote hoeveelheden stenen boven. In wat mindere mate geldt dit ook voor de zandzuigerij bij Renkenberge (zie kaartje, fig. 3). In 1985 en 1986 werden op beide plaatsen zwerfsteentellingen verricht.

De hier gevonden zwerfsteengezelschappen komen door het grote aantal zwerfstenen uit het Oslogebied in principe overeen met die van Werpeloh en Fresenburg (SCHUDEBEURS 1959) en Ostfriesland (SCHUDEBEURS 1967, MEYER 1970). Tabel I toont de bereikte resultaten. Over de methodiek van het zwerfstenen tellen wordt op blz. 133 geïnformeerd.

Afgezien van de meeste rhombenporfieren en larvikieten (fig. 4 en 5), zijn veel typen van de Noorse gidsgesteenten niet gemakkelijk herken-

Tabel I Kristallijne gidsgesteenten

Plaatsnaam en Hesemann-formule	Renkenberge 1242	Wipplingen 2423
Gidsgesteenten		
Groep I		
Åland rapakiwi	5	5
Åland (apliet-) graniet	3	13
Åland granofier	2	8
Åland granietporfier	1	4
Åland kwartsporfier	1	-
Monzonietische randfaciës van rapakiwi	1	-
Ragunda graniet	1	1
Gedeform. Rätangraniet	-	1
Totaal groep I	14 = 14,9%	28 = 15,9%
Groep II		
Arnö graniet	1	-
Uppland graniet, diverse	2	-
Stockholm graniet	4	2
Garberg graniet	-	1
Siljan graniet	-	1
Dalarna graniet, diverse	1	-
Bredvad porfier	4	25
Heden porfier	-	1
Källberg porfier	1	1
Särna porfier	2	-
Elfdalenporfier, diverse	-	2
Overige Dalarna, porfier	1	15
Grönklitt porfiriet	2	11
Venjan porfiriet	1	3
Digerberg tuf(fiet)	2	1
Bruine Oostzee kwartsporfier	2	-
Totaal groep II	23 = 24,5%	63 = 35,8%
Groep III		
Filipstad graniet	2	-
Småland graniet, diverse	25	16
Småland graniet, diverse	6	7
Bohuslän graniet	-	1
Bazalt	4	3
Bornholm streep graniet	3	-
Bornholm graniet, diverse	2	2
Totaal groep III	42 = 44,7%	29 = 16,4%
Groep IV		
Larvikiet	-	2
Essexiet	1	-
Ditroiet	1	-
Nordmarkiet	-	3
Drammengranietporfier	-	3
Drammen, rhyoliet	-	2
Rhombenporfier	9	35
Rhombenporfier conglomeraat	-	1
Rhombenporfier agglomeraat	1	-
Groerudiet	-	1
Nordmarkiet-halfporfier	-	1
Olsosyeniet, diverse	-	4
Olso vulkaniet, diverse	3	4
Totaal groep IV	15 = 15,9%	56 = 31,8%
Totaal gidsgesteenten	94	176



Fig. 4: Larvikiet. Breukvlak 8x5,5 cm. De witte verweringskorst is 3 à 4 mm dik. Op de breuk blauwspiegelende anorthoklaas veldspaten (15 - 30% orthoklaas, 60 - 70% albiet en 15 - 20% anorthiet), zwarte nesten van augiet, barkevikietische hoornblende en lepidomelaan. Surwold, Hümmling.

Fig. 5: Larvikiet. Verweringsvlak 10x7 cm. Langgerekte rhombische veldspaten evenwijdig aan elkaar, waartussen zwarte slierten, geven het gesteente een enigszins schisteus uiterlijk, Werpeloh.

✓



baar. Voldoende zekerheid bij de determinatie kon bereikt worden door vergelijking met een kollektie van door mij verzamelde moeder-gesteenten, aangevuld met een aantal monsters die mij werden geschonken door de heer J.A. de Jong te Drachten; verder door vergelijking met de kollektie van het Geologisch Instituut te Groningen en last but not least door de hulp van de heer M. Huizinga te Groningen. HUIZINGA (1965, 1969; en bovendien in VEENSTRA en HUIZINGA 1964) hield zich intensief bezig met de studie van de gidsgesteenten uit het Oslogebied en is in Nederland zonder twijfel de beste kenner ervan. Vrijwel alle Zuid-Noorse gidsgesteenten in mijn verzameling (ruim 300 stuks, verdeeld over 36 typen en vele overgangen) zijn mede door Huizinga gezien.

Over de verspreiding van de gidsgesteenten uit het Oslogebied, meer speciaal over rhombenporfieren, is eerder, vaker en uitgebreider geschreven dan over welk ander gidsgesteente ook. (Zie het literatuuroverzicht).

Bovendien werden vondsten gemeld van steeds verder van Oslo verwijderde plaatsen. Ook

bleek, dat ze tesamen optreden met andere gids-gesteenten die vroeger niet als zodanig werden herkend, terwijl enkele misvattingen nodig rechtgezet dienen te worden. Een en ander gaf mij aanleiding tot het samenvatten van oude en nieuwe gegevens.

VERSPREIDINGSGBIED VAN GIDSGESTEENTEN UIT HET OSLOGEBIED

Verspreiding naar het westen

SCHULZ (1973) gaf op een sterk vereenvoudigd kaartje (fig. 6) de grenzen van de verspreiding aan zoals die door PETERSEN (1899, 1900), later door MILTHERS (1909) en tenslotte door KORN (1920) werden gezien. Die successieve grenzen beslaan een steeds groter gebied. Sterk valt op, dat vlg. Korn de grenslijn vanaf het gebied van oorsprong niet meer naar het Z.W., maar naar het W. en zelfs N.W. verloopt. In Korn's tijd was namelijk al wel bekend dat er rhombenporfieren waren gevonden langs de Engelse oostkust tot bij York, d.w.z. zeer ver ten Z.W. van de Oslofjord. Maar pas na 1920 wer-

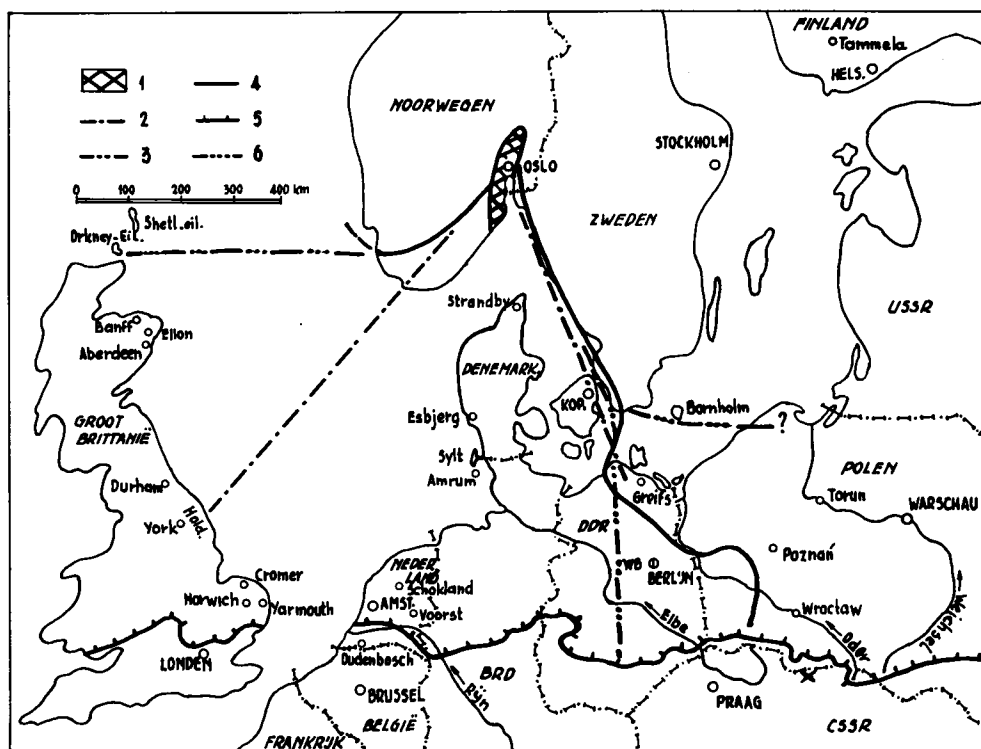


Fig. 6: Verspreidingsgebied van de gidsgesteenten uit het Oslo-gebied vlg. SCHULZ (1973) met aanvullingen door de schrijver. 1: Herkomstgebied; 2: Oost- en Westgrens van de verspreiding vlg. PETERSEN (1900); 3: idem vlg. MILTHERS (1909); 4: idem vlg. KORN (1920); 5: "Feuersteinlinie" = maximale uitbreiding van het pleistocene landijs. X = Friedeberg; 6: Verspreiding vlg. EISMANN (1967) en MEHL (1978).

den vonden bekend tot dicht bij Aberdeen in Schotland, terwijl MEHL (1978) een aantal Noorse vulkanieten en eleolietstenen op de Orkney-eilanden in handen kreeg. SCHULZ (1973) neemt aan, dat in de Elster-ijstijd het Noorse ijs dicht bij de Britse kust op het Engelse ijs stuitte. Beide ijsmassa's zullen zowel naar het N. als naar het Z. zijn uitgeweken. HOLTEDAHN (1956) noemt een rhombenporfier van de bodem van de noordelijke Atlantische oceaan, ver verwijderd van de vaste rotsen bij Oslo. Waarschijnlijk zijn zulke zwerfstenen opnieuw vervoerd, nu onderaan schollen grondijs, nadat aan het einde van het Weichselien het pakijns in de noordelijke Atlantische Oceaan zo ver verdwenen was dat zulke schollen ver noordwaarts konden drijven.

Verspreiding naar het oosten

In het oosten moet Korn's grenslijn eveneens wat verlegd worden. Reeds in de jaren twintig en dertig heeft onder anderen BENNHOLD (1928) tientallen rhombenporfieren en larvikieten gevonden, vooral rondom Fürstenwalde a.d. Spree en Leipzig. Ook oostelijker, tot dicht bij Wrocław (= Breslau), werd driemaal een rhombenporfier geraapt. Van sommige vonden bij Leipzig staat vlg. EISSMANN (1967, 1979) vast, dat ze in de Elsterien-grondmorene zijn aangetroffen. Daarom denkt Eissmann, dat het ijs vanuit de Oslofjord op z'n minst enige tijd naar het oosten schoof tot bij Bornholm of nog verder. Misschien kan Eissmann's opvatting ooit bewezen worden, maar zouden we dan ook in het noorden van de D.D.R. niet meer vonden mogen verwachten? In West-Mecklenburg nabij Rostock zijn nog wel Oslo-zwerfstenen gevonden, maar bij Greifswald in Oost-Mecklenburg niet meer (pers. meded. Dr. KRUCKOW, Bremen).

Weliswaar schatte HEISE (1929), dat er 150 à 200 rhombenporfieren in het plaveisel te Greifswald zijn verwerkt, maar hij nam aan dat die per schip waren aangevoerd. SCHULZ (1973) memoreert twee vonden nabij Szczecin (= Stettin), maar hij betwijfelt de determinatie ervan. Voorbij Wrocław zijn vlg. SCHULZ (1973) geen rhombenporfieren meer gevonden. Dit werd door DUDZIAK (1978) bevestigd. Onbetwist de meest oostelijke en tegelijk zuidelijkste vondst is de rhombenporfier van GABA (1974) aan de uiterste grens van de ijsbedekking in midden-Europa, nl. bij Zulova (= Friedeberg), ± 80 km t.z.v. Wrocław en net voorbij de Pools-Tsjechische grens. Volgen we vandaar de "Feuersteinlinie" naar het westen, langs de zuidgrens van de maximale ijsbedekking gedurende het Elsterien, dan kunnen we vaststellen dat overal ten noorden daarvan rhombenporfieren zijn ge-

vonden, al zijn het zeldzame eenlingen. Ook BENNHOLD (1928) noemde bijna steeds slechts één rhombenporfier per vindplaats.

Verspreiding ten westen van de Elbe

HESEMANN (1939) gaf de uitkomsten van 70 zwerfsteentellingen in West-Duitsland. Op slechts acht plaatsen werd één rhombenporfier gevonden en nergens meer.

Kleef

Vlg. BRAUN (1978) heeft Hesemann in de groeve in Moyland bij Kleef twee zwerfsteentellingen gedaan van 79, resp. 27 kristallijne gidsgesteenten. Hij vond geen gidsgesteenten uit het Oslogebied. BRAUN (1978) zelf telde daar eveneens en vond één rhombenporfier bij 58, resp. twee bij 38 gidsgesteenten. Zo'n relatief hoog aandeel Oslo'ers en dat zo dicht bij de zuidgrens van de Saalien-ijsbedekking is van geen andere plaats bekend. Maar gezien het kleine aantal gidsgesteenten zou deze uitslag weleens geflatteerd kunnen zijn.

Uelzen (Lüneburger Heide)

GROETZNER (1972) verrichte 85 zwerfsteentellingen ten Z.W. van Uelzen. Het door hem gevonden gehalte rhombenporfieren ligt tussen 0 en 1,2% van het totaal aantal kristallijne gidsgesteenten en gemiddeld was het slechts 0,2% in uitsluitend post-Elsterien afzettingen.

Lüneburg

Vlg. WOLDSTEDT en DUPHORN (1974) zijn in de groeve Volkershall bij Lüneburg twee keilemen ontsloten met smeltwaterzanden erboven, ertussen en als onderste pakket. De onderste smeltwaterzanden zijn rijk aan rhombenporfieren en worden daarom als Elsterien-afzettingen beschouwd.

Noordelijk Niedersachsen

Vlg. de excursiegids voor de 44e "Tagung der Arbeitsgemeinschaft nordwestdeutscher Geologen" te Bederkesa in 1977 is zowel in Hemmoor, Eggstedt als Schwanewede keileem aanwezig met relatief veel Oslo-gesteenten. In al deze gevallen wordt Elsterien-ouderdom bewezen geacht. Boven deze Elster-morene en daarvan gescheiden door smeltwaterzanden, ligt keileem, resp. keizand uit het z.g. Drenthe-Stadium (= Saalien) en soms ook nog het begin van het Warthe-Stadium (eveneens Saalien, maar jonger dan "Drenthe"). MARCZINSKI (1968), die in dit gebied op 361 plaatsen zwerfstenen uit Drenthe en Warthe-afzettingen telde, liet in zijn tellingen de rhombenporfieren buiten beschouwing omdat ze zo goed als niet voorkwamen.

MEYER (1970) noemt de zandgroeve Huxoll

bij Wellen-Beverstedt, waar hij 72 rhombenporfieren en bovendien nog een aantal syenieten verzamelde in een uur tijd! Dit mag een rekord genoemd worden. Deze Oslogesteenten zouden afkomstig zijn uit een onder water liggende laag boven de gestuwde "Haupt-Drenthe-Moräne", terwijl het grind onder die morene nauwelijks rhombenporfieren bevat. De bovenste grindlaag acht Meyer van onbetwiste Saalien-ouderdom en de vele rhombenporfieren daarin zouden zijn opgenomen uit Elster-materiaal. Deze opvatting doet op het eerste gezicht vreemd aan omdat MEYER (1983) meedeelt, dat in geen enkele Elster-morene in Duitsland de Osloërzwerfstenen overheersen en op z'n hoogst slechts 10% uitmaken van het aantal kristallijne gidsgesteenten. Ook in EHLERS *et al.* (1984) wordt dit percentage genoemd. Uit dit laatste volgt, dat in glaciofluviale grintafzettingen als waarvan hier sprake is en waarin dus zowel Elsterien- als Saalien componenten zijn vermengd, het gehalte Oslo-zwerfstenen nog minder moet zijn dan de bovengenoemde 10%. Maar hiermee is in tegenpraak, dat zowel MEYER (1970) als SCHUDEBEURS (1959, 1967) steeds meer dan 10% en zelfs wel 40 à 50% gidsgesteenten uit het Oslogebied in handen kregen bij hun onderzoek in de Hümmling en Ostfriesland. MEYER (1970) dacht aan een - vanzelfsprekend hypothetische - Elsteriengletsjer van onbekende uitgestrektheid met een groot gehalte zwerfstenen uit het Oslogebied. Zo'n gletsjer zou ten noorden van Ostfriesland en Nedersachsen gelegen kunnen hebben, bijvoorbeeld in de Duitse Bocht en de Helgolander Bocht. Die veronderstelling lijkt niet al te gewaagd, ook gezien de vele Oslogesteenten in de onderste morene van Sylt (zie blz. 124).

Werpeloh

In voorheen de groeve Wessels te Werpeloh trof SCHRÖDER (1977) een tot 2,5 m dikke grondmorene aan boven een dik pakket smeltwaterafzettingen. Volgens RICHTER (1960) vormen deze fluvio-glaciale zanden een duidelijke sandr (= spoelzandwaaier). SCHRÖDER (1977) en RUEGG (1981) zijn het hierin met RICHTER (1960) eens. De zwerfsteengezelschappen in grondmorene en sandr zijn verschillend. VEENSTRA en HUIZINGA (1964) vonden een groot blok ekeriet boven in het keileem. Plaatselijk ontbreekt keileem of het is slechts dun ontwikkeld en de grens tussen keileem, resp. keizand en de sandr daaronder is vaag.

De sandr bestaat uit een niet gestuwd, horizontaal of kris-kras gelaagd pakket zand met grint en keien en een dikte van op z'n minst 15 m. Hierin domineren zwerfstenen van oostelijke herkomst, zoals zeer veel melkwitte kwarts, bontzandsteen, lydiet, radiolriet en Thüringer-

woudporfieren. Af en toe komen er blauwe en bruine verkiezelingen en barnsteen in voor. Gidsgesteenten van de Rijn heb ik er nooit in gevonden. Grote blokken tot 3/4 m komen wel voor in grondmorene en sandr, maar de oostelijke zwerfstenen zijn niet groot. Een telling van noordelijke gidsgesteenten uit de afzettingen direct onder de grondmorene bestond voor bijna de helft uit zwerfstenen uit het Oslogebied (SCHUDEBEURS 1959). SCHRÖDER (1977) neemt voor deze afzettingen een Elsterien ouderdom aan. MEYER (1970) beschouwt ze als glaciofluviaal uit het Saalien, waarin Elster materiaal werd opgenomen. Ook RUEGG (1981) beschouwt de sandr als een afzetting vóór het naderende Saalien-ijzfront.

Wipplingen

Bij Wipplingen (fig. 3) is boven de waterspiegel in de zandzuigerij een 6 à 7 m hoog profiel ont-sloten. Van bovenaf zien we 0,4 m bouwvoor met onderin enkele veenplaten van een paar cm dikte. De Saalien grondmorene eronder is gereduceerd tot een dun en nagenoeg aaneengesloten keiensnoer van louter kwartsietische zandstenen en vuurstenen. De kristallijne zwerfstenen die er voorheen ongetwijfeld geweest zullen zijn, vielen blijkbaar zo goed als allemaal ten prooi aan chemische vertering. Onder dit keienvloertje ligt een pakket zanden van onbekende dikte met weinig noordelijke en veel oostelijke zwerfstenen. Volgens mondelinge mededeling van de heer G. RUEGG ziet hij hierin een sandr die tijdens het Saalien werd afgezet, zoals die in Werpeloh. In het 6 à 7 m hoge sandrprofiel boven de waterspiegel is, ondanks enkele dagen zoeken, tussen de spaarzame Scandinavische zwerfstenen geen enkele Noorse gevonden. Blijkbaar komen die vooral voor in de onder water gelegen sandr, want de in Tabel I genoemde gidsgesteenten zijn allemaal onttrokken aan het opgezogen en machinaal uitgezeefde materiaal. M.i. mag worden aangenomen, dat tussen dit uitgezeefde grind zo goed als geen kristallijne zwerfstenen uit de grondmorene zitten. Niet alleen omdat die, zoals boven opgemerkt, door vertering verdwenen zijn, maar ook, omdat de exploitant de bovenste afzettingen met inbegrip van de keienvloer laat verwijderen vóór de zandwinning begint. Dit in tegenstelling tot de hieronder te bespreken omstandigheden te Renkenberge.

De vondst van een zeer donkere, op de breuk bijna zwarte phonoliet met goudgele, glanzende sanidieneerstellingen tot 7 mm grootte, wetttigt het vermoeden dat dit een Tsjechische zwerfsteen zou kunnen zijn. Trachieten en de daarbij behorende phonoliet-ganggesteenten komen veel voor in het Boheemse middelgebergte (= Ceské Stredohří), het brongebied van de

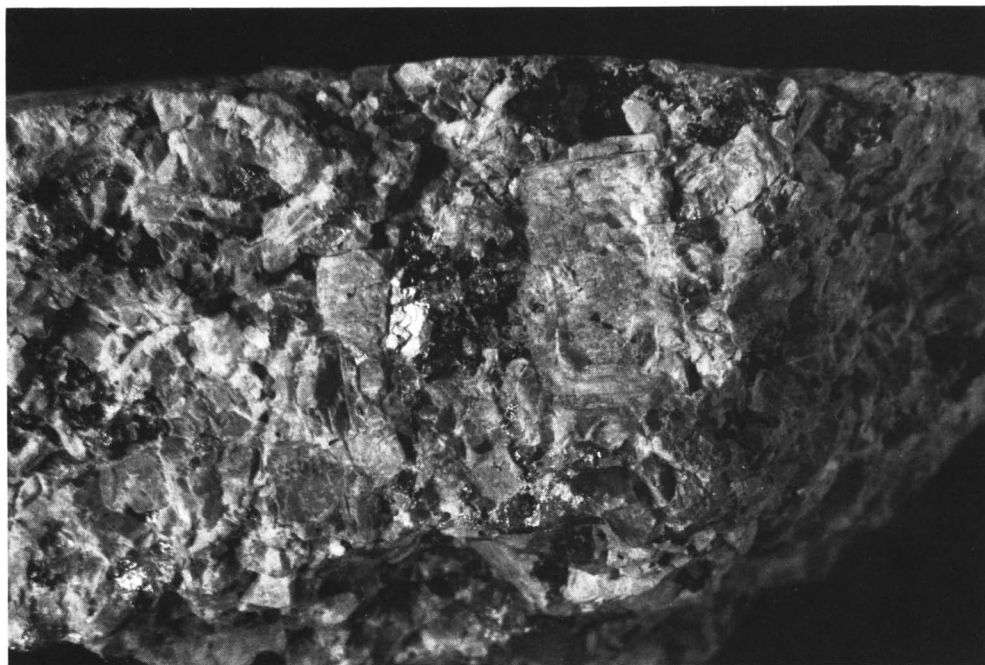


Fig. 7: Ekeriet. Breukvlak 12x5 cm met zonaire veldspaat van 16x8 mm grootte. Zonaire veldspaten komen in veel Oslogesteenten voor, maar zijn makrosopisch niet altijd herkenbaar. Werpeloh.



Fig. 8: Rektangelporfior; rhombenporfior met rechthoekige veldspaten. Verweringsvlak 5x4,5 cm. Van de zonaire eerstelingen is de kern dieper uitverweerd dan de buitenrand. Werpeloh.

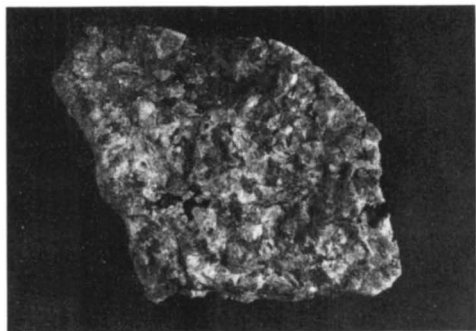


Fig. 9: Lardaliet. Breukvlak 16x12 cm. Doffe, matgrijze nefelen, zwarte, lakglanzende lepidomelaan en weinig pyroxeen. Werpeloh.

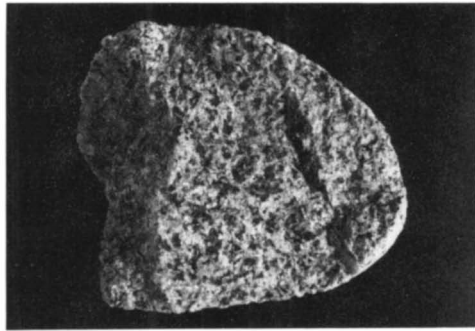


Fig. 10: Foyaïet. Breukvlak 11x9 cm. Kwartsloos: trachietachtig door vele witte langgerekte veldspaten en enkele kleine, gele nefelen vlekjes en donkere lepidomelaan-augiet concentraties. Werpeloh.

Elbe. Over zulke Tsjechische phonolietzwervstenen uit de omgeving van Berlijn werd geschreven door GRAHMANN (1935) en GENIESER (1964), maar zover westelijk als Wippenen zijn ze, zover mij bekend, niet eerder gevonden.

Af en toe vinden we hier onder de zeefinstallatie brokken vette, donkere klei, die op het oog sterk overeenkomt met de Noordnederlandse potklei (Peelo-formatie: zie Tabel II).

Renkenberge

In de zandzuigerij te Renkenberge (fig. 3) is tot 2 m stuifzand ontsloten, liggend op een pakket dekzand van onbekende dikte. Het stuifzand zouden we in Nederland tot de Formatie van Kootwijk en het dekzand tot de Formatie van Twente rekenen (zie Tabel II). De grondmorene of wat daarvan bewaard bleef en alle oudere afzettingen liggen onder water. Bij het opgezogen grovere, noordelijke materiaal zijn veel windkeien (SCHUDEBEURS 1986b) maar bij de oostelijke zwervstenen niet. SCHRÖDER (1977) had elders in de Hümmling dezelfde ervaring. In de soms tot keiensnoeren uitgeblazen resten van de grondmorene vond hij tot 34% duidelijke windkeien en vaak nog meer stenen die wat minder gecorradeerd waren, maar in de daaronder liggende afzettingen komen ze nauwelijks voor. In Renkenberge zijn de vele kristallijne windkeien meegeteld in de zwervsteentelling (zie Tabel I). Verondersteld, dat de grondmorene hier minder intensief verweerd is dan te Wippenen, dan zullen er nog meer zwervstenen uit die morene zijn meegeteld. Dit was uiteraard onvermijdelijk, maar het zal ertoe bijgedragen hebben dat het percentage Oslogidsgesteenten in de telling van Renkenberge maar half zo groot is als in Wippenen.

De oostelijke zwervstenen zijn hier groter dan in Wippenen, maar dat kan mede bepaald zijn door de diameter van de zuigbuis. Een plaat

bontzandsteen van 74 x 32 x 14 cm spant wel de kroon.

Bij tijd en wijle wordt hier veel meer klei (potklei?) opgebaggerd dan in Wippenen.

Ostfriesland

Vroeger getelde zwervsteengezelschappen met grote aantallen Oslogesteenten (SCHUDEBEURS 1967, MEYER 1970) zijn alle ontleend aan opgezogen materiaal.

Ze gaan vergezeld van veel oostelijk grind, dat echter verschilt van dat in de Hümmling en ook van het grind dat op blz. 127 aan de orde komt. Het oostelijk materiaal op zichzelf, dat o.a. bij Zetel en Bohlenbargerfeld wordt opgebaggerd en op enkele plaatsen tussen Aurich en Oldenburg aan de oppervlakte ligt, werd in het Pliocene afgezet. De Formatie van Scheemda is het Nederlandse equivalent. Het grind hiervan bevat zeer veel kwarts en nauwelijks kristallijne bestanddelen.

Vlg. MEYER (1987) ligt in Ostfriesland boven de oostelijke afzettingen een enkele dm dik pakket zand met veel grind en weinig grotere stenen, die voor een aanzienlijk deel uit het Oslogebied gekomen zijn. Dit pakket noemt MEYER (1970) "Kiese von Zeteltypus". Het zouden smeltwater afzettingen zijn uit het Elsterien, waarop vlg. MEYER (1987) een verweerde Elsteriengrondmorene ligt, die door potklei bedekt is.

Sleeswijk-Holstein

West Sleeswijk-Holstein

SCHLÜTER (1980) verrichtte rond Ditmarschen noordelijk van de Elbemonding op 15 plaatsen zwervsteentellingen. Vier hiervan worden representatief geacht voor het Warthe-stadium gezien hun relatief hoog gehalte aan oostbaltische zwervstenen (Åland-Finland). In slechts één van laatstgenoemde tellingen werd een rhombenpor-

Chronostratigrafie		Lithostratigrafie voor Noord-Nederland		
KWAARTAIR	PLEISTOCÈEN	Afzettingen in verband met het landijs met Pennoscandinavische zverfstenen		
		Afzettingen van grote rivieren		
		Afzettingen van lokale herkomst		
		Formatie van Kootwijk Formatie van Singraven Formatie van Griendtsveen		
		Formatie van Twente		
HOLOCEEN	Boven-Pleistoceen	Formatie van Kreftenheije met zverfstenen van Rijn en Maas; plaatselijk ook met oostelijk en noordelijk materiaal.		
		Formatie van Drente		
	Midden-Pleistoceen	Formatie van Urk met zverfstenen van de Rijn en plaatselijk ook met materiaal van voorlopers van Weichsel, Oder, Elbe en Weser; soms ook enkele Pennoscandinavische zverfstenen.		
		Formatie van Peelo		
		Afzettingen van Weerdinge		
KWAARTAIR	PLEISTOCÈEN	Weichselien		
		Eemien		
		Saalien		
		Holsteinien		
		Elsterien		
KWAARTAIR	PLEISTOCÈEN	Cromerien complex		
		Formatie van Peelo		
		Formatie van Drente		
		Formatie van Urk met zverfstenen van de Rijn en plaatselijk ook met materiaal van voorlopers van Weichsel, Oder, Elbe en Weser; soms ook enkele Pennoscandinavische zverfstenen.		
		Formatie van Twente		

 Koude tijd (glaciaal)
 Warme tijd (interglaciaal)

Tabel II Lithostratigrafie voor Noord-Nederland.

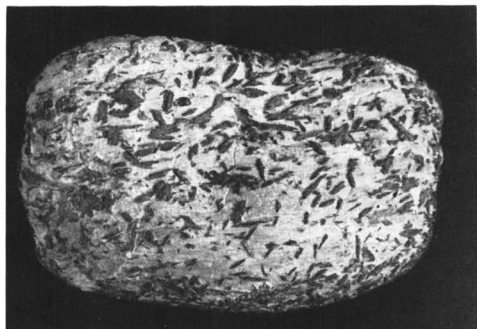


Fig. 11: Aegiriengraniet. Verweringsvlak 13x8 cm. Zeer weinig kwarts in fijnkorrelige, lichtgrijze veldspaatmassa waartussen zwarte aegierien naalden overheersen. Werpeloh.



Fig. 12: Ekeriet. Breukvlak 11,5x6 cm. Flletsrode (op de foto witte) veldspaten; glazige, grijze kwarts en zwarte nesten augiet met lepidomelaan. Werpeloh.

fier aangetoond. In acht van de elf overige tellingen die uit de oudere morenen genomen zijn ("Drenthe") komen één tot drie rhombenporfieren en één maal een larvikiet voor, in gezelschap van overwegend Zweedse gidsgesteenten. Maximaal 4% van het totaal-kristallijn bleek uit het Oslogebied afkomstig.

Oost Sleeswijk-Holstein

WENNBERG (1951) publiceerde de resultaten van 44 tellingen, hoofdzakelijk uit Weichselien-morenen in oost Sleeswijk-Holstein. Op elf plaatsen kwamen rhombenporfieren voor en wel maximaal 17 stuks, d.w.z. 5,2% van het totaal aan gidsgesteenten. Hierbij moet worden opgemerkt, dat Wennberg met slechts 15 typen gidsgesteenten werkte waarbij er bovendien zijn die andere onderzoekers als onbetrouwbaar buiten beschouwing laten.

Sylt

PETERSEN (1900) was de eerste, die de bijzondere rijkdom aan rhombenporfieren op Sylt opmerkte. GRIPP (1964) verwees naar een telling van Sylt door HESEMANN (1937), die de verhoudingsformule 0127 opleverde. Hesemann meende hierin een Elsterien-afzetting te mogen zien omdat de betrokken afzetting onder de Saalien-morene ligt en er bovendien nogal wat windkeien in voorkomen. Maar GRIPP (1964) waarschuwde er terecht voor, dat pas wanneer in West-Sleeswijk-Holstein onder Holstein-sedimenten zo'n overwegend Zuid-Noors zwerfstenenbestand als dit is aangetroffen - hetgeen bij mijn weten tot heden nergens is aangetoond -, de Elster ouderdom is bewezen.

We zien hier nog duidelijker dan bij de tellingen van SCHLÜTER (1980), dat relatief veel Oslo-zwerfstenen niet tesamen met veel Åland-Finland gesteenten optreden. Andersom is het trouwens

precies zo. We komen hierop nog terug. Bovendien zien we het lang bekende feit weer eens bevestigd, dat de kans op relatief veel gidsgesteenten van een bepaald type stijgen naarmate de vindplaats dichterbij het moedergesteente ligt.

Denemarken (fig. 15)

Volgens SJÖRRING (1981, 1983 a) zijn Elsterkeilemen bekend van Jutland en Fünen. Op ander plaatsen komen ze waarschijnlijk ook voor, maar het is vaak moeilijk hun juiste ouderdom aan te tonen tenzij ze door Holstein sedimenten zijn bedekt. Waarschijnlijk waren er in de Elster ijstijd twee ijsbedekkingen. De eerste kwam uit het noorden en bracht zeer veel Oslo-zwerfstenen mee. Een latere ijsstroom werd vanuit het oosten gevoed, maar bevat toch nog wat rhombenporfieren, waarvan SJÖRRING (1981) aanneemt dat ze uit de oudere grondborene werden opgenomen.

De afzettingen uit de Saale-ijstijd stammen eveneens in hoofdzaak uit twee perioden. De oudste correleert wellicht met wat de Duitse geologen onder "Drenthe" verstaan en de jongste zou dan "Warthe" zijn. De oudste bevat veel rhombenporfieren en kwam dus uit het N.; de jongste bevat geen rhombenporfier, kwam uit oostelijker gebieden en verliep naar het W. en N.W. Gedurende de Weichsel ijstijd speelde zich in hoofdzaak een vergelijkbaar proces af. De oudste Weichsel-grondborene wordt door SJÖRRING (1983 a) "Norwegian till" genoemd. Een bezoek aan de stranden onder de hoge klifkusten van N.W.-Jutland maakt deze benaming overduidelijk. Bijvoorbeeld op het strand bij Bovbjerg vond ik slechts één Åland- en één Småland-graniet, terwijl aan het aantal rhombenporfieren, Oslo-ignimbrieten, -agglomeratavas en -monzonieten geen eind leek te komen.

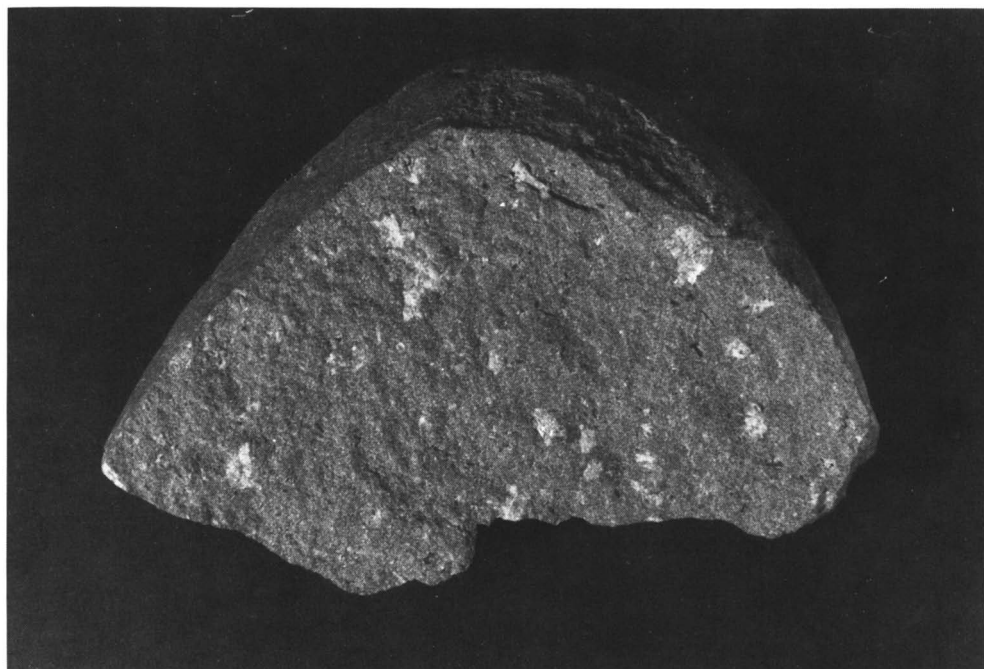


Fig. 13: Grorudiet. Breukvlak 10x7 cm. Spiegelende, zachtrose veldspaten en enkele grotere zwarte aegirien naalden in doffe, groen-grijze matrix. Werpeloh.

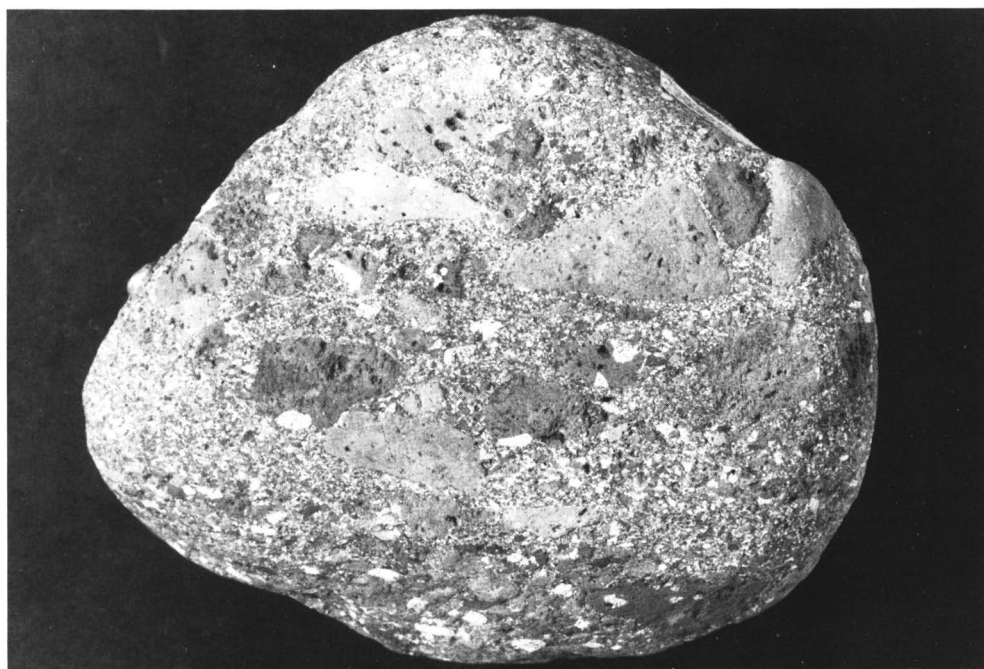


Fig. 14: Agglomeratlava. Verweringsvlak 13x11 cm. Tufachtige matrix met veel scherphoekige korrels en enigszins afgeronde vulkaniet-rolstenen, waarbij ook rhombenporfieren. Werpeloh.

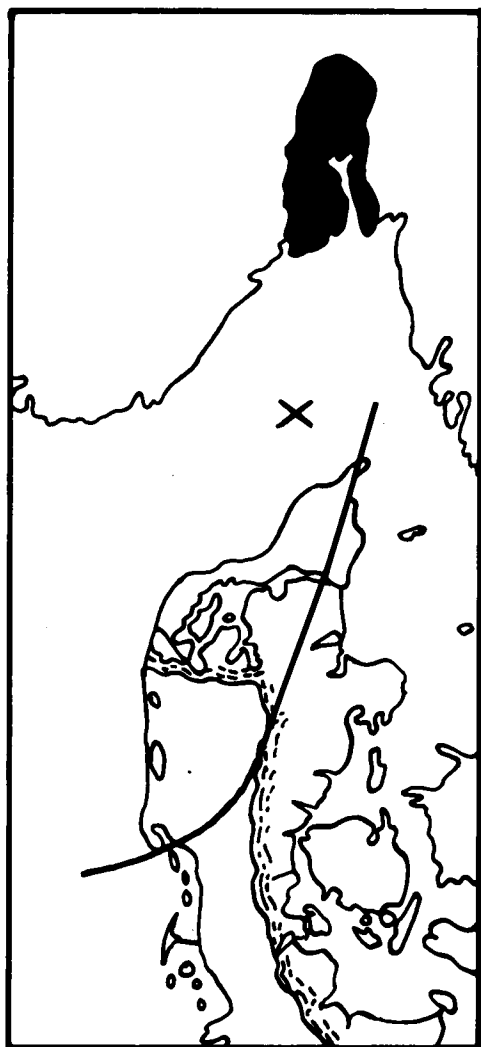


Fig. 15: Kaartje van West-Denemarken, het Skagerrak en het Oslo-gebied. x = herkomstgebied van vuursteenconglomeraat; — = grens tot waar vlg. Ödum (1968) vuursteen conglomeraat en rhombenporfier algemeen voorkomen; - - - - = uiterste grens van het Weichselien-landijs. Naar SJÖR-RING (1983).

Nederland

De eerste aanwijzing dat in Nederland zwerfsteengezelschappen zouden voorkomen met relatief veel Ologesteenten werd door VAN DER LIJN (1941) gegeven toen hij schreef:

"Alleen voor Noordbergum in Noord Friesland kan een 2 in het verhoudingsgetal 1342 worden opgemerkt, dank zij het aantal rhombenporfieren, zij het van nootgrootte ongeveer, bij de

droogmaking der plassen te voorschijn gekomen uit de maagdelijke grondmorene". Het ging hier dus niet, zoals HUISMAN (1971) schreef, om materiaal van grotere diepte uit een zandzuigerij maar om een oppervlakte gezelschap.

VAN DER LIJN (1941) publiceerde geen gesteentelijst van Noordbergum. Toen aan het eind van de jaren vijftig de rijkdom aan Oslo-zwerfstenen in de Hümmling door wijlen Kruiter was ontdekt, was dat voor mij aanleiding Van der Lijn te vragen hoeveel en welke typen gids-gesteenten hij had gevonden. Hieronder volgen enkele regels uit zijn antwoordbrief van 1 november 1957.

"....Maar de zwerfsteentelling te Noordbergum van mij was 1342 van ± een 80-tal stenen. Bos had toen thuis al heel wat rhombenporfieren, ik meen er 8 à 10 te hebben gezien, maar heb ze niet geteld. Het was de aanleiding tot mijn telling op mijn eentje op dat terrein twee weken later. Ik vond ook larvikiet, hoorblendesyeniet en enkele andere maar heb dat niet onthouden".

Later bleek, dat de maagdelijke grondmorene waarover VAN DER LIJN (1941) schrijft niet in of bij Noordbergum lag. Met hulp van drie Friese zwerfsteenliefhebbers, tevens tijdgenoten van L.B. Bos en Van der Lijn, kon achterhaald worden dat het gaat om de polder "Buitenveld" bij Veenwouden, coörd. gemiddeld 193-/584.800 d.w.z. 4 km ten N.W. van Noordbergum. Die vindplaats werd door VAN DER LIJN (1949) afgebeeld als foto VIII in de derde druk van "Het Keienboek" en ook door Bos (1941), foto 1-1.

De plaatsaanduiding van Van der Lijn was dus nogal onnauwkeurig. Weliswaar staat in ieder geologisch handboek, dat bij het veldwerk een topografische kaart gebruikt moet worden, maar geen enkele amateur hield zich daaraan, schrijver dezes vroeger evenmin. Ook het ontbreken van een lijst van gevonden gidsgesteenten bezorgde ons nogal wat hoofdbrekens. Reeds DE WAARD (1949 a,b) heeft erop gewezen, dat Van der Lijn en Van der Kley zich bij het zwerfstenen tellen niet, zoals HESEMANN (1930) bedoelde, tot de kristallijne gidsgesteenten beperkten maar ook sedimentaire zwerfstenen meetelden. Bovendien beschouwden deze baanbrekers ook helleflinten en gabbro's als gidsgesteenten, terwijl ze meenden diabazen zonder microscopisch onderzoek te kunnen herkennen.

Voor zover VAN DER LIJN (1941) en VAN DER KLEY (1946) lijsten van gidsgesteenten publiceerden was DE WAARD (1949 a,b) in staat hun gegevens te herzien. We mogen ervan uitgaan, dat Van der Lijn op het Buitenveld op dezelfde manier telde als elders, zodat de door hem genoemde Hesemann formule 1342 zeer waarschijnlijk eveneens gewijzigd had moeten worden.

Ondanks dit bezwaar zijn er aanwijzingen dat

Van der Lijn de plank niet ver misloeg. In zijn bovengenoemde brief schreef hij o.a. over 8 à 10 rhombenporfieren in de kollektie van Bos. Meester L.B. Bos te Noordbergum was een verwoed en zeer ijverig verzamelaar met een fijne neus voor uitzonderlijke zwerfstenen. Bos bracht een belangrijk deel bij elkaar van de kollektie zwerfstenen van Natura Docet. Twee verdere kollekties van Bos, samen 1750 stuks zwerfstenen van allerlei soorten, berusten in het Fries Natuurhistorisch Museum te Leeuwarden. Bovendien zijn nog 600 stuks ondergebracht in het gemeentehuis te Bergum. Deze kollekties zijn niet alleen door Bos zelf op naam gebracht, maar bij gedeelten ook door J.A. de Jong te Drachten, S. Oenema te Bergum en door schrijver dezes. Een compleet overzicht van de Oslozwerfstenen in de Friese kollekties werd mij door de heer S. Oenema bezorgd, terwijl de heer J. Veenfliet, conservator van Natura Docet mij een opgave verschafte van de in zijn museum aanwezige Osloërs, waarvoor ik hen hier nogmaals hartelijk dank. Uit hun gegevens volgt, dat binnen een cirkel met een straal van 5 km met Noordbergum als middelpunt, door Bos 22 Oslozwerfstenen zijn gevonden. Behalve Van der Lijn's telling valt alleen nog de telling te Schuilenburg (R.G.D. nr. 120 met HF 1270) binnen dit gebied. Van een dozijn tellingen op korte afstand eromheen leverden er negen eveneens Zuidzweedse gezelschappen op. Alleen bij Giekerk is volgens mondelinge mededeling van de heer J.G. Zandstra het gehalte aan oostbaltische zwerfstenen soms groter, echter nergens duidelijk overheersend. Slechts in één telling bleek de helft van de gidsgesteenten uit het Oost-Balticum afkomstig te zijn. Dit naar gegevens op de kaart: "Noordelijke kristallijne zwerfstenen uit het Saalien in Nederland", auteur ZANDSTRA, op basis van materiaal van de heer J. Faber te Giekerk.

Vergelijken we nu de omgeving van Noordbergum met een gelijkvormig, evengroot en zeker niet minder intensief afgezocht gebied om Norg. Binnen die omtrek werden op 26 plaatsen zwerfsteentellingen uitgevoerd. De 2638 hierbij verwerkte kristallijne gidsgesteenten bleken overwegend van Zweedse herkomst te zijn en slechts drie stuks zijn uit het Oslogebied afkomstig. Bovendien zijn binnen dezelfde kring nog 13 tellingen uitgevoerd die in totaal 1767 kristallijne gidsgesteenten opleverden die voor 30 tot 96% van oostbaltische herkomst waren, begeleid door in totaal slechts één rhombenporfier. Voegen we daarbij nog drie Oslogesteenten die, onafhankelijk van al deze tellingen, binnen deze kring door mij werden geraapt, dan vormt het totaal aan gevonden Oslozwerfstenen nog slechts een derde van dat rond Noordbergum.

Zowel rond Noordbergum als rond Norg is jarenlang door meer verzamelaars gezocht. Ook om deze reden zal duidelijk zijn, dat deze vergelijking tussen beide plaatsen niet als bewijs mag gelden. Maar het is wel een indicatie met voldoende gewicht om waarde te blijven hechten aan Van der Lijn's telling van het Buitenveld. Wel moet nog gezegd, dat de manier waarop Van der Lijn en Van der Kley hun zwerfsteentellingen publiceerden overtrokken voorstellingen heeft gewekt van de hoeveelheden Oslozwerfsteen die in Nederland zouden voorkomen. Hierover werd reeds eerder bericht (SCHUDEBEURS 1980-1981).

Drachten

In 1958 werd bij Drachten een nieuwe haven aangelegd. Uit het opgezogen materiaal kwamen tientallen Oslozwerfstenen in diverse verzamelingen terecht, waarvan ik er later vele heb bekeken. Vooral wijlen Coehoorn uit Gorredijk had een grote kollektie bijeen gebracht. Een betrouwbare telling kon niet gemaakt worden, maar naar mijn schatting (SCHUDEBEURS 1959) zou 25% van de gidsgesteenten van Zuidnoorse herkomst kunnen zijn. Achteraf kan men zich afvragen of die schatting terecht was, m.a.w. of die grote aantallen Oslozwerfstenen ook relatief, dus in verhouding tot de andere gidsgesteenten, aanwezig waren. Er werden immers duizenden m³ grondmorene geleidelijk verspreid over een zeer groot terrein, dat vele malen door vele selectief zoekende verzamelaars werd bezocht. Is het dan niet vanzelfsprekend dat er meer Oslozwerfstenen gevonden werden dan elders? Nee, dat is het vermoedelijk niet. Ter vergelijking: aan de Emmerschans zijn in enkele grote groeven gedurende een halve eeuw eveneens vele duizenden m³ materiaal verzet. Het bezoek van verzamelaars zal er zeker niet minder geweest zijn, maar de enige mij bekende rhombenporfier komt volgens een pers. meded. van de heer J.G. ZANDSTRA uit de afzettingen van de Formatie van Urk (Cromerien), verschubb onder het keileem aanwezig.

Latere zwerfsteentellingen te Drachten en omgeving leverden weinig of geen Oslozwerfstenen op, terwijl pogingen daartoe bij Noordbergum op niets uitliepen. Toch is Friesland de enige provincie, waar meer Oslosyenieten dan elders zijn gevonden. Een telling bij Tijnje bevatte 4 rhombenporfieren, d.i. 3,8% van het totaal aan kristallijne gidsgesteenten, terwijl een telling bij Oudehaske er vijf opleverde, te weten 3% van het totaal. SCHUDEBEURS (1982). Niettemin gaat het hier om het tienvoud van het landelijke gemiddelde, dat door ZANDSTRA (1986) op 0.35% werd berekend.



Fig. 16: Bazaltlava B3, Överland, Noorwegen. Breukvlak 8x8 cm. Grijs-groene matrix. Eerste generatie veldspaten in zeer dunne, platte vormen van max. 10x8x0,5 mm. Ook enkele cumulofierische nesten. Tweede generatie veldspaten met 10x loupe te zien; ook enkele augiet- en olivijnkorrels.

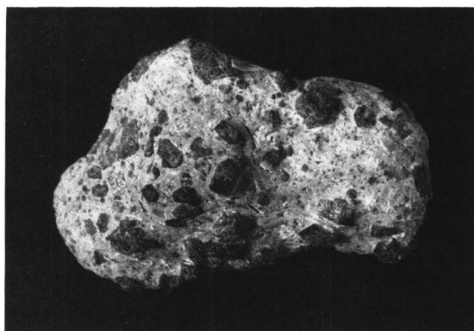


Fig. 17: Bazalt, voorheen pyroxeen-essexiet. Verweringsvlak 8,5x6,5 cm. Zwarte augietkristallen puilen tot 4 mm hoogte uit de groengrijze matrix. Dunne, witte veldspaatlijstjes en ook enkele cumulofierische opeenhopingen. Wippenen.

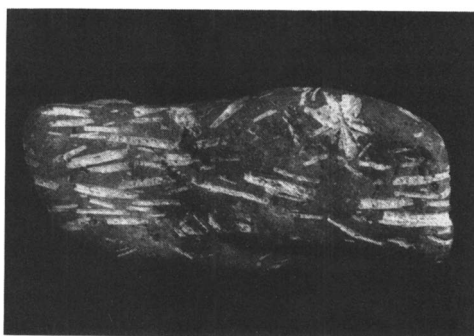


Fig. 18: Bazalt, voorheen essexiet-porfieriet. Verweringsvlak 9x4 cm. Zeer fijnkorrelige, niet-ophietische matrix met kleine ronde gasholten, lange witte veldspaatlijstjes met albietstreping en stervormige cumulofierische kluster. Werpeloh.



Fig. 19: Intermediaire porfieriet. Verweringsvlak 15x10 cm. Zonair gevormde, langwerpige witte veldspaatlijstjes van 8 - 20 mm lengte, maar ook enkele spits-rhombische naast cumulofierische samengroeiingen en zwarte gedrongen augiet tot 1 mm. De verse breuk toont een fijnkorrelige, trachietische matrix met veldspaatjes van de tweede generatie die een misleidend ophetische indruk maken. Strandsteen van Bovbjerg, N.W.-Jutland.

Hooge Veld, gem. Vries

HUISMAN (1965) deelt de vondst mee van een aantal zwerfstenen uit het Oslo-gebied en zegt dat "in Noord-Drente een paar plaatsen zijn waar verrassend veel van deze zwerfstenen gevonden zijn". HUISMAN (1971) komt hierop uitvoeriger terug. Het gaat hierbij vooral om zwerfstenen die van grote diepte uit zandzuigerijen komen, tesamen met zeer veel oostelijke zwerfstenen zoals op blz. 119 en 120 reeds werd omschreven. Behalve de door Huisman genoemde zandzuigbedrijven te Vries-Zuidlaren, Sellingen en Grollo, hebben ook die te Noordbroek, Schoonoord en Schoonlo hetzelfde zwerfsteenbestand opgeleverd, maar de hoeveelheden Oslo-gesteenten verschilden van tijd tot tijd aanzienlijk, onafhankelijk van de totale beschikbare hoeveelheid grind. Dit wettigt het vermoeden, dat de hoeveelheden Oslo-zwerfstenen niet in dezelfde verhouding in alle lagen voorkomen, zoals ook voor Wippenen duidelijk werd. Volgens pers. meded. van de heer M. HUIZINGA heeft hij dezelfde ervaring, maar omdat in deze zandgaten nooit werd geteld zijn er geen exacte gegevens beschikbaar. Vondsten van Zuidnoorse zwerfstenen aan de oppervlakte komen volgens Huisman zelden voor en zijn tot een enkele zwerfsteen per lokatie beperkt, maar dit met één uitzondering en wel in het gebied dat door Huisman abusievelijk tot het Bunnerveen wordt gerekend. Gelukkig noemt Huisman meer details. Hij beschreef een gebied ten Z.W. van Bunne, hoger gelegen en eerder ontgonnen dan het Bunnerveen, met veel akkerbouw en zeer rijk aan zwerfstenen waaronder veel Åland-Finland gesteenten. Hiermee kan alleen het Hooge Veld

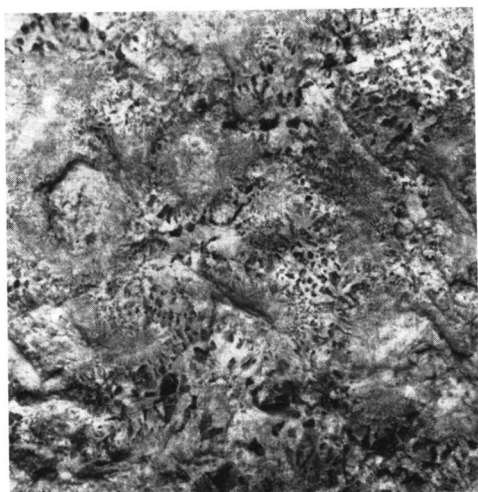


Fig. 20: Granofierische Drammenrapakiwi. Verweringsvlak 4x4 cm. Donkere kwarts in fijn-schriftgrantiachtig verband met geel-rose veldspaat. Werpeloh.



Fig. 21: Miarolietische holte op breukvlak van Drammenrapakiwi, waarin witte veldspaat- en zwarte kwarts kristallen in zeszijdige zuiltjes die zich niet konden vormen voor het magma was afgekoeld tot onder 573°C. Holte is 8x12 mm.

in de gemeente Vries bedoeld zijn. Zie kaartje, fig. 22.

Nu merkte HUISMAN (1971) terecht op, dat waar Åland- en Finland gesteenten domineren, zoals op de Hondsrug en in de N.O.-Polder, de Oslo-syenieten geheel ontbreken. Hetzelfde werd hierboven reeds opgemerkt en het geldt zo goed als altijd voor geheel Noord-Europa. Zou het dan op het Hooge Veld anders zijn?

Een tweede, niet minder opmerkelijk gegeven is, dat HUISMAN (1971) van het Hooge Veld drie rhombenporfieren noemt, tesamen met acht andere Osloër plutonieten en vulkanieten, terwijl overal elders in Europa waar zwerfstenen uit het Oslo-gebied in grote aantallen voorkomen meestal meer rhombenporfieren zijn dan de overige syenieten, monzonieten e.d. tesamen. SCHULZ (1973) merkte reeds op, dat het moedergesteente van larvikiet met 1705 km² een groter oppervlak beslaat dan de rhombenporfier met slechts 1160 km². Larvikiet is niet zo moeilijk herkenbaar en dat daarvan veel minder gevonden is zou vlg. Schulz wellicht aan de verwerking kunnen liggen. Dan rijst echter wel de vraag hoe die verwerking werkt. De chemische samenstelling van het gang- en uitvloeiingsgesteente rhombenporfier verschilt maar weinig van die van het dieptegesteente larvikiet. Misschien speelt de textuur een grote rol, want de ervaring leert, dat het gehalte zwerfstenen met dichte grondmassa zoals porfieren en helleflinten relatief groter is

naarmate het gezelschap sterker chemisch verweerd is. PETERSEN (1905) vond in de oudere morenen op Sylt vijf maal zoveel rhombenporfieren als alle andere Oslozwerfstenen samen. Afgaand op gegevens van SCHULZ (1973) is die verhouding in de D.D.R. $\pm 4:1$. Bij Bovbjerg in het Weichselien van N.W.-Jutland, dus veel dichterbij de moedergesteenten en kortere tijd blootgesteld aan de chemische verwerking, schat ik de verhouding op 3:1. Het lijkt dus ook mogelijk, dat larvikiet het gletsjertransport minder goed doorstond. Maar hoe het ook veroorzaakt wordt: het feit blijft.

HUISMAN (1965) besluit zijn artikel met de woorden: "*Hopelijk zullen gesteentetellingen en keileemonderzoek meer licht op deze merkwaardige zaak kunnen werpen*". Wat het keileemonderzoek betreft zijn we afhankelijk van het sedimentpetrologisch onderzoek van de Rijks Geologische Dienst te Haarlem. Vlg. pers. meded. van de heer ZANDSTRA van deze dienst kunnen Huisman's mededelingen ontkend noch bevestigd worden. Het zwerfsteen onderzoek leverde echter wel veel gegevens op. Op het Hooge Veld en de directe omgeving daarvan - een gebied van nauwelijks 25 km² - konden tussen 1958 en 1986 op 34 plaatsen zwerfsteentellingen worden uitgevoerd. De lokaties zijn aangegeven op het kaartje fig. 22. Een overzicht van de bij telling nr. 59 aangetroffen zwerfstenen is gegeven in SCHUDEBEURS (1958); die van de tellingen 99, 100, 131 en 132 in SCHUDEBEURS (1980/1981); van

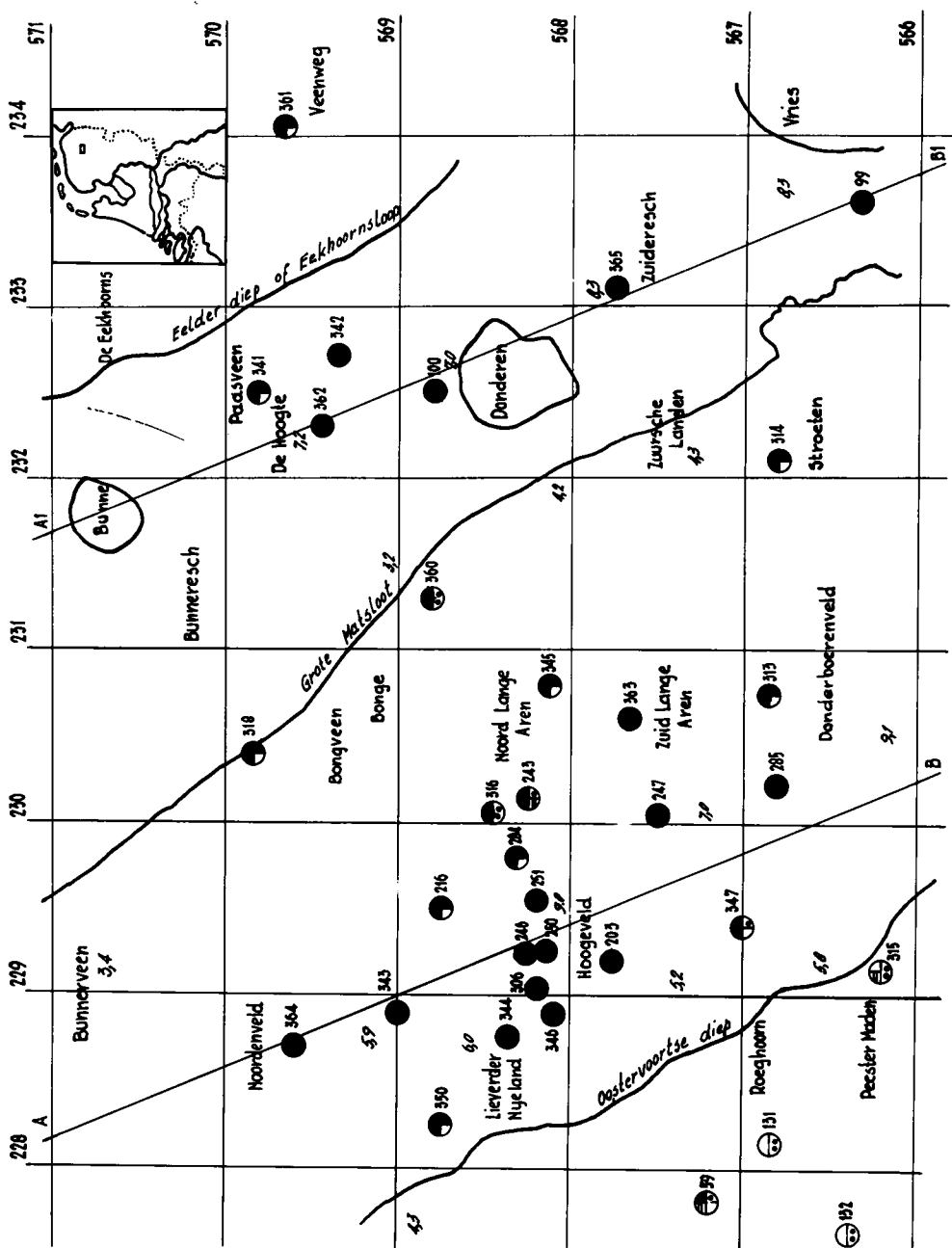


Fig. 22: Lokaties van zwerfsteentellingen in de omgeving van het Hooge Veld, gem. Vries, met coördinaten. Normaal gedrukte getallen: nummering volgens de lijst van zwerfsteentellingen van de Rijks Geologische Dienst. Cursief gedrukte getallen: hoogten in m boven N.A.P. Zie verder fig. 29 en de Tabellen. A-B en A1-B1: Hondsrugrichting.

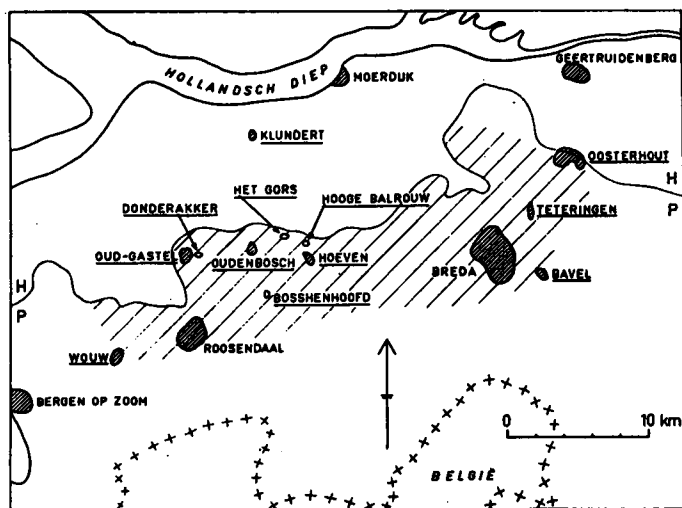


Fig. 23: Vindplaatsen van noordelijke zwerfstenen t.z.v. de Maas en het Hollands diep. Naar FABER (1960)

de tellingen 203 en 216 in SCHUDEBEURS (1982) en de overige zijn genoemd in de Tabellen IV t/m VII van dit artikel. Op blz. 136 worden meer details gegeven over de tellingen op het Hooge Veld. Alles met elkaar gaat het hier om 4180 kristallijne gidsgesteenten. In slechts drie van deze 34 tellingen werd een enkele rhombenporfier gevonden. Dat is 0,07% van het totaal, m.a.w. slechts een vijfde deel van de 0,35% die ZANDSTRA (1986) als landelijk gemiddelde heeft berekend. Maar gezien het feit, dat in 26 van deze 34 tellingen de zwerfstenen van Åland en Finland sterk domineren is dit lage percentage vanzelfsprekend. De resultaten van dit uitgebreide zwerfsteenonderzoek tonen aan, dat HUISMAN'S mededelingen (1965, 1971) als zouden bij het Bunnerveld veel gidsgesteenten uit het Oslogebied aan maaiveld voorkomen niet bevestigd kunnen worden.

Huisman's mededelingen brachten SCHULZ (1973) tot de uitspraak, dat "...norwegische Geschiebe in der unteren roten Moräne, die in den Elster-Vereinigung gestellt wird nicht selten (auf-)treten". Schulz ziet hier overeenstemming met Oldenburg, Hamburg en Sylt. HESEMANN (1975) liet zich tot de uitspraak verleiden dat bij "die höffigsten Sammelgebiete die nordlichen Niederlande" behoren. Dat hun opvattingen in deze niet met de feiten overeenkomen zal nu duidelijk zijn.

Noord Brabant

Het voorkomen van Scandinavische en speciaal ook van Oslozwerfstenen ten zuiden van de grote rivieren is een vreemde zaak. Reeds in de vorige eeuw werd over de grote "dondersteen" van Oud Gastel geschreven. Later werden er

meer gevonden. O.a. VAN DER LIJN (1952) wijdde er een artikel aan. FABER (1960) noemde een groter aantal vindplaatsen. Vervoer per schip is wel een voor de hand liggende en door meerdere auteurs genoemde verklaring, die mij echter niet houdbaar lijkt. In Brabant gaat het steeds om op zichzelf staande vondsten, dus nooit om grote hoeveelheden per vindplaats. Die plaatsen liggen ver van elkaar en tevens ver van een havenplaats. O.a. VAN DER HEIDE (1956) wees op de veelvuldige toepassing als straatsteen te Hindelopen van door de mens geïmporteerde zwerfkeien uit het Oslogebied. Ook in andere havenplaatsen langs de voormalige Zuiderzee zijn ze niet zeldzaam en ze zijn eveneens veel toegepast als dijkbeschoeiing. FABER (1971) noemt het "nog onbeslist of er een kortstondige ijslob is geweest die het tot Oudenbosch in Noord Brabant heeft gebracht". Dit raadsel is nog steeds niet opgelost. Zie fig. 23.

ZWERFSTENEN DIE VOORAL TESAMEN VOORKOMEN MET DIE UIT HET OSLO-GEBIED

Hierboven werd al enkele malen opgemerkt, dat bepaalde zwerfstenen vooral of zelfs praktisch uitsluitend voorkomen in gezelschap van steeds dezelfde typen. Bijvoorbeeld: helleflinten komen alleen veelvuldig voor tesamen met grotere aantallen Smålandgranieten en -porfieren. Op dezelfde plaatsen komen ook aanzienlijke aantallen ondercambrische zandstenen met fossiele levenssporen voor. Voor het zeldzame geval dat bovendien nog kalkstenen aanwezig zijn, komen die van het westelijke, aan Småland grenzende deel van de Oostzee. Maar hoe rijker het gezelschap

schap wordt aan oostbaltische gidsgesteenten, zoals van Åland en Z.W.-Finland, des te minder zandstenen met levenssporen en helleflinten zullen we als regel vinden. De laatste twee typen ontbreken bijvoorbeeld totaal in telling 365 van de Zuideres bij Donderen, maar daar is het gezelschap met 98,5% oostbaltische zwerfstenen ook een zeer extreem voorbeeld.

Nu heeft reeds KORN (1927) met klem betoogd, dat bij de determinatie van gidsgesteenten altijd rekening moet worden gehouden met de begeleidende gesteenten, zodat voor het naar herkomst lokaliseren van zwerfstenen kennis van de gehele groep noodzakelijk is. Vanzelfsprekend geldt dit ook voor rhombenporfieren, die niet alleen samengaan met andere gesteenten uit het Oslogebied maar ook vergezeld kunnen gaan van zwerfstenen die op weg naar het Z. werden opgenomen. Hierbij gaat het vooral om gesteenten uit het Skagerrak, het Kattegat en Denemarken.

Bazalt (fig. 16, 17, 18 en 19)

MÜLLER (1941) vestigde als eerste de aandacht van zwerfsteenverzamelaars op een aantal basische gesteenten die behalve in het Oslogebied ook, en zelfs nog meer, voorkomen aan de Zweedse kuststrook langs het Skagerrak. Wat Müller toen nog essexiet en essexiet-porfiriet noemde wordt door de huidige Noorse geologen allemaal bazalt genoemd. De verschillende formaties dragen nu behalve de naam "bazalt" een nummer. Van deze gehele groep zal het de amateur slechts bij uitzondering lukken een type met behulp van hamer en loupe te herkennen. In oude verzamelingen zijn echter tientallen zwerfstenen aangetroffen die als essexiet-porfiriet stonden ingeschreven, maar het zijn bijna zonder uitzonderingen diabaasporfiriëten die uit geheel Fennoscandië afkomstig kunnen zijn. De laatste hebben veelal gedrongen, grove, niet zonair gebouwde plagioklaaskristallen die onregelmatig verspreid liggen in een op de verse breuk zwarte of zwart-groene, min of meer duidelijk ophiëtische grondmassa. Maar de z.g. Osloër-essexieten, zover voor ons als zodanig herkenbaar, bezitten langgerekte, dunne plagioklazen die soms zonair gebouwd zijn en in hoofdzaak evenwijdig aan elkaar liggen in een zelden ophiëtische, soms trachietische, muiskgrijze, paarsgrijze of donkerpaarse doch slechts zelden echt zwarte grondmassa.

Melafier

Melafier is ook een verouderde maar niettemin in de zwerfsteenkunde bruikbare naam. Behalve uit het Oslogebied komt melafier stellig ook uit Skåne. Daar is een hele serie melafieren, kullaiëten en syenietporfieren aanwezig waarvan



Fig. 24: Moler. Verwerkingsvlak 8,5x8 cm. Donker-grijze astuf en lichte diatomiet; de laatste duidelijker gelaagd dan de eerste. Strandsteen van Klim, N.W.-Jutland.

de samenhang met de permische Osloënyieten is bewezen. Melafier is echter meestal geen betrouwbaar gidsgesteente, want het komt ook voor op de Oostzeebodem tussen Gotland en de moedergesteenten van de beide Oostzeekwartsporfieren. Vandaar dat we melafieren in alle mogelijke zwerfsteengezelschappen kunnen aantreffen, al is het nergens veelvuldig. Maar volgens pers. meded. van de heer J.G. ZANDSTRA mag een uitzondering gemaakt worden voor de Oslomelafieren, die veel overeenkomst vertonen met de dichte Oslobazalten met augiet-, olivijn- en/of smalle veldspaatstelingen.

Moler (fig. 24)

Moler is een vroeg-tertiair gesteente, dat behalve door vele Deense geologen ook is beschreven door HOUTMAN (1980) en MOOIJ (1985). Vooral in het Skagerrak en op Jutland zijn tientallen meters dikke lagen vulkanische as afgezet. Laagjes astuf van mm's tot cm's dikte worden afgewisseld door laagjes diatomeënaarde (= diatomiet). Op sommige plaatsen in Noord-Jutland zijn zulke afzettingen zo week, dat men ze tussen de vingers gemakkelijk fijnwrijft. Maar elders op de bodem van het Skagerrak zijn beide sedimenten stevig verkit met kalk, kiezelzuur of dolomiet, zodat de hamer nodig is om zwerfstenen ervan op de breuk te kunnen bekijken. Zulke zwerfstenen zijn algemeen op de stranden van Noord-Jutland. We mogen verwachten dat enkele van de hardste ook Nederland bereikt hebben, hoewel Nederlandse zwerfstenen van dit type mij niet bekend zijn. Ze worden ook cementsteen genoemd.

Tuffen met vezelcalciet (fig. 25 en 26)

Eveneens vanaf het Skagerrak, maar vlg. pers. meded. van Deense geologen nog meer in het

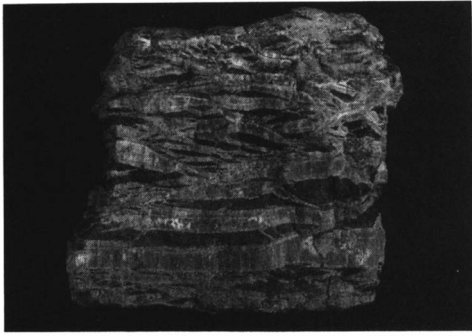


Fig. 25: Eocene astuf. Breukvlak 9x8 cm. Roestbruine tot gele, kleiachtige tuflagen; afgewisseld door partijen vezelcalciet; calciet staat loodrecht op de lagen astuf. Groeve Wilberding, Steinfeld, Niedersachsen.

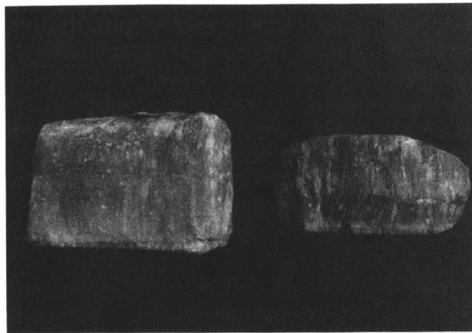


Fig. 26: Vezelcalciet met overlangse naad. Zwerfstenen; 50x25 mm; uit telling Siddeburen, R.G.D. nr. 107; resp. 45x30 mm, Heiligenhafen.

Kattegat tussen het Zweedse Hallandslän en Denemarken komen onder-eocene astuffen voor in laagjes van mm-tot cm- dikte, afgewisseld door laagjes vezelcalciet. De naaldvormige kristallen van het vezelcalciet staan loodrecht op de aslagen. Zulke astuffen komen voor bij de Limfjord en ook, in glaciaal gestuwde positie, nabij de oppervlakte in Duitsland en Oost-Nederland. Zie MULDER(1950) en RÖMER (1979). Als complete zwerfsteen zullen ze niet ver gekomen zijn, want de kleiachtige astuf is te week om ver transport te kunnen doorstaan. Brokken vezelcalciet tot 15 cm dikte zonder aanhechtende afstuf zijn in Sleeswijk-Holstein gevonden. Brokjes vezelcalciet van vier tot acht cm dikte komen in Nederland voor in niet ontkalkt west-baltisch keileem.

Bos (1968) merkte op, dat hij in de zandzuigerij bij Tietjerk slechts één rhombenporfier en geen vezelcalciet aantrof. Dit kan geen gevolg zijn van chemische verwerking, want kalkstenen uit de westelijke Oostzee zijn te Tietjerk niet zeldzaam. Maar in de Bergumermeer en uit de haven van Drachten vond Bos (1968) zowel veelvuldig rhombenporfier als vezelcalciet. Ook

SCHUDDEBEURS (1958a) noemde vele brokken vezelcalciet van Drachten.

Vuursteenconglomeraat (fig. 27, 28 en de voorplaat)

Door ÖDUM (1968a, 1968b) werd voor het eerst ruimschoots aandacht besteed aan het voorkomen van vuursteenconglomeraat in Denemarken. Ook SJÖRRING (1983a,b) beschreef ze. MEYER (1971) vond ze in Ostfriesland. Zowel in Denemarken als in Duitsland komen ze zowel in Saalien- als in Weichselienmorenen voor en dat altijd tesamen met Noorse kristallijne gidsgesteenten, waarbij de rhombenporfieren steeds de hoofdrol spelen. Ödum neemt aan, dat deze conglomeren gedurende het Tertiair ontstonden, hetzij langs een tektonisch veroorzaakte steile kust of langs een continentale helling.

In mijn verzameling berust een vondst uit Werpeloh en een tweede vondst uit de onderste van de drie grondmorenen van Hemmoor, die door MEYER en EHLERS (1979) als Elsterien wordt beschouwd vanwege het grote aandeel Oslozwerfstenen. Uit Nederland ken ik een vondst door K. van der Kley, afkomstig van Kerkenveld t.Z.v. Hoozevee. Van het zwerfsteengezelschap te Kerkenveld is mij niets nader bekend. Bos vond een vuursteenconglomeraat te Noordbergum, nu bewaard in het Museum Natura Docet te Denekamp. Beide verzamelaars noemden het vuursteenbreccies, maar dat is te begrijpen omdat die in hun tijd reeds waren beschreven en de vuursteenconglomeren niet.

Vuursteenconglomeraten bevatten min of meer goed afgeronde vuursteenrolstenen tot 5 cm grootte. Af en toe komt er bovendien een rolsteen in voor van een kwartsiet-type, dat uit Telemarken in Noorwegen komt. Er omheen is een korrelige kwartsietische zandsteen massa. De kwartzandkorrels zijn zelden groter dan 1 mm. Het geheel is met chalcedoon verkit en kleine, met kwarts of chalcedoon bekleedde holten komen af en toe voor. De buitenkant van deze rolstenen kan grijs tot zwartgrijs zijn, maar ook geelbruin tot geelachtig grijs. Sommige hebben een witte korst. Op de breuk zijn ze lichter grijs of geelachtig grijs. De rolstenen bestaan uit Senoon vuursteen (Campanien en Maastrichtien). Vuursteenbreccies komen ook wel voor. Ze bezitten veel minder grondmassa, die soms op porselein lijkt. Ze zijn zeldzamer dan vuursteenconglomeraten.

Samenvattend kan gezegd worden, dat alleen te Noord-Bergum en te Drachten opmerkelijke hoeveelheden vezelcalciet en een vuursteenconglomeraat zijn gevonden als begeleiders van relatief veel kristallijne gidsgesteenten uit het Oslo-gebied.

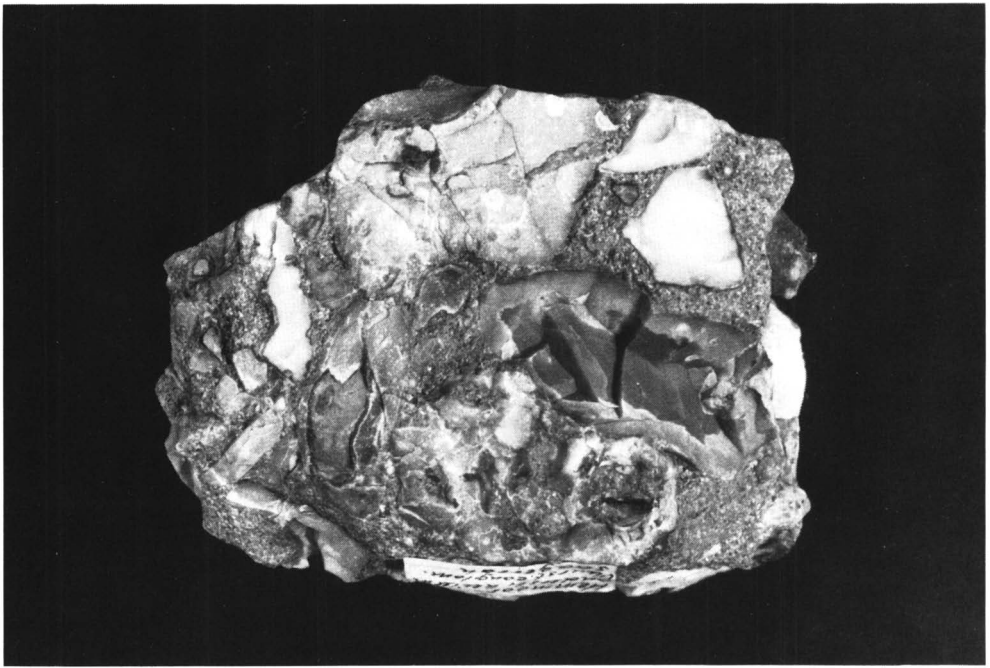


Fig. 27: Vuursteenconglomeraat, 11x8 cm. Vuursteenrolstenen in korrelige matrix. Hemmoor, Niedersachsen.

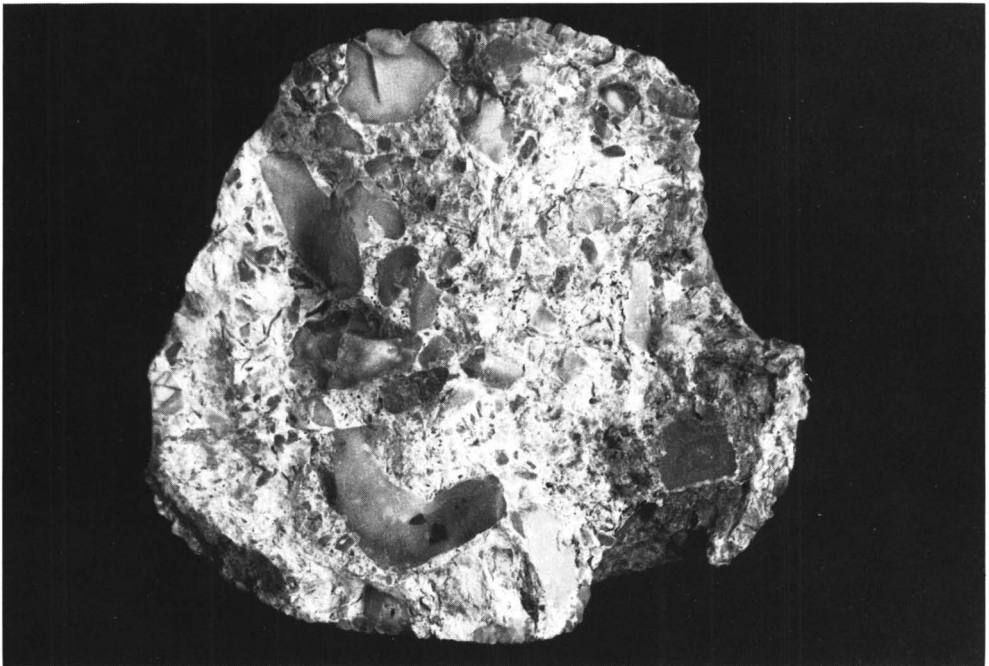


Fig. 28: Vuursteenbreccie, 12x11 cm. Hoekige brokken vuursteen in zeer fijnkorrelige porceleinachtige matrix. Werpeloh.

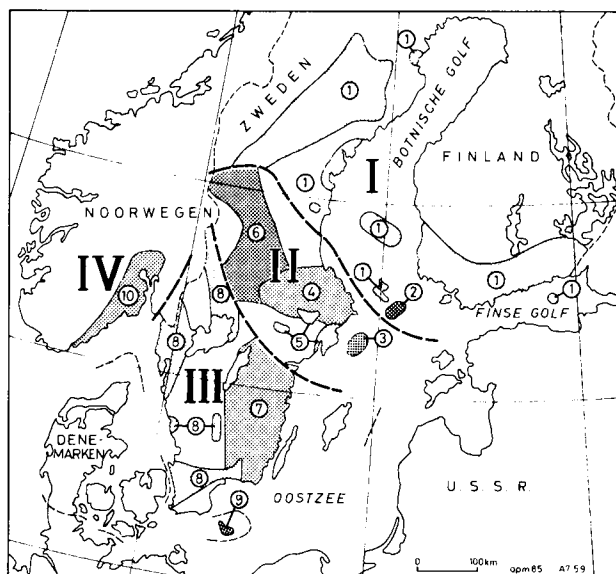


Fig. 29: Indeling van de herkomstgebieden. I-IV volgens Hesemann-methode; 1 - 10 volgens de methode van de Rijks Geologische Dienst.

LOOP EN VERLOOP VAN HET FENNOSCANDINAVISCH LANDIJS

Uit de voorgaande hoofdstukken bleek reeds, dat Oslo-gesteenten zijn aangetroffen in de morenen van alle ijstijden in Noordwest-Europa. Het al dan niet voorkomen ervan van plaats tot plaats maakte gevolgtrekkingen mogelijk over veranderingen van de ijsbedekking en over de richting vanwaar het ijs gekomen kan zijn. Reeds in het begin van deze eeuw had de gedachte postgevat, dat in het begin van een ijstijd het Noorse ijs de hoofdrol speelde. Bijvoorbeeld KRUIZINGA (1918) nam aan, dat de zeer weinige Noorse zwerfstenen die men in Nederland had gevonden door Noors ijs een eindweegs zuidwaarts vervoerd waren om later door Baltisch ijs te worden afgezet op de plaats waar we ze nu aantreffen. Deze opvatting ontmoeten we ook bij herhaling in de jongere literatuur. Volgens EISMANN (1967, 1979) is tijdens het Elsterien het landijs uit de Oslofjord eerst ver naar het oosten, zuiden en westen doorgedrongen om later plaats te maken voor het Zweedse ijs en daarna voor dat uit Åland en Finland. Eismann acht het zeer goed mogelijk dat er nog meer veranderingen in de hoofdrichting van het landijs zijn geweest. Zoals in hoofdstuk 6 werd uiteengezet, hebben zulke omleggingen van west naar oost volgens SJÖRRING (1981, 1983a) in Denemarken drie maal plaatsgevonden. Zowel WENNBERG (1951) als GRIPP (1964) beschreven voor het Weichselien van Sleeswijk-Holstein een overeenkomstig verloop, maar niet voor het Saalien-ijs. Zwerfsteentellingen uit de oudste Saalienmore-

nen tonen daar een Zweedse herkomst aan. In de jongere Saalienafzettingen (Warthe) is de oost-baltische invloed groter, maar nergens zo extreem als op veel plaatsen in Noordoost-Nederland het geval is.

Vanzelfsprekend zocht men ook naar verklaringen voor deze veranderingen in het verloop van de ijstijden. WOLDSTEDT en DUPHORN (1974) hebben opgemerkt, dat aan het begin van iedere ijstijd in West-Scandinavië vanuit de Atlantische Oceaan de meeste neerslag viel, zodat de Oslo-gletsjers zich gemakkelijk tot in Noord-Duitsland konden uitstrekken. Toen de ijscheiding zich geleidelijk meer en meer naar het noordoosten verplaatste tot halverwege de Botnische Golf, kreeg het landijs vandaaruit de belangrijkste voeding. Zo ligt de veronderstelling voor de hand, dat ook het Saalien begon met een aanzienlijke uitbreiding van het ijs uit het Oslo-gebied, maar daarvoor zijn noch in Duitsland, noch in Nederland overtuigende aanwijzingen.

Volgens STEPHAN (in EHLERS *et al.* 1984) zou er voor de verandering van de stroomrichting nog een andere reden kunnen zijn, die in verband staat met het warmer worden van het klimaat tegen het aflopen van een ijstijd. Het Scandinavische ijs zou aan de westzijde het eerst in verval geraakt zijn en vooral in Zuid-Noorwegen en West-Zweden stagneerden de ijsmassa's en smolten af. Als gevolg daarvan stond de Noorse ijsbarrière het Oostzee-ijs niet langer in de weg en kon dit naar het Westen oprukken; in Denemarken zelfs naar het noordwesten.

Deze vanzelfsprekend hypothetische verklaringen zeggen alleen iets over de veranderingen

Tabel IV Kristallijne gidsgesteenten

Plaatsnaam, nummer lokatie en Hesemann-formule	Noord Lange Aren 243/ 4330	Hoogveld I 246 10000	Zuid Lange Aren 247/ 9110	Hoogveld II 250 9000	Hoogveld III 251 9100	Vries, t.Z.v. Bongveenweg 284/ 6130	Donderboerveld I 285 9110
Gidsgesteenten							
Groep I							
Aland rapakiwi	2	25	8	13	6	3	11
Aland graniet en -apliet	19	89	42	154	46	21	85
Aland granofier	3	10	11	9	3	2	8
Haga graniet	1	1	1	1	-	-	-
Aland kwartsporfier	-	3	3	4	3	1	5
Aland granietporfier	8	18	16	20	8	4	24
Prick graniet	-	1	1	3	-	2	4
Pyterliet	-	2	2	1	3	-	1
Donkere rapakiwi	-	3	2	-	1	-	-
Monzonietisch gandsfacies van rapakiwi	-	-	-	-	-	2	3
Rapakiwi van Aland en Finland	-	-	-	-	-	-	1
Finse rapakiwi granietporfier	1	4	4	1	2	-	-
Perniögraniet	-	2	-	-	-	-	-
Botnische golf gneis-graniet	2	9	4	8	2	1	3
Botnische golf granofier	-	1	-	-	-	-	-
Botnische golf kwartsporfier	1	1	-	-	-	-	-
Rödö granietporfier	-	1	-	-	-	-	-
Tweeglimmergran. v. Ångermannland	-	1	-	-	1	1	-
Grijze Revsund graniet	-	-	-	-	1	-	-
Rode Oostzee kwartsporfier	-	1	1	3	3	2	5
Totaal groep I	37 = 44,0%	172 = 99,6%	95 = 86,4%	217 = 94,7%	79 = 86,8%	39 = 61,9%	150 = 86,7%
Groep II							
Uppsala graniet	-	-	-	-	-	-	1
Stockholm graniet	2	-	2	-	-	1	2
Bredvad porfier	10	1	3	4	1	3	7
Heden porfier	-	-	1	-	-	-	-
Särna porfier	1	-	-	-	-	-	-
Kallberg porfier	-	-	-	-	1	-	-
Elfdalen porfier	-	-	2	1	-	-	-
Grönklitt porfieriet	1	1	1	-	3	-	1
Venjan porfieriet	-	-	-	-	-	1	-
Overige Dalarnaporfier	5	-	-	-	2	-	-
Oostzee syenietporfier	-	-	-	-	-	-	1
Bruine Oostzeekwartsporfier	6	-	-	1	2	-	-
Totaal groep II	25 = 29,8%	2 = 1,2%	9 = 8,0%	6 = 2,6%	9 = 9,9%	5 = 7,9%	12 = 6,9%
Groep III							
Alö graniet	-	-	-	-	-	2	-
Småland graniet, diverse	14	4	2	3	2	11	6
Lönneberga porfier	1	-	-	-	-	-	2
Småland porfier, diverse	3	-	1	-	-	3	-
Blekinge graniet	-	-	-	-	-	-	1
Bornholm streepgraniet	-	-	-	1	-	1	-
Bornholm graniet, diverse	1	-	2	-	-	2	2
Bazalt	2	-	1	1	1	-	-
Totaal groep III	21 = 25,0%	4 = 2,2%	6 = 5,5%	5 = 2,2%	3 = 3,3%	19 = 30,2%	11 = 6,4%
Groep IV							
Rombenporfier	1 = 1,1%	-	-	1 = 0,4%	-	-	-
Totaal aantal gidsgesteenten	84	178	110	229	91	63	173

Tabel V Kristallijne gidsgesteenten

Plaatsnaam, nummer lokatie en Hesemann-formule	Hoogveld III 306 9000	Donderboer- veld II 313/ 5230	De Stroeten Vries 314/ 5140	Peester Maden 315 2350	Noordlange Aren 316/ 3150	Grote Mat- sloot 318/ 5140	Paasveen I 341 5140
Gidsgesteenten							
Groep I							
Åland rapakiwi	9	13	3	1	-	4	7
Åland graniet en -apliet	70	21	24	7	14	16	19
Åland granofier	9	12	2	3	2	2	3
Häga graniet	1	-	1	-	-	-	1
Åland kwartsporfier	4	-	-	-	-	-	1
Åland granietporfier	10	8	6	-	6	2	11
Prick graniet	-	1	2	-	-	2	4
Pyterliet	3	2	-	-	-	-	-
Witte rapakiwi	-	-	1	-	-	-	-
Monzonietische randfacies van rapakiwi	-	-	-	-	1	-	-
Finse rapakiwi	1	-	1	-	-	-	-
Finse rapakiwi granietporfier	4	2	-	-	-	-	1
Botnische golf gneisgraniet	7	-	1	-	-	-	-
Botnische golf kwartsporfier	-	-	-	-	-	-	1
Botnische golf albietsporfier	-	-	-	-	-	-	1
Rödö granietporfier	-	1	-	-	-	-	1
Tweeglimmergran. v. Ångermannland	1	-	1	-	-	-	-
Grijze Revsund graniet	-	-	-	1	-	-	-
Rode Oostzee kwartsporfier	9	-	-	1	-	-	2
Totaal groep I	128 = 91,4%	60 = 50,4%	42 = 50,0%	13 = 17,8%	23 = 34,8%	26 = 46,4%	52 = 50,4%
Groep II							
Stockholm graniet	1	-	2	5	-	2	2
Bredvad porfier	4	10	4	4	3	2	4
Heden porfier	-	1	-	-	-	-	-
Särna porfier	-	-	-	-	-	1	1
Kallberg porfier	-	2	1	-	1	-	-
Grönklitt porfieriet	-	4	2	7	3	-	2
Venjan porfieriet	-	1	-	1	-	-	-
Overige Dalarnaporfier	1	-	1	2	-	-	3
Digerberg tuffiet	-	3	-	-	1	-	1
Bruine Oostzeekwartsporfier	-	-	-	2	-	-	-
Totaal groep II	6 = 4,3%	21 = 17,6%	10 = 11,9%	21 = 28,8%	8 = 12,1%	5 = 8,9%	13 = 12,6%
Groep III							
Filipstad graniet	-	-	-	1	-	-	-
Fellingsbro graniet	-	-	1	-	-	-	-
Flivik graniet	-	-	-	-	1	-	-
Alö graniet	-	10	-	-	-	-	-
Småland graniet, diverse	5	15	20	21	21	17	24
Lönneberga porfier	-	2	-	1	-	-	-
Emarp porfier	-	-	-	-	1	-	-
Småland porfier, diverse	1	11	6	9	4	2	9
Småland eutaxiet (ignimbriet)	-	-	-	-	-	1	-
Blekinge graniet	-	-	-	-	-	-	1
Västervik kwartsiet	-	-	-	1	-	-	-
Bornholm streepgraniet	-	-	-	-	2	-	-
Bornholm graniet, diverse	-	-	1	1	-	2	1
Bazalt	-	-	4	5	6	3	3
Totaal groep III	6 = 4,3%	38 = 32,0%	32 = 38,1%	39 = 53,4%	35 = 53,0%	25 = 44,6%	38 = 36,9%
Groep IV geen vondsten							
	-	-	-	-	-	-	-
Totaal aantal gidsgesteenten	140	119	84	73	66	56	103

Tabel VI Kristallijne gidsgesteenten

Plaatsnaam, nummer lokatie en Hesemann-formule	Paasveen II 342 8110	Vries, t.O.v. Roderweg 343/ 8110	Vries, t.N.v. fietsp. Roderw. 344/ 8110	Donderen t.W.v. Matsloot 345/ 5230	Vries, t.N.v. fietsp. Roderw. 346/ 8110	Norg, t.W.v. Roderweg I 347/ 4140	Lieverder Nyeland 350/ 6120
Gidsgesteenten							
Groep I							
Åland rapakiwi	7	18	7	2	17	1	9
Åland graniet en -apliet	50	96	42	16	111	16	22
Åland granofier	10	9	6	4	20	1	3
Haga graniet	1	1	2	-	3	2	-
Åland kwartsporfier	4	1	2	1	5	-	-
Åland granietporfier	9	23	6	8	22	6	7
Prick graniet	2	4	2	2	5	2	2
Pyterliet	3	1	-	-	1	-	-
Monzonietische randfacies van rapakiwi	-	3	4	-	3	2	-
Finse rapakiwi granietporfier	2	3	2	-	4	-	1
Botnische golf gneisgraniet	4	5	-	-	9	-	-
Botnische golf kwartsporfier	2	1	-	2	-	-	-
Botnische golf granofier	-	-	-	-	1	-	-
Rödö kwartsporfier	-	1	-	-	-	-	-
Rödö granietporfier	-	1	-	-	-	-	-
Tweeglimmergraniet v. Ångermannland	-	-	-	-	-	1	-
Ångermannland syenietgabbro	-	-	-	-	-	-	1
Ångermannland rapakiwi	-	-	1	-	-	-	-
Grijze Revsundgraniet	-	-	-	3	-	-	-
Rode Oostzee kwartsporfier	3	3	1	-	7	-	2
Totaal groep I	97 = 76,3%	170 = 79,1%	75 = 79,8%	38 = 48,7%	208 = 83,2%	31 = 42,5%	47 = 63,5%
Groep II							
Uppsala graniet	-	1	-	-	-	-	-
Stockholm graniet	4	2	2	3	1	1	1
Stockholm vlekkengraniet	-	-	-	-	-	1	-
Stockholm vlekkenkwartsiet	-	-	-	2	-	-	-
Bredvad porfier	7	3	4	4	4	3	3
Heden porfier	-	-	1	2	-	-	-
Kallberg porfier	1	-	-	-	-	-	-
Elfdalen porfier	-	1	-	-	-	2	-
Garberg porfier	-	1	-	-	-	-	-
Grönklitt porfieriet	1	1	1	-	4	3	1
Venjan porfieriet	-	1	-	-	-	-	1
Overige Dalarnaporfier	-	5	2	-	3	1	3
Digerberg tuffiet	-	1	1	-	-	-	1
Garberg graniet	-	-	-	-	-	-	1
Dalarna graniet, diverse	1	-	-	-	-	-	-
Bruine Oostzee kwartsporfier	-	3	-	3	5	1	-
Totaal groep II	14 = 11,0%	19 = 8,8%	11 = 11,7%	14 = 17,9%	17 = 6,8%	12 = 15,0%	12 = 14,8%
Groep III							
Vånevik graniet	-	-	-	-	-	-	1
Småland graniet, diverse	11	18	6	14	23	13	8
Lönneberga porfier	-	-	-	1	-	-	-
Småland porfier, diverse	3	2	-	8	1	14	2
Småland eutaxiet (ignimbriet)	-	1	-	-	-	-	-
Bohuslän graniet	-	-	-	-	-	-	1
Hammergraniet	-	-	-	-	-	-	1
Bornholm graniet, diverse	-	3	-	3	1	1	2
Bazalt	2	2	2	-	-	3	1
Totaal groep III	16 = 12,6%	26 = 12,1%	8 = 8,5%	26 = 33,3%	25 = 10,0%	31 = 42,5%	16 = 21,6%
Groep IV geen vondsten	-	-	-	-	-	-	-
Totaal aantal gidsgesteenten	127	215	94	78	250	73	74

Tabel VII Kristallijne gidsgesteenten

Plaatsnaam, nummer lokatie en Hessemann-formule	t.W.v. Don- deren bij Matsloot 360/ 4150	Veenweg t.O. v. Donderen 361/ 6130	de Hoogte, t.N.v. Donderen 362/ 9100	Langaarweg t.W.v. Donderen 363/ 5230	Noordenveld t.Z.v. Bunnerveen 364/ 8010	Zuideresch Donderen 365/ 10000
Gidsgesteenten						
Groep I						
Åland rapakiwi	2	5	11	6	18	29
Åland graniet en -apliet	8	20	46	24	37	88
Åland granofier	-	6	5	4	3	10
Häga graniet	-	2	1	-	1	4
Åland kwartsporfier	-	-	1	-	2	3
Åland granietporfier	4	5	7	7	13	31
Prick graniet	-	2	3	2	1	1
Pyterliet	-	-	1	-	1	3
Monzonietische randfacies v. rapakiwi	-	-	-	-	-	1
Finse rapakiwi granietporfier	-	3	2	1	2	7
Finse rapakiwi	-	-	-	-	-	2
Botnische golf gneisgraniet	-	1	3	-	8	8
Botnische golf kwartsporfier	-	-	2	-	1	3
Witte rapakiwi	-	-	1	-	1	-
Wiborgiet	-	-	-	-	1	-
Finse oeralietporfieriet	-	-	-	-	1	-
Rödö kwartsporfier	-	-	-	-	-	1
Rode Oostzee kwartsporfier	-	3	4	1	3	8
Totaal groep I	14 = 38,8%	47 = 59,4%	87 = 92,5%	45 = 49,4%	93 = 81,6%	199 98,5%
Groep II						
Stockholm graniet	2	2	-	2	2	-
Stockholm vlekkenkwartsiet	-	1	-	-	-	-
Bredvad porfier	1	4	-	8	1	1
Kallberg porfier	-	1	-	-	-	-
Grönklitt porfieriet	1	1	-	3	1	2
Overige Dalarnaporfier	-	1	-	4	-	-
Digerberg tuffiet	-	-	-	1	1	-
Dalarna graniet, diverse	1	-	-	-	-	-
Bruine Oostzee kwartsporfier	-	-	-	4	-	-
Totaal groep II	5 = 13,9%	10 = 12,6%	-	22 = 24,2%	5 = 4,4%	3 = 1,5%
Groep III						
Småland graniet, diverse	13	14	6	16	11	-
Småland porfier, diverse	1	4	1	6	2	-
Småland eutaxiet (helleflint)	-	-	-	-	1	-
Blekinge graniet	-	1	-	1	-	-
Bornholm streepgraniet	1	-	-	-	2	-
Bornholm graniet, diverse	1	1	-	-	-	-
Bazalt	1	2	-	1	-	-
Totaal groep III	17 = 47,2%	22 = 27,8%	7 = 7,5%	24 = 26,3%	16 = 14,0%	-
Groep IV						
geen vondsten	-	-	-	-	-	-
Totaal aantal gidsgesteenten	36	79	94	91	114	202

fig. 22 geschetste gebied. Het bestaan van deze ruggen is al zeer lang bekend en hun richting wordt de Hondsrugrichting genoemd. Het verschil in zwerfsteengezelschappen op de ruggen en daarnaast zet zich over hun gehele lengte voort. Omdat de beschrijving van dit verschijnsel buiten het bestek van dit artikel valt volsta ik hier met de vermelding ervan. Dat tijdens dit onderzoek tevens bleek dat de Oslogesteenten op het Hooge Veld zo goed als geheel ontbreken is een onverwacht nevenresultaat.

Op de hoge ruggen kon het streefgetal van 100 kristallijne gidsgesteenten per telling meestal gemakkelijk bereikt worden. De stenenrijkdom in deze oostbaltische gezelschappen is bijna overal 10 x zo groot als in Zuid-Zweedse. Op de lagere gronden was veel minder materiaal aanwezig en dikwijls komen zelfs bij het tot een meter diep ploegen en/of woelen weinig of zelfs geen stenen boven. Daarom is genoeg genomen met kleinere aantallen stenen per lokatie. Bijvoorbeeld telling 360 leverde slechts 36 gidsgesteenten op met HF 4150. Meestal maakt het weinig uit of het aantal gidsgesteenten 30, 80 of meer is. Maar in twee van de tien gevallen zullen zich verschuivingen van 10 à 20% in de HF voordoen tussen het lage en het hoge aantal. Gesteld dat dit ook hier het geval geweest zou zijn, dan zou telgroep I nog niet meer dan 60% van het totaal aantal gidsgesteenten bedragen, d.w.z. toch duidelijker kleiner zijn dan op de hoge ruggen.

De zwerfstenen van telling nr. 99 zijn gegraven uit het profiel en de bodem van een nieuwe sloot; die van telling nr. 100 uit de bouwput voor een dieprioolkolk; die van nr. 131 uit de geul van een aan te leggen weg; nr. 203 uit de geul voor een aardgasleiding en nr. 361 uit sloten aan weerszijden van een weg. Al dit materiaal komt

van diepten tussen 0,8 en 1,5 m onder maaiveld. Van de overige tellingen zijn de stenen door aardappelrooimachines uitgezeefd, meestal van diepgewoelde akkers of weiden.

Op 15 plaatsen zijn alle zwerfstenen geteld. Van de overige zijn alleen kristallijne zwerfstenen verzameld. Om een indicatie te verkrijgen over de mate van verwerking van de stenen werd hier en daar de verhouding kristallijn: zandsteen: vuursteen berekend uit 400 à 500 stenen. De zo verkregen gegevens bevestigen vroegere resultaten. Zie SCHUDEBEURS (1980-1981, 1982, 1986a).

DANKBETUIGING

Zonder de waardevolle en vriendschappelijke hulp van vele zijden zou dit artikel niet geschreven zijn. De heren G.H.J. Ruegg en J.G. Zandstra gaven ter plekke inlichtingen over de lithostratigrafie van de ontsluitingen te Renkenberge en Wippeningen. Bovendien las de heer Zandstra het manuscript kritisch door en stelde verscheidene verbeteringen voor.

De heren H. Jager en J.A. de Jong hebben vooral in het veld zeer veel werk verzet. De omslagfoto werd ter beschikking gesteld door de heer Dr S. Sjörring. De foto's nr. 20 en 21 zijn gemaakt door de heer H. Huisman; alle overige door de heer G. Oosterveen. Het tekenwerk is verzorgd door de heer J.G.J. Donders, het typen door mevrouw K. van Schalkwijk von Henning en de vertaling van de samenvatting door de heer H. Pijlman. De hulp van mijn vrouw, zowel actief als passief door me mijn gang te laten gaan, is niet in enkele woorden te vatten. De redactie van dit tijdschrift stelde aanzienlijke plaatsruimte ter beschikking. Hen allen zeer hartelijk dank!

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Artikel wird eine Übersicht über das Vorkommen von Leitgeschieben aus dem Oslo-Gebiet in glazigenen und glaziofluvialen Ablagerungen in Europa gegeben.

Es handelt sich um seltene bis sehr seltene Geschiebe, aber sie sind gefunden worden bis an die äußerste Grenze des Landeises, wie auf den Orkney-Inseln, im tschechischen Schlesien und in Westpolen, und zwar sowohl in Ablagerungen aus der Elster-Eiszeit wie aus der Saale- und Weichsel-Eiszeit. Dort, wo diese Gesteine durch ihre Menge als wesentlicher Bestandteil solcher Ablagerungen betrachtet werden müssen, dürfen gleichfalls Geschiebe aus dem Skagerrak, Kattegat und Nord-Jütland erwartet werden.

In den Niederlanden enthalten nur einige Grundmoränen in der Provinz Friesland solche Geschiebegemeinschaften, aber auch da macht der erwiesene Anteil der Leitgeschiebe aus dem Oslo-Gebiet höchstens einige Prozente von der Gesamtzahl der Leitgeschiebe aus. Nur bei Veenwouden und Drachten kommen größere Anzahlen vor, aber genaue Angaben fehlen. Wenn Geschiebe aus dem Oslo-Gebiet in nennenswerten Mengen vorkommen, so sind in solchen Gemeinschaften nur 0 bis 20% ostbaltische Leitgeschiebe enthalten. Wo aber die letztgenannten Geschiebe überwiegen, werden meistens gar nicht oder höchstens nur vereinzelt Geschiebe aus dem Oslo-Gebiet angetroffen. An einigen Stellen in der BRD, und zwar im Hümmling, Ostfriesland und Nord-Niedersachsen stammt in den glaziofluvialen oder fluvialen Ablagerungen unter der Saalien-Grundmoräne erwiesenermaßen bis ca. 50% der Leitgeschiebe aus dem Oslo Gebiet. Es gibt - zwar schwache - Indizien dafür, daß dies auch der Fall sein könnte in vergleichbaren Ablagerungen in den nördlichen Niederlanden, die zur Formation von Urk gerechnet werden. In Grundmoränen aus der Elster-Eiszeit in der BRD kann es Oslo-Geschiebe geben, aber dann immer weniger als 10%. Nur in NW Jütland sind sie allgemein bis vorherrschend.

LITERATUUR

- BENNHOLD, W., 1928: Zur Verbreitung der aus dem südlichen Norwegen stammenden Geschiebe. Zeitschr. für Geschiebeforschung 4, 153-156.
- BOS, L.B., 1944: Geologie voor natuurvrienden. 2e druk. pp. 117. Naarden.
- BOS, L.B., 1968: Naar de zandzuigerij aan de Zomerweg te Bergum. Grondboor en Hamer 136-138.
- BRAUN, F.J., 1978: Geschiebekundliche und mineralogische Besonderheiten im Endmoränen-Stauchwall von Moyland bei Kalkar/Ndrh. Fortschr. Geol. Rheinland u. Westfalen 28, 325-333.
- DUDZIAK, J., 1978: Der Geschiebeinhalt von Glazialablagerungen im Vorland der Westkarpathen. Zeitschr. geol. Wiss. 6, 1245-1250.
- EHLERS, J., Gefügekundliche und sedimentpetrographische Untersuchungen im Pleistozän der Kreidegrube Hemmoor/Nordwest-Niedersachsen. Geol. Jb. A. 49, 27-37.
- EHLERS, J., K-D. MEYER en H.-J. STEPHAN, 1984: Pre-Weichselian glaciations of North-West Europe. Quaternary Science Reviews. Vol. 3, nr. 1, 1-40.
- EISSMANN, L., 1967: Rhombenporphyrgeschiebe in Elster- und Saalemoränen des Leipziger Raumes. Abhandl. und Berichte des naturk. Museums Mauritianum 5, 37-46.
- EISSMANN, L., 1979: Leitlinien der Quartärentwicklung im nordeutschen Tiefland. Ein stratigraphisch-fazieller Schnitt vom Mittelgebirgsrand zur Küste. Zeitschr. geol. Wiss. 7, 451-462.
- EISSMANN, L., 1982: Zum Ablauf der Elstereiszeit in der Leipziger Tieflandbucht unter besonderer Berücksichtigung geschiebeanalytischer Befunde. Zeitschr. geol. Wiss. 10, 771-781.
- FABER, F.J., 1960: Aanvullende hoofdstukken van de geologie van Nederland. Dl. IV, pp 607. Gorinchem.
- FABER, F.J., 1971: Hoe Nederland ontstond. pp 128. Wassenaar.
- GABA, Z., 1974: Rhombenporphyr und Prickgranit als Geschiebe im tschechoslowakischen Schlesien. Der Geschiebe-Sammler 9, 29-30.
- GENIESER, K., 1964: Zur Herkunft und Verbreitung von Elbeleitgeröllern im norddeutschen Flachland. Lauenburgische Heimat, Heft 45, 38-48.
- GRAHMANN, R., 1935: Bemerkungen über das Auftreten von Basalt- und Phonolithgeröllern im Norddeutschland. Zeitschr. für Geschiebeforschung, Bd. 11, Heft 4, 163-166.
- GRIPP, K., 1964: Erdgeschichte von Schleswig-Holstein, pp. 411. Neumünster.
- GROETZNER, J.-P., 1972: Geschiebeführung und Stratigraphie saale-eiszeitlicher Ablagerungen (Pleistozän) im Südwestteil des Uelzener Beckens (Nordost-Niedersachsen) Mitt. Geol. Inst. Techn. Univ. Hannover, Heft 11, 1-77.
- HAASE, H., 1963: Ist der Harz vergletschert gewesen? Harzer Druckerei, pp. 30. Clausthal-Zellerfeld.
- HEIDE, G.D. v.d., 1956: Rhombenporphyrien in Hinderlophen. Grondboor en Hamer, 107-108.
- HEISE, W., 1929: Rhombenporphyr als Gesteinstypus und als Geschiebe. Zeitschr. für Geschiebeforschung Bd. V. 43-47.
- HELLAND, A., 1879: Über die glacialen Bildungen der nordeuropäischen Ebene. Zeitschr. der deutsch. geol. Gesells., Bd. 31, 63-106.
- HESEMANN, J., 1930: Wie sammelt und verwertet man kristalline Geschiebe? Sitz. ber. Geol. Landesanstalt 5, 188-196.
- HESEMANN, J., 1937: Geschiebeuntersuchungen in Schleswig-Holstein. Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. 57, 418-434.
- HESEMANN, J., 1939: Diluvialstratigraphische Geschiebeuntersuchungen zwischen Elbe und Rhein. Abh. Naturw. Verein zu Bremen, Bd. 31.
- HESEMANN, J., 1975: Kristalline Geschiebe der nordi-

- schen Vereisungen. Geol. Landesamt Nordrhein-Westfalen, pp. 267. Krefeld.
- HOLTEDAHL, H., 1956: On the Norwegian continental terrace, primarily outside Møre-Romsdal, its geomorphology and sediments. Univ. Bergen Årbok, Naturvitt. rekke, nr. 14. 1-299, (jaargang 1955).
- HOUTMAN, G., 1980: Zwerftocht door Jutland. Grondboor en Hamer 34, 82-87.
- HUISMAN, H., 1965: Een Ekerietvondst in Drenthe. Grondboor en Hamer 19, 62-63.
- HUISMAN, H., 1971: Die Verbreitung der Rhombenporphyre. Der Geschiebe-Sammler 6, 47-52.
- HUIZINGA, M.H., 1965: Drammenrapakivi. Grondboor en Hamer 19, 99-101.
- HUIZINGA, M.H., 1969: Rapakivigesteenten uit het Oslogebied. Grondboor en Hamer 23, p.p. 109-117.
- KLEY, K. VAN DER, 1946: Gidsgesteenten van het noordelijk diluvium, pp. 191. Meppel.
- KORN, J., 1920: Der Ostgrenze der norwegischen Diluvialgeschiebe in Norddeutschland. Jahrb. d. preuss. geol. Landesanstalt 39, 25-31.
- KORN, J., 1927: Die wichtigsten Leitgeschiebe der nordischen kristallinen Gesteine im norddeutschen Flachlande. Vertrieb Preuss. geol. Landesanst., pp. 64. Berlin.
- KRUIZINGA, P., 1918: Bijdrage tot de kennis der sedimentaire zwerfstenen in Nederland. Diss., pp. 271. Groningen.
- LIEDTKE, H., 1980: Als die Weichsel noch zur Nordsee floss. Fragen der Urstromtalforschung. Festschr. Helmut Winz, 257-272.
- LIJN, P. VAN DER, 1941: Twee ijsbedekkingen in Nederland op grond van zwerfsteentellingen. Natura 40 pp. 90-90.
- LIJN, P. VAN DER, 1952: De zwerfstenen van Oudenbosch. Publ. XII van de Ned. Geol. Ver., 220-225.
- LIJN, P. VAN DER, 1973: Het Keienboek, 6e druk, bewerking G.J. van Boekschoten, Zutphen, 1-361.
- MANGERUD, J., 1980: Lament of Jan Mangerud on finding so many norwegian erratics in the tills of Schleswig-Holstein. I.G.C.P. Project 24, (onder leiding van H. Stremme en J. Menke), Kiel.
- MARCZINSKI, R., 1968: Zur Geschiebekunde und Stratigraphie des Saaleglazials (Pleistozän) im nördlichen Niedersachsen zwischen Unterweser und Untereibe. Rotenburger schriften, Sonderheft 11, pp. 1-132.
- MEHL, J., 1978: Bericht einer Fossilgrabung in Schichten des mittleren Old Red auf den Orkney Inseln. Jahrb. Wetterau Ges. ges. Naturkunde, Jr. 9, 65-84. Hanau.
- MEYER, K.-D., 1970: Zur Geschiebeführung des Ostfriesisch-Oldenburgischen Geestrückens. Abh. Naturw. Verein. Bremen. Bd. 37, 3/2, 227-246.
- MEYER, K.-D., 1971: Flintkonglomerat-Geschiebe in Ost-Friesland und Oldenburg. Oldenburger Jahrbuch, Bd. 70, Teil 2, 113-118.
- MEYER, K.-D., 1983: Indicatorpebbles and stone countmethods. In: Ehlers, J.(ed.): Glacial deposits in North-West Europa, 275-287. Rotterdam.
- MEYER, K.-D., 1985: Zur Methodik und über den Wert von Geschiebezählungen. Der Geschiebe-Sammler 19, 75-83.
- MEYER, K.-D., 1987: 54 Tagung der Arbeitsgemeinschaft Nordwestdeutscher Geologen, Führer zur Excursion B2, Heft 5, Bohlenbargerfeld.
- MILTHERS, V., 1909: Scandinavian indicator-boulders in the quaternary deposits. Danm. geol. Unders., II R, 23.
- MOOIJ, 1980: Een molerpaddestoel, Grondboor en Hamer 34, 110-113.
- MULDER, A.J., 1950: De zoutpijler van Schoonloo. Geol. en Mijnb. 12, 169-176.
- MÜLLER, H., 1941: Südnorwegische Essexitporphyrite und Diabasporphyrite als Geschiebe aus der näheren und weiteren Umgebung von Berlin. Zeitschr. f. Geschiebeforschung, Bd. 17, H3, 176-187.
- ÖDUM, H., 1968 a: Flintkonglomeratet i Jylland. Tertiærformation og ledeblok. Meddr. dansk. geol. Foren., 18, 1-32.
- ÖDUM, H., 1968 b: Feuersteinkonglomerat in Jütland. Der Geschiebe-Sammler 3, 1-5.
- PETERSEN, J., 1899 en 1900: Geschiebestudien. Mitt. geogr. Gesellsch. Hamburg, resp. XV, 3-64 en XVI, 139-230.
- PETERSEN, J., 1905: Über die kristallinen Geschiebe des älteren Diluviums auf Sylt. Zeitschr. deutsch. geolog. Gesellsch. 57, 276-290.
- RICHTER, E., R. BAUDENBACHER en L. EISSMANN, 1986: Die Eiszeitgeschiebe in der Umgebung von Leipzig. Bestand, Herkunft, Nutzung und quartärgeologische Bedeutung. Altenb. naturw. Forschungen, Heft 3, 1-136.
- RICHTER, K., 1960: Quartär und Tertiär im Raum der Emsniederung, des Hümmling und Oldenburgs. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. 112, 542-554.
- RICHTER, K., 1964: Geschiebekundliche Gliederung der Elster (= Mindel) Eiszeit in Nordwestdeutschland mit Nachweis von Interstadialen und interstadialer Flusserde. Report VI, Intern. Congr. Quatern. Warszawa 1961, 35-42.
- RÖMER, J.H.: 1979: Vulkanisch as in het Eoceen hij Enschede. Grondboor en Hamer 33. 17-19.
- RÖRDAM, K., 1893: Beskrivelse til kortbladenes Helsingør og Hillerød. Danm. geol. Unders. række 1, pp. 100. København.
- RUEGG, G., 1981: Sedimentary features and grainsize of glaciofluvial and periglacial Pleistocene deposits in The Netherlands and adjacent parts of Western Germany. Verh. naturwiss. Ver. Hamburg, NF 24(2), 133-154.
- SCHLÜTER, G., 1980: Geschiebezählungen im südlichen Geestgebiet Ditmarschens. Schr. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein, Bd. 50, 57-69.
- SCHRÖDER, E., 1977: Geomorphologische Untersuchungen im Hümmling. Diss., pp. 113. Göttingen.
- SCHUDEBEURS, A.P., 1958 a: Pyriet in Drachten. Grondboor en Hamer Nieuwe Reeks, nr. 9/10, 220-224.
- SCHUDEBEURS, A.P., 1958 b: Inventarisatie van zwerfstenen bij Norg. Grondboor en Hamer, nr. 6/7, 163-167.
- SCHUDEBEURS, A.P., 1959: De verspreiding van de zwerfstenen uit het Oslogebied. Grondboor en Hamer, nr. 13, 316-333.
- SCHUDEBEURS, A.P., 1967: Opnieuw over de verspreiding van de zwerfstenen uit het Oslogebied. Grondboor en Hamer, 21, 41-49.
- SCHUDEBEURS, A.P., 1980-1981: Die Geschiebe im Pleistozän der Niederlande. Der Geschiebe-Sammler van 13-3/4, 1980 t/m 15-3, 1981.

- SCHUDDEBEURS, A.P., 1982: Zwerfsteentellingen in Noord-Nederland. Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol. Vol. 19(3), 81-108.
- SCHUDDEBEURS, A.P. en J.G. ZANDSTRA, 1983: Indicatorpebblecounts in the Netherlands. In: Ehlers, J.(ed.) Glacial deposits in North West Europa, 357-360. Rotterdam.
- SCHUDDEBEURS, A.P., 1986 a: Einige Bemerkungen zu K.-D. Meyers: "Zur Methodik und über den Wert von Geschiebezählungen". Der Geschiebe-Sammler 19, 151-156.
- SCHUDDEBEURS, A.P., 1986 b: Windkeien met taffonis in Nederland en aangrenzend West-Duitsland. Grondboor en Hamer 40, 123-136.
- SCHULZ, W., 1973: Rhombenporphyr-Geschiebe und deren östliche Verbreitungsgrenze im nordeuropäischen Vereisungsgebiet. Zeitschr. geol. Wissen 1, 9, 1141-1154.
- SJÖRRING, S., 1981: Pre-Weichselien till stratigraphy in Western Jutland, Denmark. Meded. Rijks geol. Dienst, 34-10, 62-68.
- SJÖRRING, S., 1983 a: The glacial history of Denmark. In: Ehlers, J.(ed.): Glacial deposits in North West Europe, p.p. 163-179. Rotterdam.
- SJÖRRING, S., 1983 b: Flintkonglomeratet-en hjemlos ledeblok? Varv, nr. 3, 75-85.
- VEENSTRA, H.J. en M.H. HUIZINGA, 1964: Ekeriet uit de Hümmling. Grondboor en Hamer, 146-147.
- WAARD, D. DE, 1949 a: Glacigeeen Pleistocene. Een geologisch detail onderzoek in Urkerland (Noord-oostpolder). Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouw. Gen. 1949, 15, 70-246.
- WAARD, D. DE, 1949 b: De systematische verandering in de zwerfsteenassociatie in Nederland. Publ. VII van de Ned. Geol. Ver., 180-187.
- WEE, M.W. TER, 1962: The Saalian Glaciation in the Netherlands. Meded van de Geol. Stichting, Nw. Serie nr. 15, 57-76.
- WENNBERG, G., 1949: Differentialrörelsen i inlandisen. Sista istiden i Danmark, Skåne och Östersjön. Meddel. från Lunds geol.-miner. Inst., nr. 114, 1-201.
- WENNBERG, G., 1951: Über den Geschiebetransport im Inlande. Schr. Naturw. Ver. Schlesw.-Holst. Bd. 25, Karl Gripp Festschrift, 108-114.
- WOLDSTEDT, P. en K. DUPHORN, 1974: Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter, pp. 1-500. Stuttgart.
- ZANDSTRA, J.G., 1976: Sedimentpetrographische Untersuchungen des Geschiebelehrs von Emmer'schans (Drenthe, Niederlande) mit Bemerkungen über eine Typeneinteilung der Saale-Grundmoräne. Eiszeitalter u. Gegenwart 27, 30-52.
- ZANDSTRA, J.G., 1983 a: A new subdivision of crystalline fennoscandian erratic pebble assemblages (Saalian) in the Central Netherlands. Geol. en Mijnb. 0016-7746, 455-469.
- ZANDSTRA, J.G., 1983 b: Fine gravel, heavy mineral and grain-size analyses of Pleistocene, mainly glacial deposits in the Netherlands. In: Ehlers, J.(ed.): Glacial deposits in North West Europa, p.p. 361-377. Rotterdam.
- ZANDSTRA, J.G., 1986: Tellingen van noordelijke kristallijne gidsgesteenten in de Achterhoek en zuidelijk Overijssel en opmerkingen over de depositiegebieden van het landijs tijdens het Saalien in Nederland. Grondboor en Hamer, 40. 76-96.