

OPVALLENDE ZWERFSTENEN IV

Trebuser zandsteen

A.P. Schuddebeurs en W.H. Zwenger

Ongeveer halverwege Berlijn en Frankfurt a.d. Oder en slechts enkele kilometers ten noorden van Fürstenwalde a.d. Spree ligt het dorp Trebus. Dit plaatsje onderscheidt zich nauwelijks van veel andere dorpen in Brandenburg, maar één duidelijk verschil is er wel, namelijk in het bouw materiaal waaruit de kerk en andere gebouwen in Trebus zijn opgetrokken. Vooral in vroeger eeuwen werden overal in Noord-Duitsland zwerfstenen gebruikt voor huizenbouw en bestratingen. Meestal zijn dat min of meer afgeronde blokken graniet en gneis. Soms werden de blokken rechthoekig gemaakt. Maar in en om Trebus bestaat ongeveer de helft van het bouw materiaal uit platte, min of meer kwartsietische zandstenen (fig. 1). Die zandsteenbrokken vond men in de omgeving in grote massa's. Daarom leek het vermoeden gegrond, dat het moedergesteente ervan dicht onder het maaiveld moest liggen. Bergamtsrath Flottmann stelde in 1782 een nader onderzoek in. Hij veronderstelde, dat de vaste rots deel uitmaakt van een complex met dezelfde helling en strekking als de niet ver verwijderde Rüdersdorfer Muschelkalk, die een eeuw later zo'n grote bekendheid zou krijgen door de erin voorkomende gletsjerklassen. Maar een boring tot 40 voet' diepte leverde alleen leem met wat steentjes op en niets wees op een ontginbaar zandsteengebergte.



Fig. 1 Muur van schuur in Fürstenwalde, opgetrokken uit zwerfkeien. De platte schollen zijn Trebuser zandsteen. Middenboven een blok met ronde, resp. grillige gele vlekken.

Klöden (1833, 1834) was in het Brandenburg van zijn tijd een beroemd autodidact, die niet alleen over geologie schreef. Meerdere boringen, zelfs tot op 50 voet diepte, waren hem bekend maar geen ervan bereikte het moedergesteente. Omdat Klöden de zandstenen alleen vond in de 'bedeckenden Diluvial-Formation' beschouwde hij ze als zwerfstenen. Hij noemde ze Trebuser Sandstein. De overwegend roodachtige tot paarsrode kleuren ervan deden hem sterk denken aan die van de Buntsandstein en het Rotliegendes

van Midden-Duitsland, hoewel die veel minder stevig zijn. Girard (1855) merkte op, dat kleur en samenstelling van de Trebuser zandsteen toch wel duidelijk verschillen van de zojuist genoemde Duitse zandsteensoorten.

Twintig jaar voor Otto Torell de ijstijdtheorie lanceerde verwees Girard al naar een gebied in Zweden ten noord-westen van Uppland, bij de Noorse grens. Girard noemde dat Westmannland, terwijl wij het kennen als Dalarna. Girard meende dat het om de Devonische Old Red Sandstone ging.

Bij Müncheberg, zo'n 15 km ten noorden van Trebus, vond Kuchenbuch (1887) een variëteit met een aantal concentrische witte schalen. Op een verse breuk vertonen ze zich als ringen.

Kuchenbuch informeerde bij Torell, die herkomst uit Småland mogelijk achtte. Wahnschaffe (1916) merkte wel veel grillig gevormde, lichtgekleurde vlekken op, maar geen ringen in de naar zijn mening Cambrische zwerfstenen. Kort na de Eerste Wereldoorlog kwamen de eerste afleveringen van de pers van het 'Zeitschrift für Geschiebeforschung'. Steunpilaren daarvan waren vooral de geoloog Huckle maar zeker niet minder de amateurgeoloog Bennhold. Hun domicilie was het Stadt- und Kreismuseum in Fürstenwalde, waarin tot voor kort een aanzienlijke zwerfsteenverzameling was ondergebracht. Bennhold (1931, 1932) was de eerste die, behalve de Trebuser Sandstein, ook de hen begeleidende zwerfstenen onderzocht. Hij meende overeenkomst te zien met 'Cambrische, grofkorrelige, roodachtige zandsteen met rode veldspaat en paarse kwartsietkorrels', maar ook met de 'Cambrische paarse zandsteen met lichte vlekken uit Småland en Dalarna'. Ook Gävle, dat ongeveer 150 km ten noorden van Stockholm ligt, zou vlg. Bennhold in aanmerking kunnen komen als gebied van herkomst. Intussen had Korn (1927) er met klem op gewezen dat men bij de vraag naar de herkomst van bepaalde zwerfstenen altijd de hen begeleidende zwerfstenen mee in beschouwing moet nemen.

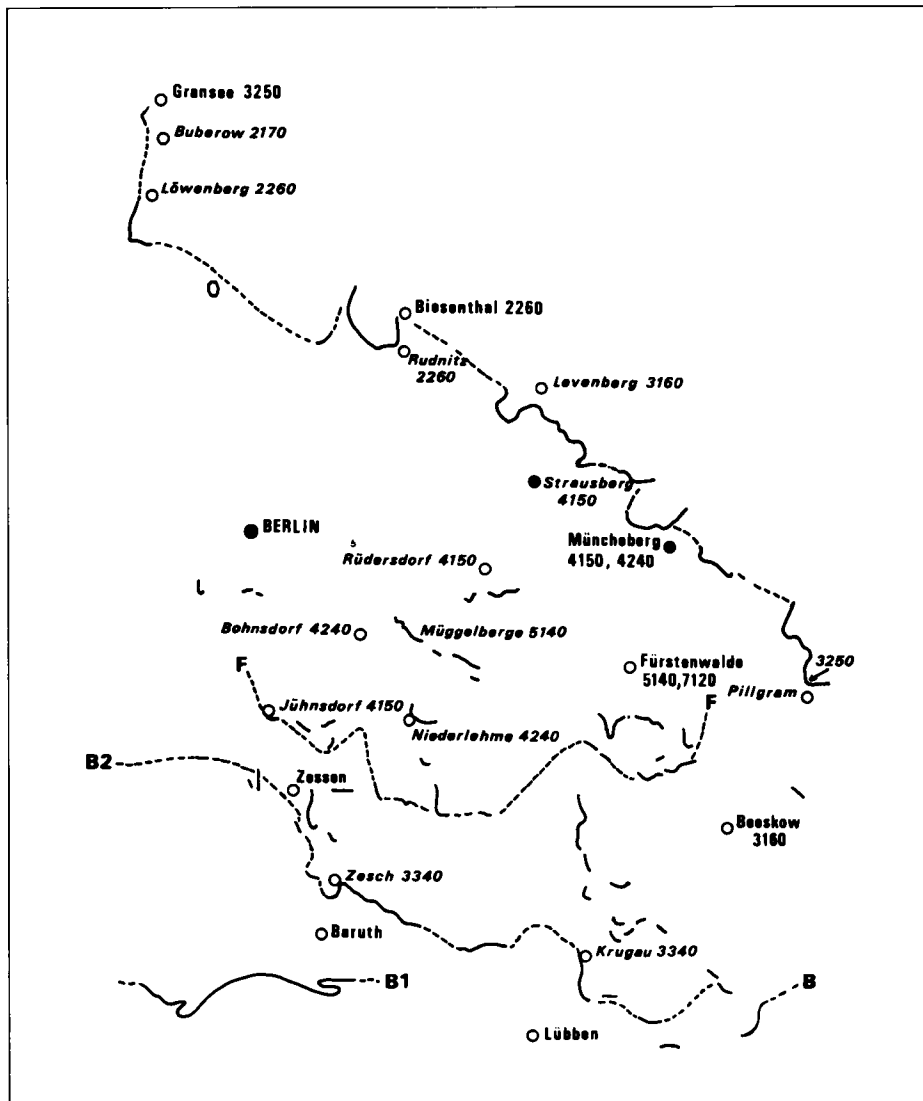


Fig. 2 Uitkomsten van zwerfsteentellingen vlg. Hesemann (1939). B, B1 en B2: grenzen van opeenvolgende Brandenburger Stadia van de Weichselien-landijsbedekking.

F: grens Frankfurter Stadium

O: grens van de Odergletsjer, ... grens van de stuwwallen, resp. stuwworenen

Daarvoor zijn altijd grote groepen of zwerfsteengezelschappen nodig. Bennhold schatte dat waar veel Trebuser Sandstein voorkomt, ook meer Ålandgesteenten, diabaasamandelesteen, bruine oostzeekwartsporfier en kristallijne kalk² voorkomen dan elders. Hoever dat 'elders' zich uitstrekt, en waar het begint, lichte Bennhold niet toe.

Hesemann (1939) publiceerde de uitkomsten van 30 zwerfsteentellingen van Brandenburg, waarvan een aantal lokaties niet ver van Trebus verwijderd was (fig. 2). Wat de oostzeeporfieren in Hesemanns tellingen betreft zien we hetzelfde als in Nederland werd vastgesteld (Schuddebeurs 1956, Zandstra 1988): samen met relatief veel oostbaltische gidsgesteenten worden wel rode maar weinig of geen bruine oostzeekwartsporfieren gevonden. Waar veel bruine oostzeeporfieren zijn, vinden we weinig Oostbaltisch materiaal. Maar omdat Hesemann alleen

kristallijne zwerfstenen onderzocht weten we niets over de aantallen Trebuser Sandstein die hij aantrof.

Tegenwoordig wordt er niet meer aan getwijfeld dat de Trebuser Sandstein tot de Jotnische zandsteen van Fenoscandia behoort.

Jotnische zandsteen.

Jotnische zandsteen wordt dikwijls dalazandsteen genoemd, waardoor herkomst uit Dalarna wordt gesuggereerd. Reeds Kruizinga (1918) merkte op dat die naam misleidend is. Ze komen niet alleen in Dalarna voor, maar ook elders in Zweden, zoals bij het Mälarmeer, Gävle, Nordingrå en in de Svartålv- en Almesåkragebieden. Flodén (1984) geeft een aanzienlijk voorkomen Jotnische zandsteen aan tussen Norrtälje in Zweden en de Ålandseilanden. Een tweede maar kleiner voorkomen karteerde Flodén ten oosten van Nyköping en ten noorden

van Gotland. Ook uit Finland zijn ze bekend. Vlg. Simoni en Mikkola (1980) komen ze in overvloed voor op de bodem van de Botnische Golf. Zoals hierboven reeds gezegd had Torell - een geoloog met veel gezag! - in 1885 herkomst uit Småland mogelijk geacht. Latere auteurs lieten het woord 'mogelijk' weg. Sindsdien wordt ook in de Nederlandse zwerfsteenliteratuur consequent ook Småland genoemd als herkomstgebied, hoewel daar geen Jotnische gesteenten voorkomen.

De hier volgende petrografische beschrijvingen zijn ontleend aan Zweedse en Finse auteurs als genoemd in het literatuuroverzicht, maar ook aan eigen waarnemingen. Over de ouderdom van het Jotnium wordt verschillend geoordeeld. Volgens 'The Concise Sciences' is de totale ouderdom van het Jotnium 1600 - 650 miljoen jaar. Maar de tijd van afzetting van het complex Jotnische zandsteen zal wel kleiner zijn dan de gehele etage. Hucke (1975) noemt voor de Jotnische zandsteen in Finland 1700 miljoen jaar. Boekschoten noemt in zijn bewerking van 'Het Keienboek' dezelfde ouderdom. Magnusson et al (1963) noemen de ouderdomsbepaling van 1185 miljoen jaar voor een uitloper van dalazandsteen ten noordoosten van Orsa. Maar in feite gaat het hierbij om de gemeten ouderdom van de glimmer, die er als verweringsproduct uit andere gesteenten in terecht kwam. Simoni en Mikkola (1980) delen mee, dat de ouderdom van een diabaasgang die bij Satakunta in Finland de Jotnische zandsteen doorsnijdt op 1270 miljoen jaar is vastgesteld. De zandsteen is dus nog ouder.

Over het ontstaan van de Jotnische zandsteen wordt eveneens verschillend gedacht. Hun rode en paarse tinten, onderbroken door lichte vlekken en strepen, zijn opvallend. De roodkleuring is aan hematiet te wijten, die ontstond als oxydatieproduct van ijzerhoudende silikaten als biotiet en hoornblende. Er is vaak aangenomen, dat zulke rode sedimenten woestijnvormingen zijn. Dat houdt echter niet zonder meer in dat het klimaat warm en droog was zoals in de huidige Sahara, maar wel dat plantengroei minimaal was of ontbrak. Tijdens het Jotnium bestonden er nog geen landplanten.

De jongere rode zandstenen van Europa, zoals die uit Rotliegendes, Buntsandstein en Keuper hebben soms ook lichte of zelfs witte vlekken. Deze sedimenten zijn ongetwijfeld in droge woestijnen ontstaan waar het zelden regende. Regenwater kan wel kalk en zout oplossen en wegvoeren maar tast het ijzeroxyde niet aan. Het zouden rotte plantendelen zijn geweest die de ijzeroxyden omzetten in ijzerhumaat.

Driewaardige ijzerverbindingen worden zo tot tweewaardige gereduceerd waardoor de lichte vlekken ontstonden. Van de Jotnische zandsteen moet op z'n minst een deel continentale, terriestische, dus niet-mariene afzettingen zijn. Dat blijkt o.a. uit soms dikke pakketten schalies die in meren zijn afgezet. Verder uit krimp-scheuren in uitdrogende klei en zelfs uit windkeien. O.a. Wiman (1893) konstateerde windkeien. Conglomeraten erin zijn niet altijd duidelijke basaalconglomeraten, maar kunnen rivierafzettingen zijn.

O.a. Füchtbauer (1977) acht de bovengeschetste genese onwaarschijnlijk. Onder bepaalde voorwaarden, zoals zuurstofrijk grondwater en een ijzerhoudend sediment kunnen rode sedimenten ook in zee ontstaan. In Zweden liggen ook geheel witte pakketten tussen de rode in. Dat kan erop duiden dat het behalve om terriestische ook om ondiepe zeeafzettingen gaat. Ribbels op zwerfstenen zijn lang niet altijd duidelijk en dan blijft onbeslist of het om wind- of golfribbels gaat. De lichte vlekken kunnen ook aan andere reductiemiddelen te wijten zijn, zoals koolstof, zwavelwaterstof die vrijkomt bij het uiteenvallen van pyriet en markasiet, of oxyden van vanadium en koper. Ook radioactieve, stralende substanties kunnen blekingsverschijnselen veroorzaken.

Hjelmqvist (1966) beschreef de Jotnische zandsteen van Kopparbergslän. Het veldspaatgehalte daarvan is op z'n minst 6%, maar kan tot 40% oplopen. Vlg. Lundegardh (1967) bestaat de gävle zandsteen voor 75 à 80% uit kwarts. Kaliveldspaat komt op de tweede plaats, maar er is ook wat plagioklaas aanwezig. Al deze sedimenten bevatten dus nog vrij veel gemakkelijk verweerbaar materiaal. De korrels zijn slecht gesorteerd en matig afgerond. Dit zijn kenmerken voor zgn. onrijpe sedimenten.

Er zijn drie hoofdtypen van de Jotnische zandsteen te onderscheiden, die hieronder worden beschreven.

Rode Dalazandsteen.

Dit zijn harde, stevige, concordant en duidelijk gelaagde, min of meer kwartsietische zandstenen van meestal steenrode kleur. Verweerd zijn ze geelachtig rood. In het gebergte zijn ook gele en zelfs witte pakketten tussen de rode aangetroffen. Die egaalgele en -witte varianten zullen als zwerfsteen moeilijk of niet herkenbaar zijn. Rode dalazandstenen zijn meestal zeer gelijkmatig fijn- tot middelkorrelig, maar er komen ook conglomeraten voor. De rolstenen daarin zijn in hoofdzaak kwartsiet en porfier. Fijn-, middel- en

grofkorrelige lagen wisselen elkaar soms af. Magnusson et al (1963) vermeldt ook zeer fijnkorrelige, chocoladebruine lagen kleisteen waarin soms krimp-scheuren en ook weleens sporen van regendruppels zijn gevonden. Zwerfstenen daarvan zagen we nooit, maar zandstenen met golfribbels zijn er verscheidene gevonden.

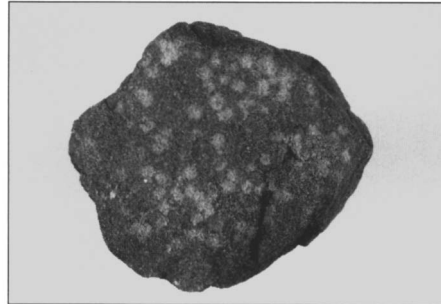


Fig. 3 Rode dalazandsteen met ronde gele vlekken. Breukvlak 6 x 6 cm. Zwerfsteen van Zeegse.

Alle onderzoekers vermelden bovendien arkosen. Als zwerfsteen zijn de dalazandstenen altijd min of meer veldspaat houdend, maar echte arkosen, dus met meer dan 25% veldspaat, vinden we niet. In keileem komen weleens rode dalazandstenen voor, die tussen de vingers fijn te wrijven zijn. Vermoedelijk gaat het dan om het overschot van een arkose waaruit de veldspaat door verweering is verdwenen. Accessorisch komen wat glimmer en andere zware mineralen voor, maar met de loupe ziet men die niet. Zwerfstenen splijten vaak volgens de gelaagdheid in platte schollen met glad oppervlak.

Lang niet alle zwerfstenen van rode dalazandsteen vertonen reductiever-schijnselen. Ronde gele vlekken zijn

echter niet zeldzaam. Hun grootte ligt tussen 3 en 10 mm, soms nog wat groter, maar in een zwerfsteen zijn alle vlekken meestal even groot (fig. 3). Reductie tast het ijzerrijke bindmiddel tussen de zandkorrels aan waardoor het onderlinge verband wordt verbroken. De losgelaten gele korrels laten halfbolvormige putjes in de verweringskorst na.

Paarsgele zandsteen (fig. 4).

Door Kruizinga (1918) werd dit type beschreven als paarsrode zandsteen met lichte vlekken. Het zijn harde, maar niet zeer stevige, grofkorrelige, kwartsietische zandstenen van paarse kleur met meestal gele, zelden lichtgrijze of lichtgrijs-groene vlekken van zeer onregelmatige vorm en grootte. Van der Kley (1946) sprak van een paarsrood net waarvan de mazen geel gekleurd zijn. Soms is er zelfs meer geel dan paars. De zandsteen is altijd veldspaat houdend. De gele vlekken verweeren even gemakkelijk uit als uit de rode dalazandsteen. Er komen ook conglomeraten voor met rolstenen van 1 à 2 cm grootte. Van gelaagdheid is geen

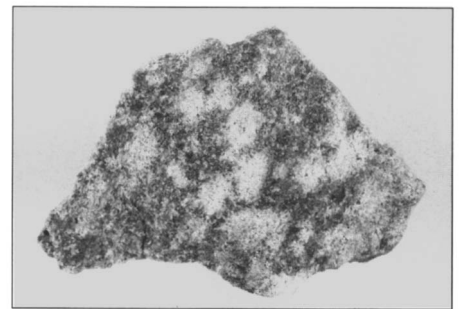


Fig. 4 Paars-gele Jotnische zandsteen. Zwerfsteen uit zandzuigerij Amerika, Norg. Breukvlak 10 x 10 cm.



Fig. 5 Trebuser zandsteen uit de stuwwal (Woldberg) bij Steenwijk, opgesteld in het geologisch monument aldaar.

spoor te zien. Zwerfstenen ervan hebben een onregelmatige vorm. Ze splijten wel eens in platte schollen maar in tegenstelling tot de rode dalazandsteen is het oppervlak ervan erg hobbelig. Fossiele golf- of windribbels erop zijn niet gevonden. Samen met paars-gele komen ook egaalpaarse zandstenen voor en het is niet altijd mogelijk de paarsgele zandsteen van de trebuser zandsteen te onderscheiden.

Trebuser zandsteen.

De trebuser zandstenen zijn harde, stevige, kwartsietische, middelkorrelige zandstenen. Hun korrelgrootte ligt tussen 0,2 en 0,63 mm, maar soms zijn er insluitsels die grover dan 2 mm zijn. Er komen ook conglomeraten voor. Soms bevatten ze enkele ver uit elkaar liggende rolstenen. Ze zijn veldspaaathoudend, maar echte arkosen zagen we bij de zwerfstenen ervan niet. Soms bevatten ze wat muskovietschilfers of een enkel brokje veldspaat van 5 à 8 mm grootte. Enkele zwerfstenen bevatten klei-rolsteentjes, zoals ook uit Buntsandstein bekend zijn ('Tongallen'). Er komen duidelijk gelaagde typen voor, zowel concordant als discordant, terwijl andere geen gelaagdheid vertonen. Soms wisselen donkerpaarse en grijsachtige of gele lagen en banken, van millimeter tot centimeters dikte, elkaar af. Deze eigenschap doet mis-



Fig. 7 Trebuser zandsteen. Strandrolsteen 7 x 9 cm, Frydendal, Als, Denemarken. De brede band middenover is flets grijs-geel met beiderzijds helder groene banden van 4 mm dikte, daarbuiten paarsrood met grillige grijsgele vlekken.

schien denken aan nexozandsteen of aan kalmarsundzandsteen. Maar de kleuren in nexozandsteen zijn veel fletser, terwijl in kalmarsundzandsteen de korreling altijd gelijkmatig fijn is.

De kleuren verschillen sterk. Helder steenrode tinten als van de rode dalazandsteen zijn in de minderheid, terwijl dan op z'n hoogst een deel van de zwerfsteen rood is, een ander deel geel. Paarse en paarsrode tinten overheersen, maar grijsrood is evenmin zeldzaam. Er zijn gele vlekken van zeer uiteenlopende vorm. Hun grootte varieert van 1 mm tot een halve meter.

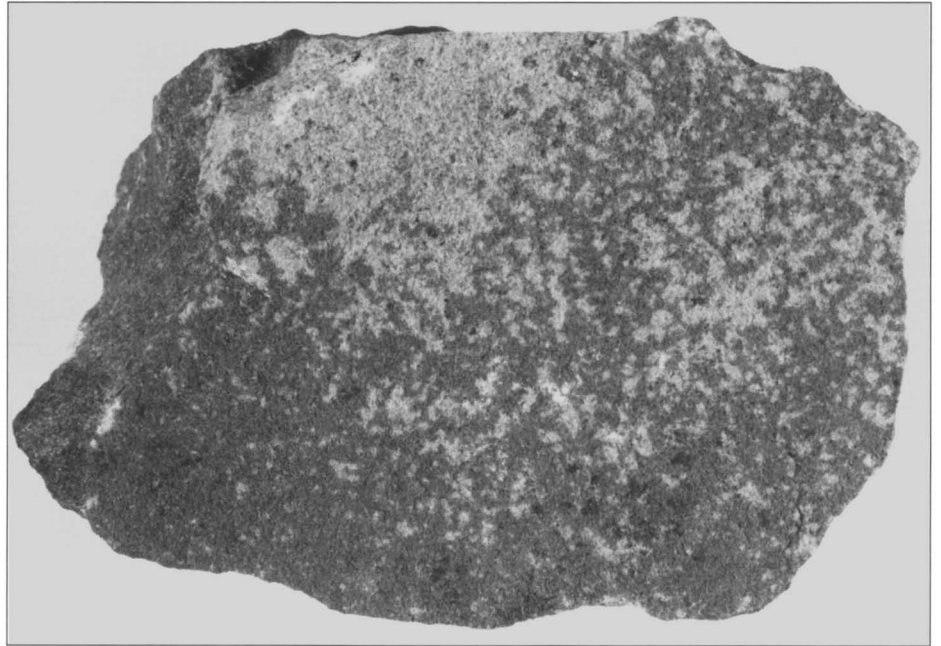


Fig. 6 Handstuk 9 x 13 cm, uit blok trebuser zandsteen. Steenrood met grillige gele vlekken. Zwerfsteen van Trebus.



Fig. 8 Handstuk 16 x 11 cm, uit trebuser zandsteen. Grillige verdeling van donkerpaars en paars-grijs. In het midden gescheurde 'Tongalle' 3 x 1 cm. Rechtsboven driehoekig brokje rode veldspaat. Zwerfsteen van Trebus.

Ronde vlekken zijn algemeen en waar die elkaar raken vormen ze een acht. Soms lijkt het of er een kwast gele verf tegen de steen geslagen is: één grote grillige vlek en honderd grote en kleine spatjes eromheen. (Zie figuren 5, 6 en 7.) Het meest opmerkelijke van de Trebuser zandsteen zijn echter de af en toe erin voorkomende concentrische, meestal cirkelronde ringen of schalen tot maximaal 30 cm diameter. Het aantal ringen en hun kleur is verschillend, zoals blijkt uit fig. 9, 10 en 11.

Lundegardh (1967) heeft de ring-in-ring-structuur enkele malen gevon-

den in de Gävle zandsteen. Hjelmqvist (1966) vond de ringen en concentrische schalen op twee plaatsen in Kopparbergslän, nl. bij Hallstugan en Särnstugan. Hij gaf er ook afbeeldingen van. De trebuser zandsteen kan dus zowel uit Dalarna als uit de omgeving van Gävle afkomstig zijn.

De verspreiding van zwerfstenen van Jotnische zandsteen.

Uit de beschrijvingen van de Zweedse onderzoekers blijkt, dat de drie bovengenoemde typen Jotnische zandsteen op meerdere plaatsen in Zweden



Fig. 9 Trebuser zandsteen. Strandrolsteen 15 x 9 cm, Frydendal, Als, Denemarken. Licht- en donkerrode, goedgelaagde pakketjes van 4 mm dikte. Concentrische kringen van paarse en paarsgele tinten. Links conglomeratisch, rechts enkele verspreide grotere korrels.



Fig. 11 Paars zwerfblok ten noorden van Trebus met onronde, lichtgekleurde banden van dezelfde breedte. Hamerlengte is 32 cm.

voorkomen. Hoewel de Finse en de Zweedse Jotnische zandstenen in veel opzichten overeenkomen is er toch een belangrijk verschil. Zowel vlg. Laitakiri (1925, 1942) als vlg. Eskola (1963) lopen de kleuren van de Finse Jotnische zandsteen uiteen van bruinrood tot alle nuances tussen licht- en donkerrood, soms met ronde gele vlekken, maar paarse of paarsgele variëteiten beschrijven deze auteurs niet. Eskola (1963) verwees naar Sederholm, die de Jotnische zandsteen 'consequently called the oldest red sandstone'. De grote overeenkomst tussen de rode Jotnische zandsteen (die we als vanouds, bij gebrek aan een juistere naam, rode dalazandsteen noemen) uit Zweden en die uit Finland maakt het onmogelijk ze van elkaar te onderscheiden.

Zoals hierboven reeds werd opgemerkt is vlg. Korn (1927) het tellen van gehele zwerfsteengezelschappen no-

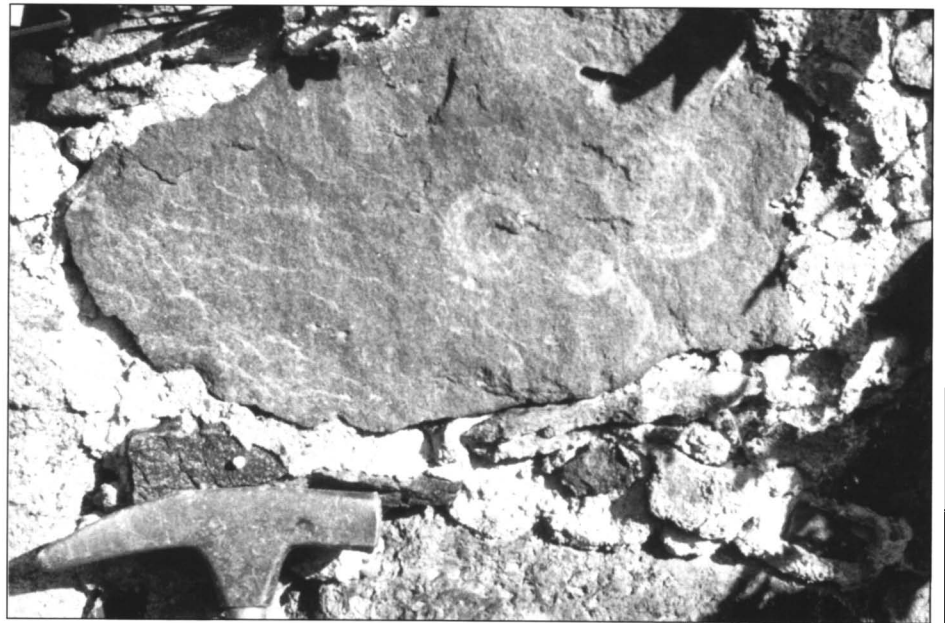


Fig. 10 Trebuser zandsteen met lichtere, concentrische, rechts elkaar kruisende ringsystemen. Kerkhofmuur Pfaffendorf.

Tabel I

Het samengaan van Jotnische zandsteen met kristallijne gidsgesteenten in Nederland.

Regio	Rode Dalazandsteen	Paars-gele zandsteen	Dominantie van kristallijne gidsgesteenten
Het Gooi, Utrechtse heuvelrug en West-Veluwe	weinig of geen	zeer algemeen, vaak meer dan het totaal kristallijne gidsgesteenten	Uppsalagraniet en Bruine Oostzeekwarts-porfier; Dalarna
West-Drente en aangrenzend Friesland	matig; nergens overheersend	matig; nergens overheersend	Meestal Zuid-Zweden, soms evenveel uit Dalarna
Hoge ruggen in Drente	zeer veel, soms meer dan totaal kristallijne gidsgesteenten	meestal ontbrekend of een enkele	3 à 12% uit ZW-Finland ± 80% van de Alandeilanden

dig om meer te weten te komen over de herkomst van de diverse componenten. Dat is in Nederland op vele tientallen plaatsen gebeurd. Tabel 1 geeft weer welke typen Jotnische zandstenen samengaan met bepaalde kristallijne gidsgesteenten. Voor exacte cijfers wordt verwezen naar Schuddebeurs 1949, 1958, 1980, 1980/1981, 1981, 1982, maar vooral naar Schuddebeurs (1986).

Gezien het aanzienlijk voorkomen van de rode Jotnische zandsteen in Zuidwest-Finland zal het geen verbazing wekken dat dit type veelvuldig optreedt met gidsgesteenten uit dezelfde regio. Ook buiten Nederland gaan veel

kristallijne gidsgesteenten uit Finland en de Ålandseilanden samen met veel rode Jotnische zandsteen. Wiman (1893) telde zwerfstenen bij Kattby op Åland en stelde 34% rode zandsteen vast. Hansen (1918) verrichtte eveneens zwerfsteentellingen op de Ålandseilanden. 18 tot 41% van alle zwerfstenen bleken rode Jotnische zandstenen te zijn. Het wekt echter verbazing dat in Centraal Nederland, waar zoveel paarse en paarsgele zandstenen voorkomen, de rode dalazandsteen nagenoeg afwezig is, hoewel die toch ook veelvuldig voorkomt in hetzelfde herkomstgebied, nl. Dalarna. Dat in de tabel geen trebuser zandsteen werd genoemd heeft een

zeer duidelijke oorzaak: in Nederland werden ze tot voor kort niet herkend.

Zwerfsteentellingen in de omgeving van Trebus.

In 1990 zijn nabij Trebus twaalf zwerfsteentellingen uitgevoerd, waarbij alle zwerfstenen per lokatie geteld zijn. Behalve door de beide auteurs werd voor een deel van de tellingen ook door Frau Dr. E. Fendler van de Technische Universität te Berlijn meegewerkt. De resultaten zijn in de tabellen 2 t/m 6 weergegeven. Bij gebrek aan ontsluitingen is genoeg genomen met onderzoek van grote steenhopen langs akkers. Er is in het bijzonder op gelet, dat ook de kleinere stenen vanaf 25 mm grootte in het onderzoek betrokken werden (fig.12).

Bij vergelijking van onze gegevens met die van Bennhold (1931) en Hesemann (1939) blijkt het volgende. Zoals hierboven reeds werd opgemerkt, schatte Bennhold dat om Trebus meer Ålandgesteenten, diabaasamandelstenen, bruine oostzeekwartsporfieren en kristallijne kalkstenen voorkomen dan elders. Hesemann noemt een telling van Bennhold uit de Rauener Berge bij Fürstenwalde met HF7120 als uitkomst. Die telling bevatte 161 gidsgesteenten 'meist grösser als Kopfgröße'. Bennhold vond daar slechts 7 porfieren. Bij zo'n naar grootte geselecteerd gezelschap blijven de meeste porfieren onopgemerkt omdat ze zelden hoofdgrootte bereiken. Zo kan licht de indruk gewekt worden dat er veel Ålandgesteenten zijn. Onze tellingen bevatten 17 à 38% Oostbaltische gidsgesteenten. Dat zijn beslist geen extremen te noemen. Bruine oostzeekwartsporfieren ontbreken nergens. Op twee plaatsen is zelfs 31% van alle gidsgesteenten van dat type gevonden. Zoveel treffen we overigens alleen in Centraal-Nederland aan.

In de verzameling Bennhold in het museum te Fürstenwalde zijn enkele kristallijne kalken aanwezig, maar in het veld hebben wij er geen gevonden.

Om Trebus vonden we ruim tweemaal zoveel diabazen als bij het gemiddelde van 30 Nederlandse tellingen. Waar zoveel diabazen zijn komen zelfsprekend ook meer diabaasamandelstenen voor. Bennhold (1932) vermoedde dat ze uit de omgeving van Gävle afkomstig zijn. Vlg. Lundgardh (1967) komen bij Gävle fijn- tot middelkorrelige diabazen voor van zowel het Öje- als het Åsby-type, die alle met elkaar verbonden zijn. Lundqvist (1968) noemt voor Dalarna zowel Åsby-, Särna-, Öje- als Nordringå-diabaas, alle-

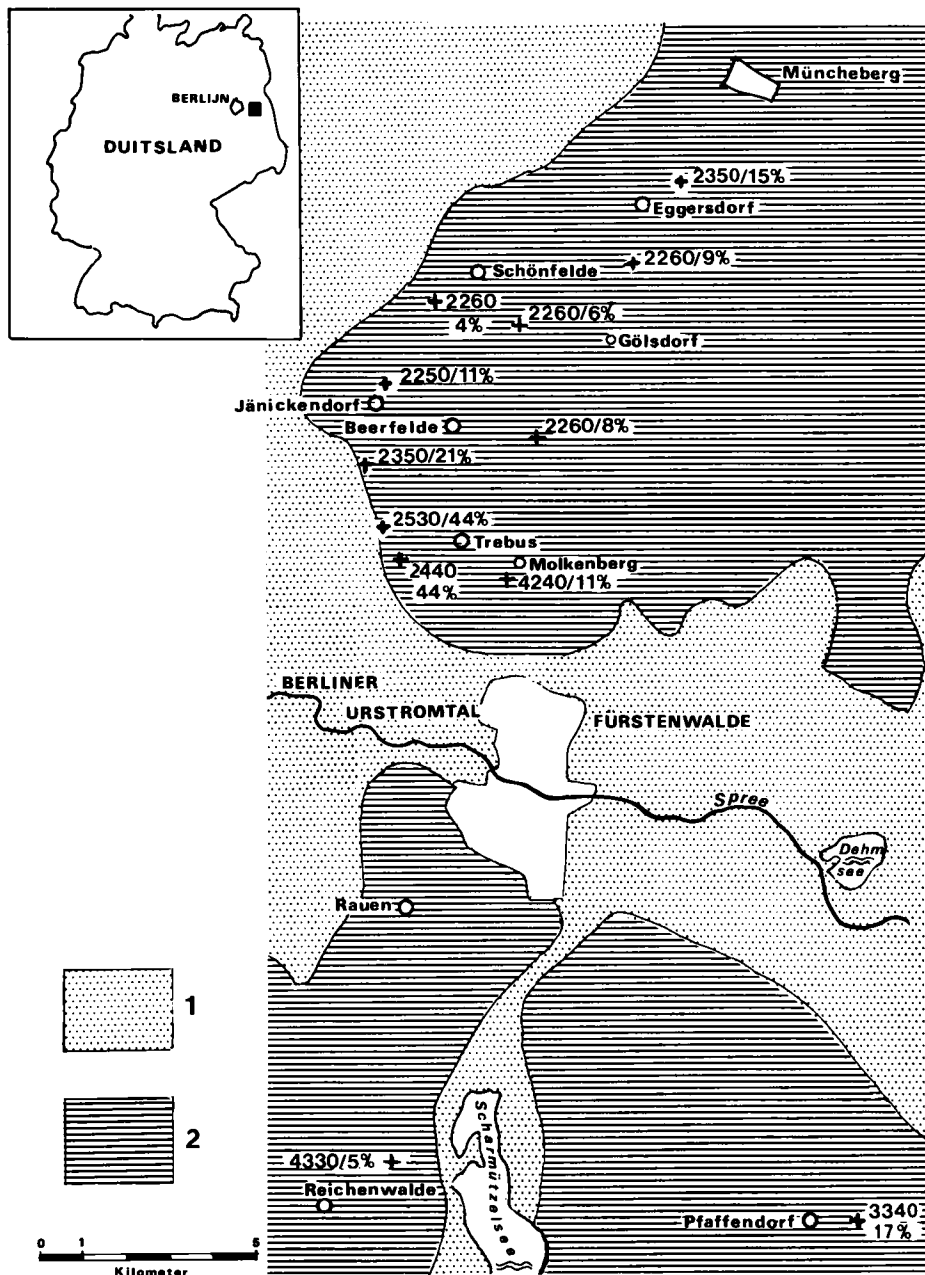


Fig. 12 Zwerfsteentellingen in de omgeving van Trebus. Telplaatsen met Hesemannformule en percentages trebuser zandsteen uit het totaal der zwerfstenen.

1 gestippeld: fluviaie en fluvioglaciaie afzettingen in de dalen

2 gearceerd: Weichselien keileem en keizand.

Ontleend aan Hannemann en Schlegel (1965) maar sterk vereenvoudigd.

Tabel II. Kristallijne gidsgesteenten

Nummer en plaats van de telling en Hesemannformule	SE Beerleide 1 - 2260	Reichenwalde 2 - 4330	WSW Trebus 3 - 2440	Molkenberg 4 - 4240	W Trebus 5 - 2530	Beerleide-Schonleide 6 - 2260
Gidsgesteenten						
Groep I						
Ålandrapakiwi	1	8	2	8	2	4
Åland (apliet-)graniet	10	20	14	15	14	7
Ålandgranofier	.	4	1	.	2	.
Ålandgranietporfier	1	8	2	3	1	2
Hagagraniet	2	.	.	.	.	.
Prickgraniet	1	4	.	.	.	.
Pyterliet	.	2	.	.	1	1
Wiborgliet	.	.	.	.	.	1
Finse rapakiwigraniet	.	.	.	.	1	.
Rode Finse granietporfier	.	1	.	.	.	1
Rödöapliet	.	.	1	.	.	.
Rödörapakiwi	.	.	.	.	.	1
Grijze Revsundgraniet	.	.	.	.	.	1
Gedeformeerde Rätanggraniet	.	1	.	.	.	.
Rode Oostzeekwartporfier	.	1	.	.	1	.
Totaal groep I	15 = 17,6%	49 = 38,0%	20 = 19,6%	26 = 36,1%	22 = 18,3%	18 = 24,6%
Groep II						
Uppsalagraniet	4	.	1	2	6	1
Salagraniet	3	.	.	1	1	.
Stockholmgraniet	.	2	2	2	7	1
Siljanggraniet	1	.	.	.	.	.
Garberggraniet	.	1	.	.	.	2
Div. Dalarnagraniet	.	1	.	.	.	.
Bredvadporfier	2	13	1	3	7	2
Div. Dalarna veldspaatporfier	3	4	.	.	1	2
Elldalenporfier	.	1	1	.	1	.
Div. Dalarna kwartporfier	.	3	.	.	1	1
Venjanporfier	1	.	.	.	.	1
Gronklippporfier	.	11	3	1	2	1
Digerbergtufliet	.	2	2	.	1	.
Bruine Oostzeekwartporfier	1	4	32	8	37	3
Totaal groep II	15 = 17,6%	42 = 32,5%	42 = 41,2%	17 = 23,6%	64 = 53,3%	14 = 19,1%
Groep III						
Virbograniet	1	.	.	.	.	.
Div. Smålandgraniet	37	26	35	21	25	34
Lönnebergaporfier	1	2	1	.	.	.
Div. Smålandporfier	7	5	2	4	7	4
Smålandgimbriet	2	.	.	.	.	.
Västervikgneis	.	.	.	.	.	1
Loftahammergneis	1	.	.	.	.	1
Filipstradgraniet	2	1	1	1	.	.
Graversforsgraniet	.	1	.	2	.	.
Karlshamngraniet	1	.	.	.	.	.
Div. Blekingegraniet	.	.	.	.	2	.
Bornholmstreepgraniet	3	1	1	1	.	.
Hammergraniet	.	1	.	.	.	.
Div. Bornholmgraniet	.	.	.	.	.	1
Bazalt	.	1	.	.	.	.
Totaal groep III	55 = 64,7%	38 = 29,4%	40 = 39,2%	29 = 40,2%	34 = 28,3%	41 = 56,2%
Groep IV						
Totaal per telling	85	129	102	72	120	73

maal van zowel middel- als fijnkorrelige structuur. Aan de randen van dikkere complexen is de diabaas in Dalarna aphanitisch en ook in het veld om Trebus waren veel van de diabaaszwerfstenen zo fijnkorrelig, dat ze nauwelijks van bazalt te onderscheiden waren. In Zweden wordt de Jotnische zandsteen onderbouwd, doorsneden en overdekt door diabaasgangen en -dekken. Fig. 13 maakt duidelijk dat meer dan de helft van het bovenste diabaasdek is verdwenen, samen met veel Jotnische zandsteen. Fig. 14 toont de verspreiding van de diabaas en zandsteen dicht aan de oppervlakte in Dalarna. Bij Gävle is het gezamenlijke oppervlak ervan veel kleiner dan in Dalarna, maar in principe niet verschillend. Het ligt dus in de lijn der verwachting dat beide gesteenten als zwerfsteen in elkaars gezelschap optreden. Dat was al bekend (Schuddebeurs 1980-1981) van de groeve van de kalkzandsteenfabriek te Huizen. In de jaren zeventig vonden we daar 2 1/2 x zoveel paarse en paarsgele zandstenen als kristallijne gidsgesteenten, terwijl de heer Boersma (pers. meded.) er 110 diabazen vond op één dag.

De tellingen van Hesemann (1939) besloegen een veel groter en ook westelijker gelegen areaal dan het onze. In slechts twee van zijn tellingen noemde hij een diabaas. Dat hoeft ons echter niet te verwonderen, want het komt overeen met zijn tellingen elders. Hesemann (1936, 1975) rekende de diabazen tot de allermoeilijkste gidsgesteenten die alleen microscopisch herkenbaar zouden zijn. Maar de onbetrouwbaarheid der diabazen is al eerder aangetoond, o.a. door Schuddebeurs 1980/1981.

De uitkomsten van onze Hesemann-tellingen verschillen onderling weinig. Trebuser zandsteen is overal algemeen tot zeer algemeen, terwijl vuursteen nauwelijks een rol speelt. Daarom lijkt het ons niet verantwoord er chronostratigrafische gegevens aan te ontleen. Dit is in tegenstelling met Hesemanns opvattingen. (Zie zijn kaartje, hier fig. 2).

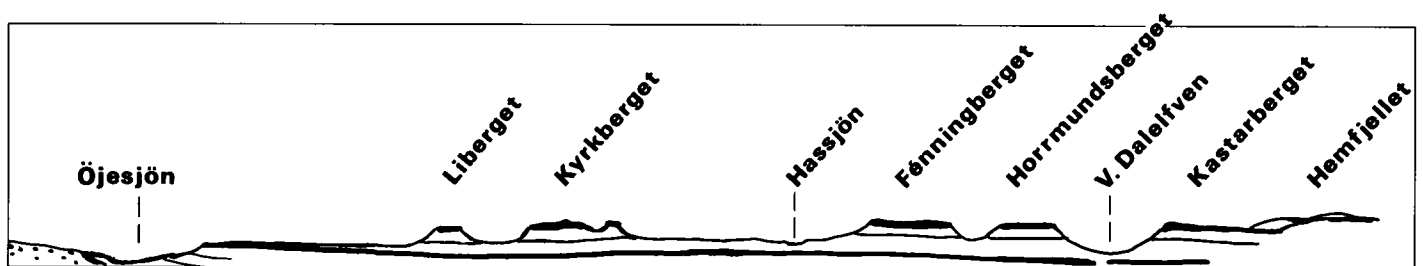


Fig. 14 Profiel door het dalazandsteencomplex vanaf het Öje-meer tot de Västerdalelv. De zandsteen is met wit aangegeven, zwart erop is &sbymdiabaas, zwart eronder is ijediabaas. Uit: Sveriges geologi, 1963.

Tabel III. Kristallijne gidsgesteenten

Nummer en plaats van de telling en Hesemannformule	Schönfelde- Jänickendorf 7 - 2260	NE Jänickendorf 8 - 2250	WSW Beerfelde 9 - 2350	Gölsdorfer Forst 10 - 2260	Eggesdorf 11 - 2350	Pfaffendorf 12 - 3340
Gidsgesteenten						
Groep I						
Ålandrapakiwi	8	9	5	9	5	7
Åland-(apliet-)graniet	10	20	19	9	7	18
Ålandgranofier	1	2	1	-	3	3
Ålandgranietporfier	5	4	-	-	-	3
Ålandkwartsporfier	1	-	-	-	-	-
Hagagraniet	1	-	-	1	-	2
Prickgraniet	-	-	2	1	-	2
Rode Finse granietporfier	-	-	-	1	-	-
Perniögraniet	-	-	-	1	-	-
Rödörapakiwi	-	1	-	-	-	1
Rödö-(apliet-)graniet	-	-	-	3	2	3
Rödögranofier	1	-	-	-	-	-
Ångermannlandtweeglimmergraniet	-	-	1	-	-	-
Ragundapseudosferolietporfier	-	-	-	-	1	-
Rode Oostzeekwartsporfier	-	-	1	-	-	-
Totaal groep I	27= 24.1%	36= 24.2%	29= 24.6%	25= 18.9%	18= 18.9%	39= 32.0%
Groep II						
Uppsalagraniet	2	4	1	3	6	5
Salagraniet	-	-	1	1	-	-
Vängegraniet	1	-	-	1	2	-
Stockholmgraniet	1	3	1	2	-	2
Stockholmvlakkenkwartsiet	-	1	-	1	-	-
Siljagraniet	1	-	-	-	-	-
Garberggraniet	1	-	-	-	-	-
Malingsbograniet	-	-	-	1	-	-
Bredvadporfier	4	6	7	3	4	4
Eilfdalenporfier	2	1	-	1	-	2
Div. Dalarna veldspaatporfier	-	2	-	1	2	2
Div. Dalarna kwartsporfier	1	1	1	5	2	1
Dalarna fluidale kwartsporfier	-	1	1	-	-	-
Grönklittporfier	2	3	2	2	1	3
Digerbergtuffiet	-	1	-	-	-	-
Digerbergconglomeraat	-	1	-	-	-	-
Bruine Oostzeekwartsporfier	3	8	16	7	9	17
Oostzeesyenietporfier	-	1	-	-	-	-
Totaal groep II	18= 16.0%	33= 22.1%	30= 25.4%	28= 21.2%	26= 27.4%	36= 29.5%
Groep III						
Div. Smålandgraniet	53	72	50	64	42	37
Lönnebergporfier	1	-	-	1	1	2
Påskallavikporfier	-	-	-	1	-	-
Nymålaporfier	-	-	-	1	-	-
Div. Smålandporfier	8	5	7	11	7	3
Lofthammergneis	-	-	-	1	-	1
Västervikgneis	1	-	-	-	-	-
Filipstradgraniet	1	-	-	-	-	-
Graversforsgraniet	1	1	-	-	-	-
Karlshamngraniet	-	-	1	-	-	-
Blekingegraniet	-	-	1	-	1	3
Bornholmstreepgraniet	1	2	-	-	-	-
Div. Bornholmgraniet	1	-	-	-	-	-
Basalt	-	-	-	-	-	1
Totaal groep III	67= 59.8%	80= 53.7%	59= 50.0%	79= 59.8%	51= 53.7%	47= 38.5%
Groep IV	-	-	-	-	-	-
Totaal per telling	112	149	118	132	95	122

Tabel IV. Kristallijne zwerfstenen

Nummer en plaats van de telling	Gabbro en dioriet	Diabaas	Diabaas- amandelst	Melafier	Helleflint	Kristallijne gidsgest	Overige kristallijn	Totaal kristallijn	Percentage gidsgest.
1. SE Beerfelde	30	11	-	-	15	85	428	569	4.9%
2. Reichenwalde	67	12	-	-	18	129	1400	1626	7.9%
3. WSW Trebus	53	55	-	-	7	102	1272	1489	6.8%
4. Molkenberg	21	10	-	-	6	72	480	589	12.2%
5. W Trebus	53	62	-	-	6	120	1281	1522	7.9%
6. Beerfelde-Schönfelde	19	30	2	-	16	73	1017	1157	6.3%
7. Schönfelde-Jänickendorf	19	15	1	-	15	112	653	815	13.7%
8. NE Jänickendorf	29	30	1	-	28	149	948	1185	12.6%
9. WSW Beerfelde	21	20	1	-	5	118	1034	1199	9.8%
10. Gölsdorfer Forst	38	12	-	-	20	132	778	980	13.4%
11. Eggesdorf	11	12	-	1	10	95	640	769	12.3%
12. Pfaffendorf	29	37	2	1	12	122	632	835	14.6%

Wat de trebuser zandsteen betreft moet gezegd dat ze hun naam met recht verkregen. Nergens is de hoeveelheid ervan zo groot als bij dat dorp, nl. 42% van alle zwerfstenen. In ons hele telgebied van 25 x 12 km zijn ze overal algemeen. Hoever hun verspreiding zich uitstrekt weten we niet. In Denemarken vonden we ze van noord tot zuid op verscheidene plaatsen, maar nergens veel. Uit Nederland is slechts één vondst uit Drenthe bekend, nl. in een kollektie van Van der Kley in het Drents Museum. Er zijn enkele blokken gevonden in de Woldberg bij Steenwijk, nu opgesteld in het geologisch monument ter plaatse. Kortgeleden is er een op Wieringen gevonden en een te Slochteren. Meer vondsten mogen verwacht worden maar nergens in Nederland zijn ze algemeen.

Zeer opvallend is het zeer geringe percentage vuursteen om Trebus. Meestal is het minder dan 1% van het totaal aantal zwerfstenen. In onze tellingen zijn Zuidzweedse gidsgesteenten met gemiddeld 40% vertegenwoordigd, met een maximum van 65%. Als we dergelijke zwerfsteengezelschappen in Nederland of elders in Duitsland aantreffen is meestal 1/3 daarvan, soms zelfs 2/3, vuursteen. (Zie tabellen 5 en 6).

K. Richter (1932) stelde drie verschillende boven elkaar liggende keilemen op het eiland Rügen vast. Aan de bovenste schreef hij een oostbaltische herkomst toe vanwege het gehalte aan dolomiet. Omdat deze keileem vuursteenloos was nam Richter zonder bewijs aan, dat op de Oostzeebodem ten noorden van Stettin weliswaar Krijtsedimenten liggen, maar dat deze geen vuursteen zouden bevatten. Het kwam ons gewenst voor deze stelling van Richter nader te onderzoeken.

Professor E. Voigt, Hamburg, maakte ons attent op het voorkomen van een aanzienlijke zout-diapier bij Lägerdorf en Kronsmoor in westelijk Sleeswijk-Holstein. Hier dagzoomt zowel Maastrichtien als Campanien, waar-

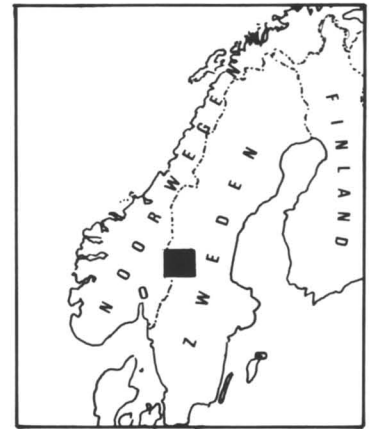
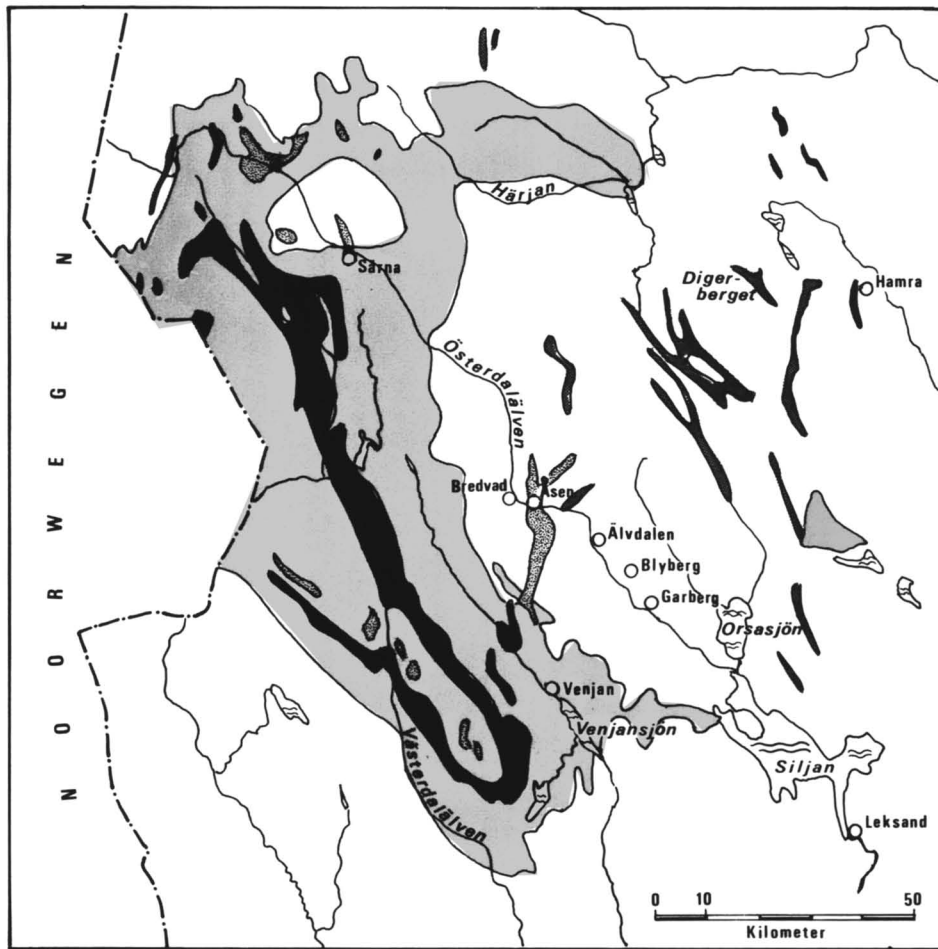


Fig. 13 Dalarna. Deel van de geologische kaart van Zweden in drie delen, middelste blad, 1958. 1: Jotnische zandsteen. 2: Öjediabaas. 3: Åsby- en sårnadiabaas. 4: oudere gesteenten en sub-Jotnium. 5: landsgrens. 6: meren.

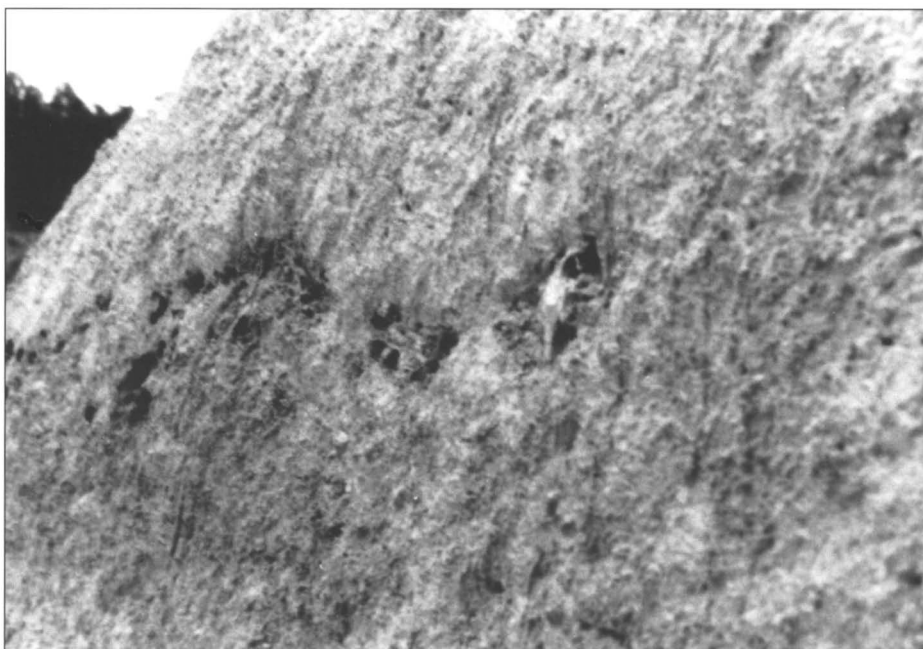


Fig. 15 Ontsluiting in een grote schol Turoon-kalk met een rij zwartwitte vuursteen erin in de grondmorene van het eiland Wolin (Duits:Wollin), Polen.

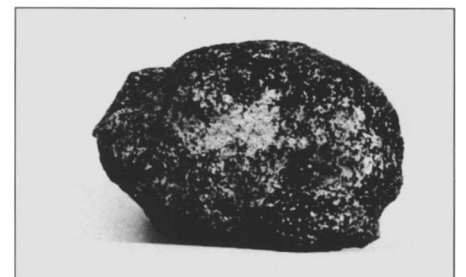


Fig. 16 Gespikkelde vuursteen uit het Campanien bij Kristianstad, Zuid-Zweden en aangrenzende Oostzee. Zwerfsteen van Weissenhaus. Algemeen in Sleeswijk-Holstein maar in Nederland zeldzaam. 80 x 75 mm.

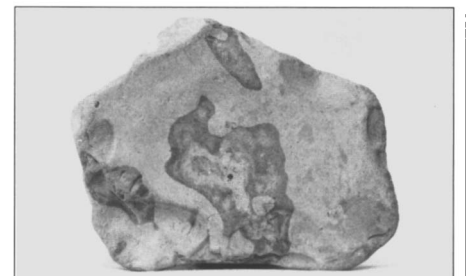


Fig. 17 Gevlamde vuursteen, wellicht uit het Maastrichtien maar vermoedelijk ook in andere Krijtformaties voorkomend. Zwerfsteen van Usedom, Oost-Duitsland. Komen ook in Nederland voor. 95 x 70 mm.



Fig. 18 Gestreepte vuursteen ('gebänderte Feuerstein') uit Turoon-schol op Wolin, Polen. 80 x 30 mm.



Fig. 19 Gestreepte vuursteen ('gebänderte Feuerstein') uit Turoonschol op Wolin, Polen. 60 x 35 mm.

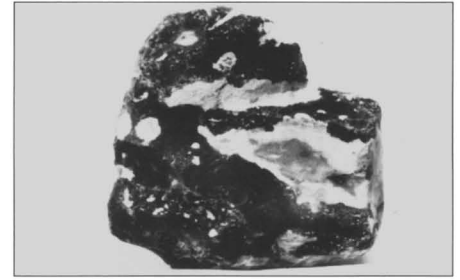


Fig. 20 Gestreepte vuursteen, wellicht uit het Turoon van de Oostzeebodem. Zwerfsteen van strand op Wolin, Polen. 90 x 80 mm.

van het laatste heel weinig vuursteen bevat. Als zulke diapiëren eveneens zouden voorkomen in het zuidwestelijk deel van de Oostzee kunnen vandaar maar heel weinig vuurstenen gekomen zijn. Maar de kaarten van Flodén (1984) en Kumpas (1980) vermelden nergens diapiëren.

Dr. A. Ludwig (1964), Potsdam, publiceerde een kaart van het noordelijk deel van de Oostzee met de Botnische Golf maar kon ons nog geen inlichtingen verschaffen over het zuidelijk gedeelte.

Dr. S. Sjørring, Kopenhagen verstrekte ons gegevens over het Krijtvoorkomen op Bornholm en de aangrenzende Oostzeebodem, waar een strook Arnagerkalk ligt van nauwelijks een halve kilometer breedte en enkele km's lang. Zie ook Hamann (1989). Het Arnager

groenzand (zie tabel 7) beslaat een weinig groter oppervlak. Deze sedimenten bevatten weinig of geen vuursteen maar gezien het zeer beperkte areaal ervan kan hun bijdrage aan de Pleistocene afzettingen slechts gering zijn. Het Krijt op Møn bevat wel vuursteen evenals dat op Rügen. Toch komt ook op Møn keileem zonder vuursteen voor.

Volgens Prof. O.R. Marcinowski, Warschau, kan er niet getwijfeld worden aan het voorkomen van Krijt-afzettingen op de Oostzeebodem ten noorden van Szczecin (Stettin), maar altijd met vuursteen.

Dr. Z. Alexandrowicz (1966) onderzocht op het Poolse eiland Wollin aan de mond van de Oder een groot aantal Cenomaan- en Turoonschollen in het keileem. Deze moeten afkomstig zijn

uit het door Richter (1932) bedoelde deel van de Oostzeebodem. Ze bevatten allemaal vuursteen (zie fig. 15).

Het 'Gesellschaft für Geschiebekunde' belegde in april 1992 een zwerfsteen-symposium op Usedom, waar o.a. gesproken werd door Dr. E. Herrig, Greifswald, over de 'Paläographie der Kreide und Ursprung der Geschiebe'. Naar zijn mening komen nergens op de Oostzeebodem Krijt-sedimenten zonder vuursteen voor. Herrig kon deze uitspraak doen op grond van de uitkomsten van honderden boringen op zoek naar aardolie en aardgas ten noorden van Oost-Duitsland en Polen. Richters veronderstelling blijkt dus ongegrond te zijn.

Het ontbreken van vuursteen in veel van haar tellingen viel ook Böse (1990) op. Zij acht het mogelijk, dat grote oppervlakten Krijt-gesteenten tijdens de

Tabel V. Sedimentaire zwerfstenen

Nummer en plaats van de telling	Trebuser zandst.	Rode Dala-zandst.	Paarsgele Dala-zandst.	Skoithozandst.	Monocraterion zandst.	Xenusion zandst.	Kalmarsund-zandst.	Tessinsiltsteen	Overige zandst.	Paleozoische kalkst.	Verkiezelde Pal-kalkst.	Vuursteen	Tert. sedimentaire zwerfst.	Totaal sedimentaire zwerfst.
1. SE Beerfelde	59	1	-	1	-	-	1	6	118	1	-	8	-	195
2. Reichenwalde	104	6	-	9	-	-	2	-	299	5	-	19	-	444
3. WSW Trebus	1335	2	-	4	-	-	-	6	158	6	-	18	-	1529
4. Molkenberg	91	8	-	3	-	-	-	2	110	9	-	11	-	234
5. W Trebus	1319	2	-	-	-	-	1	1	124	4	-	5	-	1456
6. Beerfelde-Schönfelde	83	4	-	1	-	-	1	-	181	-	-	9	-	279
7. Schönfelde-Jänickendorf	37	7	-	2	-	-	-	1	120	-	1	5	-	173
8. NE Jänickendorf	184	7	1	1	-	-	2	6	195	21	-	7	3	427
9. WSW Beerfelde	357	5	1	-	-	-	1	3	149	3	-	12	-	531
10. Gölsdorfer Forst	96	5	-	1	-	-	-	2	-	2	-	17	-	123
11. Eggesdorf	151	2	-	1	1	-	-	3	101	2	-	6	-	267
12. Pfaffendorf	222	10	1	2	1	1	-	1	209	2	-	35	-	484

Tabel VI. Percentages van diverse zwerfstenen en vuursteen coëfficiënt (6)

1 Nummer en plaats van de telling	2 Totaal aantal zwerfstenen	3 % Trebuser zandsteen uit 2	4 % diabazen uit 2	5 % vuursteen uit 2	6 vuursteen: kristallijn
1. SE Beerfelde	764	7,8	1,5	1,-	0,0140
2. Reichenwalde	2070	5,-	0,6	0,91	0,0117
3. 1 km WSW Trebus	3018	44,2	1,8	0,6	0,0128
4. Molkenberg	823	11,-	1,2	1,3	0,0186
5. W Trebus	2978	44,2	2,-	0,16	0,0032
6. Beerfelde-Schönfelde	1436	5,7	2,2	0,62	0,0077
7. Schönfelde-Jänickendorf	988	3,44	1,6	0,5	0,0061
8. NE Jänickendorf	1612	11,4	1,9	0,43	0,0059
9. WSW Beerfelde	1730	20,6	1,21	0,69	0,0100
10. Gölsdorfer Forst	1103	8,7	1,08	1,54	0,0173
11. Eggesdorf	1036	14,5	1,15	0,58	0,0078
12. Pfaffendorf	1319	16,8	2,9	2,65	0,0419

Tabel VII.

Krijt-sedimenten van de Oostzee zoals o.a. op, resp. bij Bornholm voorkomen. Ontleend aan Hamann, 1989.

Boven Krijt	Boven - } Onder - }	Maastrichtien	o.a. Møn en Rügen
	Boven - } Onder - }	Campanien	
	Boven - } Midden - } Onder - }	Santonien	Bavnodde groenzand
	Boven - } Midden - } Onder - }	Coniacien	Arnagerkalk
	Turonien		Wolin, als schollen
	Boven - } Midden - } Onder - }	Cenomanien	Arnager groenzand
Onder Krijt	Boven - } Onder - }	Albien	Rabekke en Robbedale Formaties

uitbreiding van het Weichselien landijs met zoveel oudere (Saalien?) sedimenten bedekt waren dat geen krijt opgenomen kon worden. Deze mogelijkheid valt noch te ontkennen, noch te bewijzen, maar plausibel lijkt hij niet. Lijnrecht hier tegenover staat de vaak gehoorde maar even zwak onderbouwde veronderstelling dat jongere ijsuitbreidingen noodzakelijkerwijs veel materiaal uit oudere morenen opgenomen moeten hebben. Volgens Gripp (1964) is het veelvuldig voorkomen van een bepaald type zwerfsteen even veelzeggend als het finaal ontbreken ervan. Het zou te ver voeren alle voorbeelden van zulke verschillen hier te berde te brengen, maar vooruitlopend op een volgende publikatie willen we er toch iets van zeggen.

Door Schuddebeurs (1990) werd opnieuw betoogd, hoe Oostbaltisch ijs hoog boven onderliggend ijs kon voortschuiven zonder Krijt-gesteenten van de zuidelijke Oostzeebodem op te nemen. K.-D. Meyer (1991) sluit zich bij deze opvatting aan. Iets dergelijks geldt voor de keileem van Centraal-Nederland. Daar vinden we weinig of geen Oostbaltische componenten, maar des te meer Upplandgranieten samen met veel bruine oostzee-kwartsporfieren, terwijl vuursteen ontbreekt. In Nederland gaat veel vuursteen bijna vooral samen met veel Zuidzweedse gids-gesteenten. Nu blijkt ook in de Weichselmorenen om Fürstenwalde vuursteen nagenoeg te ontbreken, hoewel Zuidzweedse zwerfstenen daar steeds een belangrijke rol, zonet de hoofdrol spelen. In deze drie gevallen gaat het steeds om potentiële leveringsgebieden van grote omvang. Maar de abrasie door het ijs kan ook zeer

plaatselijk geconsentreerd, als het ware selectief, te werk gaan. Korn's wet van het samengaan van gidsgesteenten uit dezelfde regio blijkt niet zo'n staalharde, maar eerder een weekijzeren wet te zijn. Het samen optreden van veel paarsgele Jotnische zandsteen in Centraal-Nederland, respectievelijk van veel trebuser zandsteen om Fürstenwalde samen met uitzonderlijk veel diabazen, ligt geheel in de lijn der verwachtingen en het is in overeenstemming met 'de wet van Korn'. Maar het is tegen alle verwachtingen in, dat in beide juist genoemde streken slechts één type Jotnische zandsteen domineert en de beide andere typen nagenoeg ontbreken. Zowel in Dalarna als om Gävle liggen ze immers naast en op elkaar.

Oorspronkelijk werden zwerfsteentellingen uitgevoerd in de hoop dat ze chronostratigrafische gegevens zouden kunnen opleveren. Dat viel echter tegen, want er zijn geen zwerfsteengezelschappen die karakteristiek zijn voor één ijstijd of voor een bepaalde periode. Zwerfsteentellingen verschaffen in de eerste plaats gegevens over de herkomst van de stenen, maar sinds de laatste jaren leveren ze meer en meer gegevens over het gedrag van het landijs. Bepaalde lamellen van het landijs kunnen grote afstanden afleggen zonder de ondergrond te raken en het ijs nam hier extra veel, daar buitengewoon weinig morenemateriaal op. Zo werd de laatste jaren steeds duidelijker dat het landijs zich veel gecompliceerder gedroeg dan men vroeger veronderstelde: een onverwacht resultaat van het zwerfsteenonderzoek.

Adressen van de auteurs:

A.P. Schuddebeurs, Hofstukken 114,
9407 LD ASSEN
Dr. W.H. Zwenger, Uferstrasse 5/1004,
01242 Bad Saarow B.R.D.

Samenvatting

Reeds meer dan twee eeuwen is bekend dat in de omgeving van Fürstenwalde aan de Spree, Duitsland, en bij uitsteking nabij het dorp Trebus zeer veel zandsteen-zwerfstenen van een bepaald type voorkomen, dat men Trebuser Sandstein noemt. Het gaat om Jotnische zandsteen, die zowel uit Dalarna als uit de omgeving van Gävle in Midden-Zweden beschreven zijn. Trebuser Sandstein is goed te onderscheiden van de paarse zandsteen met gele vlekken, die uit dezelfde streken afkomstig is en van de zogenaamde rode dalazandsteen die behalve in Dalarna ook voorkomt in Zuidwest-Finland, op enkele plaatsen in de Oostzee en in de Botnische Golf. Deze drie typen zijn uitvoerig beschreven. In 1990 werden in een gebied van 25 x 12 km rond Trebus een dozijn zwerfsteengezelschappen geteld. Trebuser Sandstein is daar overal zeer algemeen tot zelfs extreem algemeen, terwijl rode en paarsgele Jotnische zandsteen er nauwelijks voorkomen. Bij de kristallijne gidsgesteenten spelen die uit Zuid-Zweden, vooral uit Småland, meestal de hoofdrol in ons onderzoeksgebied. Waar zulks elders in Duitsland en in Nederland het geval is gaan zij meestal gepaard met veel of zelfs zeer veel vuursteen, terwijl om Trebus-vuursteen nagenoeg ontbreekt. Ter verklaring van deze frappante verschillen is aangenomen, dat zich zowel regionaal als lokaal aanzienlijke verschillen voordeden zowel in bewegingsrichting als in -snelheid van het landijs. Als gevolg daarvan waren er grote verschillen in de mogelijkheden tot opname en transport van morene materiaal. Dit kon zowel regionaal als lokaal geconcentreerd plaatsvinden, terwijl direkt aangrenzende gesteenten onberoerd bleven. De veronderstelling van K. Richter (1932) dat zich op de Oostzeebodem ten noorden van Stettin cretaceïsche sedimenten zonder vuursteen zouden bevinden blijkt ongegrond te zijn.

Zusammenfassung

Während schon mehr als zwei Jahrhunderten ist bekannt, daß in der Umgebung von Fürstenwalde an der Spree in Deutschland, und vor allem nahe dem Dorf Trebus sehr viel Sandsteingeschiebe eines besonderen Typs vorkommen, den man Trebu-

ser Sandstein nennt. Es handelt sich um Jotnischen Sandstein, der sowohl aus Dalarna wie aus der Umgebung von Gävle in Mittelschweden beschrieben worden ist. Trebuser Sandstein läßt sich gut von dem lila Sandstein mit gelben Flecken, der aus gleichen Gegenden stammt, unterscheiden, und auch von dem sog. Roten Dala Sandstein, der außer in Dalarna auch in Südwestfinland, an einigen Stellen in der Ostsee und im Bottnischen Meerbusen vorkommt. Diese drei Typen sind ausführlich beschrieben worden. 1990 wurden in einem Gebiet von 25 x 12 km um Trebus herum ein Dutzend Geschiebegemeinschaften gezählt. Trebuser Sandstein ist dort überall sehr allgemein bis extrem allgemein, während es da kaum roten und lilagelben Jotnischen Sandstein gibt. Bei den kristallinen Leitgeschieben im Trebuser Bereich spielen jene aus Südschweden, besonders aus Småland, meistens die Hauptrolle. Wo solches anderswo in Deutschland und den Niederlanden der Fall ist, werden sie meistens von viel oder sogar sehr viel Feuerstein begleitet, während um Trebus herum Feuerstein nahezu fehlt. Zur Erklärung dieser frappierenden Unterschiede wurde angenommen, daß es regional und lokal beträchtliche Unterschiede sowohl in der Bewegungsrichtung wie in der Geschwindigkeit des Landeises gab. Daraus ergaben sich die großen Unterschiede in den Möglichkeiten zur Aufnahme und Transport vom Moränenmaterial. Dies konnte sowohl regional wie lokal konzentriert geschehen, während direkt benachbarte Gesteine davon unberührt blieben. Die Annahme von K. Richter (1932), es befänden sich auf dem Ostseeboden nördlich von Stettin kretazeische Ablagerungen ohne Feuerstein, erweist sich als unbegründet.

Literatuur

- Alexandrowicz, Z., 1966: *Utwory Kredow W krach glacialnych na wyspie Wolin i w okolicy Kamienia Pomorskiego (Cretaceous deposits in glacial floes on the island Wolin and in the vicinity of kamien Pomorski)*. Polski Akademia Nauk, pp 1-96. Warschau.
- Allaby, A. and Allaby, M. (ed.) 1991. *The Concise Axford Dictionary of Earth Sciences*, 410 pp. Oxford, University Press.
- Bennhold, W., 1931: Über den 'Trebuser Sandstein' und seine Begleitsteine. *Zeitschr. für Geschiebeforschung*, Heft 1, pp 150-154. Leipzig.
- Bennhold, W., 1932: Konzentrische Entfärbungsringe (Liese-gang'sche Ringe) auf rotem Trebuser Sandstein. *Zeitschr. für Geschiebeforschung*, pp 184-187. Leipzig.
- Böse, M., 1990: Reconstructions of ice flow directions of the Baltic Sea during the Saalian and Weichselian glaciations. *Boreas*. Vol. 19, pp 217-226. Oslo.
- Eckermann, H. von, 1936: *The Loos-Hamra region*. Geologiska Föreningens Förhandlingar, nr. 58. Stockholm.
- Eskola, P., 1963: *The Precambrium in Finland. The Geological Systems. The Precambrium I*, pp 145-163. New York.
- Flodén, T., 1984: Der Strukturbau in Seegebiet von Schweden. *Zeitschr. angew. Geol.*, 30(1), pp 2-16. Berlin.
- Füchtbauer, H. en G. Müller, 1977: *Sediment-Petrologie. Teil II. Sedimente und Sedimentgesteine*. 3e Auflage, pp 1-784. Stuttgart.
- Girard, H., 1855: Die norddeutsche Ebene insbesondere zwischen Elbe und Weichsel geologisch dargestellt, pp 1-265. Berlin.
- Gripp, K., 1964: *Erdgeschichte von Schleswig-Holstein*. Neumünster.
- Hamann, N.E., 1989: Bornholms Mesozoikum. *Varv*, nr. 3, pp 75-104. Kopenhagen.
- Hannemann, M. en E. Schlegel, 1965: Untersuchungen zur stratigraphischen Einstufung von Geschiebemergelen aus Ostbrandenburg. *Berichte der geologischen Gesellschaft der DDR*, 10(6) pp 773-790.
- Hansen, H., 1918: *Stenräkningar på Åland*, Geol. Fören. Stockholm Förh., Bd 33, pp 202-495. Stockholm.
- Hesemann, J., 1939: Geschiebeuntersuchungen zwischen Pommerschen und Warthe-stadium in der mittleren Mark Brandenburg. *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanstalt zu Berlin*, Bd 59 für das Jahr 1938, pp 45-54. Berlin.
- Hesemann, J., 1975: *Kristalline Geschiebe der nordischen Vereisungen*. Geol. Landesamt Nordrhein-Westfalen, pp 1-267. Krefeld.
- Hjelmqvist, S., 1966: *Beskrivning till berggrundskarta över Kopparbergslän*. Sveriges geologiska undersökning, pp 1. Stockholm.
- Hucke, K., 1967: Einführung in die Geschiebeforschung. *Bewerking E. Voigt*, pp 1-132. Oldenzaal.
- Kley, K. van der en W. de Vries, 1946: *Gids-gesteenten van het Noordelijk Diluvium*, pp 1-191. Meppel.
- Klößen, K.F., 1833: Beiträge zur mineralogischen und geognostischen Kenntnis der Mark Brandenburg. 6e Stück, pp 69-70. Berlin.
- Klößen, K.F., 1834: Die Versteinerungen der Mark Brandenburg, insonderheit diejenigen, welche sich in den Rollsteinen und Blöcken der südbaltischen Ebene finden, pp 1-378. Berlin.
- Korn, J., 1927: Die wichtigsten Leitgeschiebe der nordischen kristallinen Gesteine in Norddeutschen Flachlande, pp 1-64. Berlin.
- Kruizinga, P., 1918: *Bijdrage tot de kennis der sedimentaire zwerfstenen in Nederland*. Diss. Verh. Geol. Mijnbouwk. Genootschap Vol. 4, pp 1-271. Leiden.
- Kuchenbuch, F., 1887: *Sitzungsnachricht*. *Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch.*, 39, p 502. Berlin.
- Kumpas, M.G., 1980: 4. Seismic stratigraphy and tectonics in Hanö Bay, southern Baltic. *Geologiska Institutionen University of Stockholm*, pp 36-168. Stockholm.
- Laitakiri, A., 1925: Über das Jotnische Gebiet von Satakunta. *Bull. de la Commission Géologique de Finlande*, 73, pp 1-43. Helsinki.
- Laitakiri, A., 1942: *Suomen geologinen Yleiskartta*, 1 : 400.000, Blatt B 3 Vaassa/Vasa, pp 1-66. Helsinki.
- Lijn, P van der, 1973: *Het Keienboek*, 6e druk, bewerking door G.J. Boekschoten, pp 1-361. Zutphen.
- Ludwig, A.O., 1972: *Der präquartäre Untergrund der Ostsee. Teil 1. Wissensch. Zeitschr. der Univ. Rostock*, 16e Jahrg., Nat. Reihe, Hg/10, pp 1105-1136. Rostock.
- Lundegårdh, P.H., 1967: *Berggrunden I. Gävleborgs län. Petrology of the Gävleborg county in central Sweden*. Sveriges geologiska undersökning, Stockholm.
- Lundqvist, Th., 1968: *Precambrium geology of the Los-Hamra region, central Sweden*. Sveriges geologiska undersökning, pp 1-255. Stockholm.
- Magnusson, N.H., P. Thorslund, F. Brotzen, B. Askund en O. Kulling, 1962: *Beskrivning till karten över Sveriges berggrund*. Sveriges geologiska undersökning, pp 1-290. Stockholm.
- Magnusson, N.H., G. Lundqvist en G. Regnéll, 1963: *Sveriges geologi*, 4e druk, pp 1-698. Stockholm.
- Meyer, K.-D., 1991: Zur Entstehung der westlichen Ostsee. *Geol. Jb.*, A 127, pp 429-466. Hannover.
- Münnich, G., 1936: *Quantitative Geschiebepprofile aus Dänemark und Nordostdeutschland mit besonderer Berücksichtigung Vorpommerns*. Abh. Geol. Pal. Inst. Univ. Greifswald, pp 1-52. Greifswald.
- Richter, K., 1932: Die Bewegungsrichtung des Inlandeises, rekonstruiert aus den Kritzen und Längsachsen der Geschiebe. (Vortragsreferat). *Zeitschr. für Geschiebeforschung*, Bd VI-II, Heft 1, pp 62-66. Leipzig.
- Richter, K., 1953: *Klimatische Verschiedenartigkeit glazialer Vorstosphasen Norddeutschlands*. Act. IV INQUA congres Rome-Pisa, pp 1-11.
- Schuddebeurs, A.P., 1949: *Vier gesteentellingen van Utrecht en de Veluwe*. Publ. IV Ned. Geol. Ver., pp 151-157. Hilversum.
- Schuddebeurs, A.P., 1956: *Mededelingen over drie gesteentellingen en enige opmerkingen betreffende de Oostzeeporfieren en hun verspreiding*. *Grondboor en Hamer* nr. 1 en 2, pp 61-64. Oldenzaal.
- Schuddebeurs, A.P., 1958: *Inventarisatie van zwerfstenen bij Norg*. *Grondboor en Hamer* nr. 6, pp 163-167. Oldenzaal.
- Schuddebeurs, A.P., 1980: *Over enkele Noord-Nederlandse zwerfsteengezelschappen*. *Grondboor en Hamer*, 2, pp 51-64. Oldenzaal.
- Schuddebeurs, A.P., 1980/1981: *Die Geschiebe im Pleistozän der Niederlande*. *der Geschiebesammler* 14 2/3/4, pp 91-198. Hamburg.
- Schuddebeurs, A.P. 1981: *Results of counts of Fennoscandinavian erratics in the Netherlands*. *Meded. Rijks Geol. Dienst*, 34-3, pp 10-14. Haarlem.

Schuddebeurs, A.P., 1982: Zwerfsteentellingen in Noord-Nederland. Meded. Werkgr. Tert. en kwart. Geologie, Vol 19(3), pp 81-108. Leiden.

Schuddebeurs, A.P., 1986: Einige Bemerkungen zu K.-D. Meyers: 'Zur Methodik und über den Wert von Geschiebezählungen'. Der Geschiebesammler, 19-4, pp 151-156. Hamburg.

Schuddebeurs, A.P., 1990: De zwerfstenen van het Drentse Plateau. Grondboor en Hamer, pp 120-127. Haarlem.

Schuddebeurs, A.P., 1992: De zwerfsteengezelschappen van de stuwwal bij de Lutte en omgeving en de bewegingsrichting van het landijs over Nederland. Grondboor en Hamer, nr. 2, pp 50-56. Haarlem.

Simonen, A., 1971: Das Finnische Grundgebirge. Geol Rundschau. nr. 60.

Simoni, A. en A. Mikkola, 1980: Finland. In: Geology of the European countries. Denmark, Finland, Iceland, Norway, Sweden. Parijs.

Sobral, J.M., 1913: Contribution to the geology of the Nordringå region. Diss. Uppsala.

Waard, D. de, 1949: Glacigeeen Pleistoceen. Een geologisch detailonderzoek in Urkerland (Noordoostpolder). Diss. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouwk. Gen., 15, pp 70-246.

Wahnschaffe, F., 1916: Über das Quartär und Tertiär bei Fürsten-walde a.d. Spree. Jb. kgl. geol. Landesanstalt für 1915. (36, Teil II), pp 343-395. Berlijn.

Wiman, C., 1892: Ueber das Silurgebietes des Bottnischen Meeres. Bull. of the Geol. Inst. Uppsala, Vol. 1, pp 65-75, Uppsala. (gedrukt in 1893).

Zandstra, J.G., 1988: Noordelijke kristallijne gidsgesteenten, pp 1-469. Leiden.

Zonneveld, J.I.S., 1977: Tussen de bergen en de zee. De wordings-geschiedenis der lage landen. 4e druk, pp 1-322. Utrecht.

NOTEN

- 1 Een Pruisische voet was 30 cm
- 2 Kristallijne kalksteen is een oude benaming voor een groep kalk-silicaat gesteenten waartoe men o.a. marmer, oerkalk en ophicalciet rekende. Wellicht is het beter van gerekristalliseerde kalk te spreken.



GEOVARIA

Broeikas leidt tot nieuwe ijstijd

Over de broeikas effecten van koolzuurgas (CO²) dat wij in steeds grotere hoeveelheden in de atmosfeer brengen door het gebruik van fossiele brandstoffen en het op grote schaal kappen van bossen, is de laatste jaren een ware lawine van publikaties verschenen. In vele ervan worden vooral de negatieve effecten breed uitgemeten. Algemeen gaat men ervan uit dat de toename van CO² in de atmosfeer zal leiden tot hogere gemiddelde temperaturen op Aarde. Deze veronderstelling lijkt te worden gesteund door de gemiddeld hogere temperaturen die mondiaal de laatste jaren worden gemeten. 1989 en 1990 waren al de allerwarmste jaren van deze eeuw en 1991 zou wellicht nog warmer zijn geworden als de uitbarsting van de Pinatubo op de Filippijnen niet had plaats gevonden. Sinds men met temperatuurmetingen is begonnen is het nog niet eerder gebeurd dat gedurende een opeenvolgende reeks van jaren dergelijke hoge gemiddelden werden geregistreerd.

Ondanks de aanname dat het klimaat warmer zal worden, is er nog heel weinig bekend wat voor gevolgen een en ander zal hebben voor de poolkappen. Klimaatmodellen blijven daar erg vaag over. Recentelijk onderzoek werpt nieuw licht op dit vraagstuk. Men heeft sedimentologisch onderzoek verricht aan afzettingen die kort voor het begin van de laatste ijstijd (Weichsel-IJstijd), zo'n 100.000 jaar geleden zijn gevormd. Op grond van de daarin aan-

wezige planten- en dierenresten kwamen de onderzoekers tot de conclusie dat aan de vooravond van de Weichsel-IJstijd min of meer dezelfde klimaatomstandigheden als vandaag de dag. Het ontstaan en aangroeien van de ijskappen werd voorafgegaan door een klimaatfase met koele zomers en zachte winters. Tevens stelde men vast dat het oceanwater tot op hoge breedte veel warmer was dan thans het geval is. Als we de huidige klimaatmodellen voor de toekomst mogen geloven, dan zal het broeikas effect zich vooral in het poolgebied laten gelden, met name gedurende de wintermaanden. Het directe gevolg hiervan is meer sneeuwval, terwijl er gedurende de zomermaanden door bewolkingstoename minder Zon zal schijnen. Er zal in dat seizoen dus minder sneeuw en ijs smelten.

Een logisch gevolg van deze processen is dat de ijskappen zullen aangroeien. Volgens sommige klimatologen hebben metingen uitgewezen dat de zonnestraling op 65° tot 70° N.B. momenteel al even lage waarden bereikt als destijds bij het begin van de Weichsel-IJstijd. Uitgezet op een grafiek ligt deze waarde halverwege het glaciële minimum. Als deze veranderingen structureel van aard blijken te zijn en als ook de voorspelling, dat het oceanwater in de nabije toekomst warmer wordt uitkomt, dan gaat de Aarde een nieuwe ijstijd tegemoet.

Nature, 16 jan. 1991

Rectificaties

Nr. 2-'92

Pag. 42 derde kolom: Tenslotte zij hier.....

Pag. 42 bijschrift van fig. 6. Na kruisjes met schuine strepen: (lavagesteenten en tuffen). Horizontale streepjes met schuine strepen: rhyolietdaciet-ignimbrieën; Na (diepte-eq.: Graniet); daciet: meer dan

Nr. 3-'92

Pag. 67 derde kolom 3e regel moet staan: en in rapakivigranieten.

Pag. 68 1e kolom 17e regel onder Temperaturen van rhyolietmagma's: KAISI3O8-NaAlSi3O8

Pag. 69 3e kolom 10e regel tussenvoegen: zowel met de wanden van de spleten waardoor het omhoogvloeit, als inwendige wrijving.