

In het jaar 1921 promoveerde hij in Rostock bij een glaciaal-geoloog van een internationale vermaardheid Prof. Dr. Geinitz. Zijn proefschrift had tot titel "Diluvialprobleme". Speciaal op het gebied van de studie der zwerfstenen heeft Dr. Hucke zich onsterfelijke verdiensten verworven. In juni 1924 deed hij een oproep tot het oprichten van een "Gesellschaft für Geschlebeforschung". Hierop kwamen zoveel aanmeldingen binnen, dat reeds in de herfst van dat jaar de oprichting een feit was. Het door Hucke uitgegeven "Zeitschrift für Geschlebeforschung" heeft tot het einde van de tweede wereldoorlog bestaan, dus 20 jaren. Indien U het vandaag antiquarisch wilt kopen dan zult U er kleine duizend gulden voor neer moeten tellen.

De onderzoekingen van Dr. Hucke inzake het Pliocéen hebben ook verstrekkende gevolgen gehad omtrent deze materie.

Dr. Hucke, namens al Uw Nederlandse lezers, wensen wij U vanaf deze plaats van harte geluk met deze welverdiende onderscheiding!

W.F. Anderson

OVER HET FIJNE MORENEGRUIS VAN BISSCHOPSBERG EN SINT-NICOLAASGA EN DE BETEKENIS DER GEFRACTIONNEERDE ANALYSE.

door J.G. Zandstra *

I Inleiding.

De zwerfsteentellingen op de Bisschopsberg bij Steenwijk en te Sint-Nicolaasga, verricht door Schuddebeurs (zie elders in dit nummer), waren voor schrijver aanleiding om van dezelfde locaties de grindfractie te onderzoeken. Het komt ons voor, dat het aanbeveling verdient, het zwerfsteenonderzoek voortaan in combinatie met de grindstudie toe te passen en daarbij de invloed van de afmetingen op de samenstelling terdege te bestuderen.

In deze publicatie worden na elkaar besproken: de locaties, grindanalyses en grindassociaties, gefractionneerd grindonderzoek en de betekenis van gefractionneerde zwerfsteentellingen.

II Locaties.

a. Bisschopsberg bij Steenwijk (zie in dit nummer: Schuddebeurs en verder afbeelding 3 in Faber 1946). De Bisschopsberg is een vrij smalle 15 à 20 meter boven de omgeving uitstekende heuvel. Het profiel bestaat van boven naar onder uit keizand op keileem op fijne zanden. Plaatselijk komt enig dekzand voor. Het morenegruis werd hier verzameld uit 't keizand. Een boring ter plaatse leverde een profiel van vele meters grijze tot roestig bruin getinte keileem met een leemgehalte van ca. 30%. Schollenkeileem werd niet waargenomen, al komt zij in de omgeving, ook op topografisch hoger niveau, wel voor. Morenegruis uit de schollenkeileem zou dus door solifluctie in het keizand van de telling kunnen zijn geraakt; kalksteen, in schollenkeileem zo rijkelijk aanwezig, werd evenwel niet gevonden, om welke reden mag worden aangenomen dat het keizand een, mogelijk door afglijding (= solifluctie) iets verplaatst, grof verweringsresidu vormt aan de top der grijze keileem.

b. Sint-Nicolaasga. (zie elders in dit nummer: Schuddebeurs figuur 2). Onder het dekzand uit de laatste ijstijd, dat over een grote oppervlakte was afgegraven, kwam een vlak keileemoppervlak

* Geologische Dienst - Haarlem.

te voorschijn. Deze keileem was vuil en groengrijs en wat type betreft te vergelijken met die van de Bisschopsberg. Daarnaast bleken echter aan de oostkant van de afgraving plekken voor te komen met zeer vette kalkrijke rode keileem met veel glaciaal grind, waarin een sterke dominantie van kalksteen. Deze wel typische schollenkeileem maakte slechts enkele M2 uit, zodat zij de zwerfsteentelling van Schuddebeurs slechts weinig kan hebben beïnvloed. Van beide keileemtypen werd de grindinhoud aan een onderzoek onderworpen.

III Grindanalyses, grindassociaties.

Om de analyses overzichtelijk te houden werden slechts zes gesteentegroepen gebruikt.

- a. kwarts: gangkwarts en kwarts uit stollingsgesteenten.
- b. vuursteen.
- c. porfier en porfieriet.
- d. overige kristallijn: graniet, syeniet, gabbro, dioriet, gneis etc.
- e. kalksteen: ook kalkoëliet, kalksteenfossielen, dolomiet en krijt.
- f. rest: zandsteen, kwartsiet, leisteen etc.

In Zandstra (1959) werd uiteengezet, dat Schollenkeileem en grijze keileem in fractie 3-5 mm onderling zeer verschillende grindassociaties bezitten. De associatie in de schollenkeileem, die

| | Bisschopsberg | Sint-Nicolaasga | |
|--|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | keizand (roestig grijs) | keileem (grijsgroen) | keileem (rode schollen) |
| kwarts | 14% | 11% | 3% |
| vuursteen | 14 | 9 | - |
| porfier | x ^b | x | - |
| overig kristallijn | 52 | 48 | 23 |
| kalksteen | - | - | 50 |
| rest | 20 | 32 | 24 |
| grindassociatie (Zandstra 1959) | DGI vuursteenarm | DGI vuursteenarm | DG III |
| verhoudingsfor- mule zwerfstenen (Schuddebeurs 1962) | 3340 | 4330 | geen telling |

^bx = ± ½%

Tabel I Morenegruisassociaties (3-5mm.)

zeer veel kalksteen en weinig of geen vuursteen bevat kreeg het symbool DG III (DG = Drenthienglaciaal = Saalien = Rissglaciaal). De associatie in de grijze keileem, met vuursteen en kristallijn maar zonder kalksteen, werd toen DG I genoemd.

De associaties van de Bisschopsberg en uit de groengrijze keileem van Sint-Nicolaasga bleken onderling zeer weinig verschillen te vertonen en beide overeen te komen met type DG I, terwijl de rode schollenkeileem van de laatste locatie, zoals kon worden verwacht, type DG III bevatte. De uitkomsten van dit onderzoek zijn in tabel I weergegeven.

Inmiddels bleek het aantal te onderscheiden grindassociaties in keileem met enkele te kunnen worden uitgebreid; binnenkort volgen hierover mededelingen in Grondboor en Hamer. Reeds kan worden vermeld, dat DG I vrij sterke schommelingen vertoont, met name in het vuursteenpercentage; zo konden een vuursteenrijk type en een type met betrekkelijk weinig vuursteen worden aangetoond.

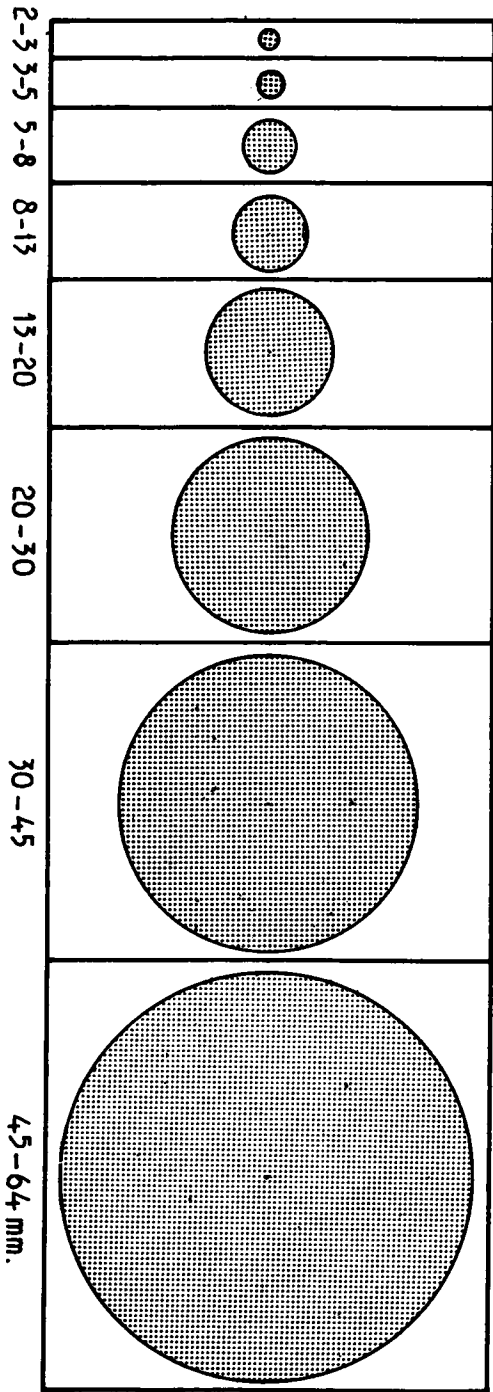


Fig. 1 Gemiddelde korrelgrootte in de grindsubfracties

Zowel op de Bisschopsberg als te Sint-Nicolaasga hebben we te maken met het nogal vuursteenarme type van DG I, hetwelk ook veelvuldiger werd aangetroffen dan het vuursteenrijke. Zoals we verder zullen zien gelden deze waarderungen alleen voor de onderzochte fractie 3-5 mm.

De oorzaak van dit verschil in vuursteenpercentage bij deze fijngrindfractie is nog niet bekend. We kunnen denken aan een meer of minder ver gaande versplintering, welke een bepaalde fractie sterk zou kunnen verrijken (zie ook tabel II). Men kan zich de grotere rijkdom aan vuursteen echter ook voorstellen door een opname aan te nemen uit het centrum van de voorkomens met tertiaire met senone vuursteen verrijkte, lemen in het zuidelijke Oostzeegebied (van der Lijn, 1958 blz. 211); het vuursteenarme type zou men zich ontstaan kunnen denken in meer westelijk vloeelende gletschers, welke slechts weinig vuursteen uit de Oostzeebodem konden opnemen of alleen vuursteen opnamen uit het krijt van Skane.

IV Gefractionneerd grondonderzoek.

Bij de gefractionneerde grindanalyse gaat men uit van een aantal door droog zeven verkregen subfracties. Er is helaas nog weinig eenheid in de keuze der fractiegrenzen in West-Europa (Maarleveld 1956 - figuur 2, blz. 17). Wij volgen hier de indeling zoals door Maarleveld geïntroduceerd, een indeling waarbij iedere volgende fractie ongeveer $1\frac{1}{2}$ x groter is dan de vorige. De grindfractie loopt van 2 - 64 mm en daarin kunnen dan 8 subfracties worden onderscheiden: 2-3, 3-5, 5-8, 8-13, 13-20, 20-30, 30-45, en 45-64 mm. (zie fig. 1 blz. 5).

Tussen grind en grind bestaat dus nog een heel verschil! Velen zullen zich niet gerealiseerd hebben dat een zwerfsteen met een middellijn van 60 mm geen steen maar een grindkorrel is! Ter oriëntatie wordt verwezen naar figuur 1, welke een indruk geeft van de gemiddelde korrelgrootte in de subfracties.

| | fractie in mm. | kwarts | vuursteen | porfier | overig kristallijn | kalksteen | rest |
|--|----------------|--------|-----------|---------|--------------------|-----------|------|
| Bisschopsberg (uit keizand) | 3 - 5 | 14% | 14% | x% | 52% | -% | 20% |
| | 5 - 8 | 6 | 18 | 2 | 44 | - | 30 |
| | 8 - 13 | - | 51 | 2 | 21 | - | 26 |
| | 13 - 20 | 2 | 44 | 4 | 30 | - | 20 |
| | 20 - 30 | | | | | | |
| Sint-Nicolaasga (uit grijsgroene keileem) | 3 - 5 | 11 | 9 | x | 48 | - | 32 |
| | 5 - 8 | 5 | 16 | 2 | 40 | - | 37 |
| | 8 - 13 | 9 | 21 | 2 | 29 | - | 39 |
| | 13 - 20 | 6 | 37 | 4 | 25 | - | 28 |
| | 20 - 30 | 4 | 34 | 5 | 27 | - | 30 |
| | 30 - 45 | 3 | 28 | 4 | 34 | - | 31 |
| Sint-Nicolaasga (uit rode schollenkeileem) | 3 - 5 | 3 | - | - | 23 | 50 | 24 |
| | 5 - 8 | x | - | - | 21 | 58 | 21 |
| | 8 - 13 | - | - | - | 18 | 62 | 20 |
| | 13 - 20 | x | - | 1 | 17 | 69 | 13 |

Verskillende auteurs wezen er op, dat de diverse gesteenten niet evenredig over de subfracties zijn verdeeld. Sommige komen vrijwel uitsluitend in de fijnere voor(kwarts uit stollingsgesteenten), andere verschijnen of worden herkenbaar in de grovere (porfier, pyriet-kwartsiet), terwijl vele weliswaar in alle fracties voorkomen maar in zeer wisselende percentages. Men moet hierbij echter bedenken, dat een grotere frequentie van een gesteente ook het gevolg kan zijn van daling van andere groepen, de frequenties zijn dus relatief. (o.m. Maarleveld 1956, van Straaten 1946, de Waard 1947 en Zandstra 1959).

De kwartsgroep als geheel vertoont de duidelijkste tendens. Tussen de grote gesteenteblokken in een jong Rijnterras vindt men slechts zelden een kwartsblok, bij de kleinere stenen van 64-100 mm is het kwartspercentage maximaal 10-25%, in het grind van 8-13 mm loopt het op tot 30 à 45% om in 2-3 mm verder te stijgen tot 50 à 75%. In het zand vindt men tenslotte meer dan 90% kwarts (zie ook de hierna besproken tabel III).

Ook bij het zware mineralenonderzoek van de zandfractie was reeds vast komen te staan, dat vele mineralen in een bepaalde subfractie opvallen om in een andere minder belangrijk te zijn.

Om een indruk te geven van de onderlinge variatie in de subfracties werd deze methode toegepast op het grind van Bisschopsberg en Sint-Nicolaasga (tabel II). De verschillen springen duidelijk in het oog.

Bevat 3-5 mm van de Bisschopsberg 14% vuursteen, in 13-20 mm is dat 51% om in 20-30 mm. wat af te nemen tot 44%. In Sint-Nicolaasga is dit respectievelijk 9,37 en 34% om in 30-45 mm verder te dalen tot 28%. Het materiaal van 13-20 mm is dus rijk aan vuursteen, bezit een top in deze fractie; het is niet onmogelijk, dat in de stenenfractie een tweede top voorkomt. Evenzo blijkt de kristallijne groep een minimum waarde te bezitten in 13-20 mm en een top in het fijnste grind.

Hoewel men in deze analyses ook het kwartspercentage ziet afnemen van fijn naar grof is het percentage toch te klein om als voorbeeld te dienen. Men kan daartoe beter kwartsrijk grind nemen, wat in de keileem echter ontbreekt. Om die redenen werd een grote hoeveelheid grind uit de Jongere Noord-Nederland-associatie (symbool NNJ - Zandstra 1959) in de omgeving van Wittelte bij Diever verzameld en gefractioneerd onderzocht. 1).

Zoals reeds gememoreerd neemt het totaal aan kwarts af van fijn naar grof. Melkkwarts en de overige (rest-) kwarts gedragen zich echter heel verschillend, men kan uitgaan van de vuistregel: melkkwarts neemt matig toe van fijn naar grof bij een zeer snelle afname van restkwarts bij het grover worden.

In associatie NNJ van Wittelte is deze tendens duidelijk ontwikkeld (tabel III).

Al deze analyses demonstreren dus duidelijk de wenselijkheid van gebruik van fracties met nauwe grenzen. Verder blijkt, dat bij omschrijving van de associatie met de kwantiteit, b.v. vuursteenarm of kwartsrijk, deze waardering alleen kan worden gehanteerd voor de onderzochte subfractie.

1) De Jongere Noord-Nederland grindassociatie komt voor in het grovere fluviaatle proglaciaal (fluvioglaciaal II 3' op de Geologische kaart 1 : 50.000). Edelman en Maarleveld (1958) noemden deze afzetting de Formatie van Emmen. De verbreiding is aangegeven in Zandstra (1959).

| fractie in mm. | ltpaal kwarts | melkkwarts | overige kwarts | ongerolde vuursteen | porfier | kwarts met veldspaat | overig kristallijn | hydieten radiolieriet | kieselooliet | rest totaal |
|----------------|---------------|------------|----------------|---------------------|---------|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------|-------------|
| 2 - 3 | 92% | 13% | 79% | - | - | 2 % | - | x % | - | 6% |
| 3 - 5 | 79 | 23 | 56 | - | 1 | 1,5 | 1,5 | x | - | 17 |
| 5 - 8 | 71 | 28 | 43 | x | 1,5 | 1,5 | 1 | 1 | x | 23 |
| 8 - 13 | 71 | 40 | 31 | x | 1,5 | - | x | 2 | - | 25 |
| 13 - 20 | 65 | 48 | 17 | x | 2,5 | - | - | 1 | - | 31 |

Tabel III Gefractionneerd onderzoek van de Jongere Noord-Nederlandssassociatie (fluviaal) te Wittelte bij Diever (Drenthe).

Wij kunnen het daarom eens zijn met van Straaten (1946- pag. 120), waar hij concludeert: "Een grindanalyse is waardeloos wanneer er geen rekening mee is gehouden, dat de samenstelling afhankelijk is van de korrelgrootte".

V Invloed der afmetingen bij zwerfstenen.

Nu we van de gesteenten in het grind weten, dat deze niet in gelijke percentages over de subfracties zijn verdeeld lijkt het onwaarschijnlijk dat dit bij de stenen wel het geval zou zijn. Merkwaardig genoeg hebben de tellers van zwerfstenen hier nooit voldoende aandacht aan besteed.

Wel is er op gewezen, dat sommige alleen in klein formaat, andere vooral in forse stukken voorkomen. Zo vermeldt van der Lijn (1958 - pag. 226), dat kiezeloolieten hier te lande de afmetingen van 2 à 4 cm zelden te boven gaan, zij komen in de stenenfractie dus vrijwel nooit voor. Ook Schuddebeurs (1959) wijst op bepaalde verschillen: "In een compleet zwerfsteengezelschap zijn de grotere erraticata altijd de granieten en gneizen, terwijl de porfieren 2) kleiner blijven. Vele andere onderzoekers wijzen op dergelijke verschillen (onder meer Faber 1960 en de Waard 1947).

Voorts zal het vele zwerfsteenverzamelaars niet ontgaan zijn, dat het ene terrein rijk is aan porfieren, een ander aan granieten, een derde aan gabbro's enz. Men heeft dan dus te maken met een sortering naar soort. Beschouwt men een dergelijk terrein nauwkeurig dan zal in de meeste gevallen blijken, dat het merendeel der stenen eveneens naar grootte is gesorteerd en dus binnen bepaalde fractiegrenzen valt. Een dergelijke selectie naar grootte en daarmee ook naar soort (zie ook hierna) treft men vooral aan op hellingen, zoals op de Hondsrug, in het keizand op de keileem. Het ligt voor de hand om de reeds genoemde solifluctie als oorzaak aan te wijzen, de afglijding van een natte brei over de bevroren ondergrond kan de stenen naar grootte hebben gesorteerd 3).

- 2) Waarschijnlijk zijn de granietporfieren hier niet bij gerekend, omdat deze dikwijls zeer groot van stuk zijn.
 - 3) dat de hunebedden hellingen frequenteren kan hiermee verklaard worden want:
 - a. op hellingen erodeerde het fijne materiaal waardoor stenenpakkingen reesterden.
 - b. selectie door solifluctie bracht grotere blokken in bepaalde richels.
 - c. vlakke delen van het keileemniveau zijn weinig geërodeerd en bovendien met dekzand afgedekt.
- De hunebedbouwers hebben dus geen zwerfblokken uit de keileem behoeven op te graven!

De zwerfstenen voor de telling Bisschopsberg werden aan keizand ontleend. Het terreintje vormde een deel van de hellend zuidflank van de Bisschopsberg (Schuddebeurs - figuur 1 - in d nummer). De condities voor solifluctie zijn hier aanwezig geweest en de zwerfstenen bleken ook voor het merendeel van ongeveer gelijke grootte te zijn, grote kwamen weinig voor. 4).

In Sint-Nicolaasga werden de zwerfstenen uit de keileem zelf betrokken en slechts een gering deel uit de flauw ontwikkelde keizandlaag. Het keileemoppervlak was uitgesproken vlak en lag vrijwel horizontaal. Hier bleek het materiaal van zeer verschillende afmetingen te zijn, klein en groot lag oorspronkelijk zonder regelmaat verspreid; daartussen waren tientallen blokken; welke met een trekker op een hoop werden gesleept. In deze vondstomstandigheden menen we een duidelijk bewijs te mogen zien voor de slechte sortering van de stenen in de keileem.

Om een indruk te verkrijgen omtrent de onderlinge verhouding der porfieren werden in juni 1960 in een keizandlaag te Zwiggelte (Dr) 210 stuks van deze groep verzameld in de fractie van 20-64 mm; in strikte zin dus de porfieren uit het grove grind. Naar herkomst werden onderscheiden:

| | | |
|----------------------------------|-------------|-------|
| Aland- en Finlandporfieren | 95 stuks = | 45% |
| Rode Oostzeeporfieren | 73 stuks = | 35% |
| Bruine Oostzeeporfieren | 3 stuks = | 1,5% |
| Overige porfieren (Dalarne e.a.) | 39 stuks = | 18,5% |
| totaal | 210 stuks = | 100% |

Het percentage voor de Aland-Finlandgroep is weliswaar hoog, maar niet opvallend te noemen; men kan ter vergelijking de voor Nederland gepubliceerde tellingslijsten er op naslaan. Frappant is echter het zeer hoge gehalte aan Rode Oostzeeporfier. Weliswaar komen Aland-, Finland- en Rode Oostzeeporfier in dezelfde telgroep voor (Telgroep I naar Hesevan, zie Schuddebeurs 1956) maar altijd bleek de Aland-Finland porfiergroep sterk dominant over Rode Oostzeeporfier. Grover materiaal kon in Zwiggelte helaas niet worden onderzocht.

We hebben echter de indruk, dat deze culminatie van de Rode Oostzeeporfier slechts voorkomt binnen de fractiegrenzen 20 en 64 mm en dat het percentage bij het grover worden zeer sterk afneemt.

Ook andere porfieren zijn meer of minder aan bepaalde fracties gebonden. Vaak vindt men, naast een groot aantal kleinere verscheidene grote Alandrapakivis en, vooral op de Hondsrug, grote finse granietporfieren. Botnische golf-porfieren zijn doorgaans vrij klein van stuk, Smalandporfieren (meestal granietporfieren) zijn er klein en groot, Dalarneporfieren zijn meestal weer vrij klein. Hoewel men anders zou verwachten zijn dus juist de hardere porfieren (Oostzee, Botnische Golf, Dalarne) klein en de minder harde (Smaland, Finland) groot zowel als klein aanwezig. 5).

- 4) Wel kunnen de grootste keien in vroegere tijden zijn afgevoerd voor gebruik bij de zeeeringen; geheel betrouwbaar is dit gegeven dus niet (zie Faber 1946). Ook door verwerking kan het aantal grote stenen in de loop der tijden enigzins zijn teruggelopen.
- 5) Schuddebeurs (schriftelijke mededeling) wees mij op de volgende mogelijke oorzaken:
 - a. Glasharde porfieren zullen onder druk eerder versplinteren dan de minder harde maar taaiere - mechanisch "sterkere" granieten.
 - b. Porfier, in gangen, is meestal rijker aan scheuren, wat verdere verbrekking door het gletscherijs in de hand werkt, dan de in dekken voorkomende graniet en de meeste granietporfieren.

Bij ons voorbeeld van Zwiggelte verandert de top van Rode Oostzeeporfier in 20-64 mm niet zo veel aan de verhoudingsformule omdat het gezelschap overheersend oostbaltisch is. Heeft men echter te maken met de overwegend midden- en zuidzweedse gesteenten uit de telgroepen II en III samen met de Rode Oostzeeporfieren uit groep I en telt men de fractie 20-64 mm dan zal de laatste groep een geflatteerd hoog cijfer krijgen.

Van de bestaande zwerfsteentellingen is de grootte van het materiaal niet duidelijk vermeld, in de practijk is alles gebruikt van 30 mm af tot onbeperkt. Of het grofste grind (30-64 mm) werd gebruikt, kleine stenen (64-100 mm) of grote stenen (100-200 mm) of zowel grind als stenen, het is niet bekend. Vooral om praktische redenen zijn deze drie fracties nooit afzonderlijk geteld. Toch menen wij, dat het wenselijk is, dit in de toekomst uit te proberen, waarbij rekening zou kunnen worden gehouden met de volgende punten:

1. Duidelijke vermelding van de vondstomstandigheden: topografie, afkomstig uit: keizand; boven, midden of onder uit de keileem; uit baggergrond; keileemtype enz.
2. Indeling in vijf fracties: 3-5, 5-20, 20-64, 64-100 en 100-200 mm. 6) Bij voorkeur niet hoger gaan dan 200 mm, men heeft er meestal toch niet voldoende materiaal voor.
3. Van iedere fractie een vast aantal willekeurig verzamelde gesteenten, bij voorkeur 200 partikels per fractie, verzamelen en daarvan de percentages kwarts, vuursteen, porfier, overig kristallijn, kalksteen en rest berekenen zoals gebruikelijk bij het grindonderzoek (dus niet alleen van gidselementen) maar van alle gesteenten).
4. Berekening van de verhoudingsformules van 20-64, 64-100, 100-200 en zo mogelijk ook 5-20 mm en daarvoor minstens 50 gidsgesteenten per fractie gebruiken. In ieder geval voor elke fractie een zelfde aantal!
5. Evenzo van het totaal der aldus verzamelde gidsgesteenten, waarmee een formule wordt verkregen, welke representatief is voor het complete morenegruisgezelschap.
6. Zonder uitzondering werden de gesteenten voor tellingen in Nederland ontleend aan keizand als oppervlaktebestrooiing of aan de top der keileem. Een enkele keer uit gebaggerde keileem. Het verdient aanbeveling om waar mogelijk ook midden en onder uit de keileem te tellen. Grondonderzoek wees reeds uit, dat deze lagen niet zelden een andere associatie bezitten.

Afgesloten op 22 februari 1962.

6) Hiervoor zijn zeven benodigd met ronde openingen van 3, 5 en 20 mm. Voor de overige fracties kan een meetlat worden gebruikt of bakjes met één opening van respectievelijk 64, 100 en eventueel 200 mm.

3-5 en 5-20 mm zijn hier voorgesteld omdat bij het moderne grindonderzoek deze fracties als basis dienen (Zandstra 1959; 3-5 mm en Maarleveld 1956; 5-20 mm).

Literatuur

- Faber F.J. (1946) De Bisschopsberg bij Steenwijk Publ. I van de Ned. Geol. Ver. blz. 9-11.
- Faber F.J. (1960) Geologie van Nederland. Deel IV - Aanvullende hoofdstukken.
- Lijn P. van der (1958) Het keienboek (4e druk). Zutphen.
- Maarleveld G.C. (1956) Grindhoudende midden - pleistocene sedimenten. Diss. Utrecht. Ook: Med. Geol. Stichting. Serie C-VI, no. 6.
- Edelman C.H. en Maarleveld G.C. (1958) Pleistozän-geologische Ergebnisse der Bodenkartierung in den Niederlanden. Geol. Jahrb. Bd. 73, blz. 639-684.
- Schuddebeurs A.P. (1956) Drie gesteentetellingen, Oostzeeporfieren en hun verspreiding (II en slot). Grondboor en Hamer, no.3, blz. 76-83.
- Schuddebeurs A.P. (1959) De verspreiding van de zwerfstenen uit het Oslogebied. Grondboor en Hamer. N.S. no.13, blz. 316-333.
- Schuddebeurs A.P. (1962) De zwerfsteengezelschappen van de Bisschopsberg en van Sint-Nicolaasga, (in dit nummer van Grondboor en Hamer).
- Waard D. de (1947) Glacigeen Pleistoceen. Een geologisch detailonderzoek in Urkerland. Diss. Utrecht. Herdrukt in Verh. Ned. Geol. Mijnbouw. Gen. - Geol. Serie XV 1949.
- Straaten L.M.J.U. (1946) Grindonderzoek in Zuid-Limburg Diss. Leiden. Ook: Med. Geol. Stichting, Serie C-VI, no. 2.
- Zandstra J.G. (1959) Grindassociaties in het Pleistoceen van Noord-Nederland. Geologie en Mijnbouw, N.S. no. 38, blz. 254-272.