

kende diabazen eveneens voorkomen in Zuid-Blekinge en Schonen in Zweden. Dit zijn dan onze ontmoetingen met de gesteenten van Bornholm, voorzover wij die tijdens ons jammer genoeg veel te korte verblijf op dit mooie eiland konden vinden. De beschrijving van de granieten is grotendeels ontleend aan het werk van Karen Callisen, daar dit het meest recente is dat ik ter inzage kon krijgen. Maar ook enkele andere werken bieden tal van waardevolle gegevens voor degenen die iets meer willen weten van de herkomst en ligging van enkele der vele bij ons voorkomende gesteenten.

Tot hen, die een vakantie wensen in een mooie, rustige omgeving met veel afwisseling in het landschap, gastvrije, hulpvaardige mensen en schilderachtige dorpjes zou ik willen zeggen: probeer het op Bornholm. Wij bezochten het met bromfiets en tent, maar ook voor degenen die minder primitief willen reizen is er voldoende gelegenheid. Bus-, tram- en bootverbindingen zijn er goed. De natuur is er prachtig en de rotspartijen aan de kust indrukwekkend, ook voor hen die zich minder dan wij voor de gesteenten interesseren.

Groningen, november 1955.

#### LITERATUUR

KAREN CALLISEN: Beiträge zur Kenntnis des Granitgrundgebirges von Bornholm, Kopenhagen 1932.

E. COHEN und W. DECCKE: Ueber das krystalline Grundgebirge der Insel Bornholm IV. Jahresbericht der geogr. Gesellschaft zu Greifswald 1889.

K. VAN DER KLEY: Gidsgesteenten van het Noordelijk Diluvium, Meppel.

P. VAN DER LIJN: Het keienboek 3e deel, Zutphen 1949.

V. MADSEN e.a.: Summary of the geology of Denmark, Kopenhagen 1928.

V. MADSEN e.a.: Guide for the excursions in Denmark, Kopenhagen 1928.

ERICH STEHMANN: Das Unterkambrium und die Tektonik des Paläozoikums auf Bornholm Greifswald 1934.

N. V. USSING: Dänemark, Handbuch der Regionalen Geologie, 1. Bnd, 2. Abt, Greifswald, jaar?

## SYSTEMATISCH GRINDONDERZOEK IN NEDERLAND

door

J. G. ZANDSTRA

### 1. De bepaling van het kwartspercentage van grind.<sup>1)</sup>

Nederland en Denemarken zijn de enige Europese landen waar de oppervlakte voor een groot deel door geologisch jonge afzettingen, van aanzienlijke dikte, wordt gevormd; het is zonder meer begrijpelijk, dat de geologie van het kwartaire tijdvak in ons land een belangrijke plaats inneemt.

Omdat een groot deel van Nederland reeds lang tot een dalend bekken behoort, vond hier steeds sedimentatie plaats, hetzij marien, hetzij fluviatiel, naar gelang de zeespiegel schommelde. De studie dezer sedimenten deed verschillende methoden ontwikkelen; bekende methoden vormen het *mineralenonderzoek* (klei, lichte en zware mineralen), het *grindonderzoek*, de *bestudering van de korrelvorm* en de *aard van het korreloppervlak*, de *korrelgrootteanalyse* en het *onderzoek van stuifmeelkorrels* (= palynologisch onderzoek).

Slechts bij laatstgenoemd onderzoek is het dikwijls mogelijk, de onderzochte laag

1) Veel dank aan drs G. C. Maarleveld voor het lezen van het manuscript.

onafhankelijk van andere methoden te dateren; zijn dank zij het palynologisch onderzoek de lagen A en B in de stratigrafie ingepast, dan kan veelal met andere methoden de verbreiding dezer lagen worden vastgesteld; deze vorm van teamwork is onmisbaar gebleken bij de moderne beoefening der geologie.

## 2. Het grindonderzoek van Tesch.

*Tesch* (lit. 1) was in 1908 de eerste, die iets publiceerde betreffende de resultaten van de bepaling der kwartspercentages. Zijn methode is zeer eenvoudig; alle bestanddelen < 3 mm worden door zeven verwijderd, terwijl grinddelen ter grootte van een duiveï zijn bovengrens vormden. De resterende fractie wordt daarna in haar geheel gewogen en tenslotte de kwartsgroep afzonderlijk, waarmee het gewichtspercentage van de kwarts is vastgesteld.

Bij kleine monsters nam *Tesch* 2 mm (d.i. de grens tussen de grind- en zandfractie) als ondergrens, hetgeen echter een merkbare toeneming der kwarts tengevolge had door de resistentie van kwarts t.o.v. andere gesteentefragmenten; de toeneming van kwarts bij de afneming van de korrelgrootte wordt ook bepaald door de afmetingen der kwarts in het herkomstgebied.

Kwarts komt het meest voor als fijne kwartsaders in gesteenten en het is begrijpelijk, dat ook hierdoor het kwartspercentage bij het fijner worden toeneemt.

Het onderzoek van *Tesch* heeft betrekking op een deel van midden-Limburg en de Nederrijnse Bocht in Duitsland; de resultaten kunnen opvallend worden genoemd.

In de eerste plaats werd voor zestien veldmonsters van het Rijn- en Maasdiluvium <sup>1)</sup> uit midden-Limburg (Belfeld, Tegelen en Venlo) 42.5 — 53.3 % kwarts gevonden, voor het hoofdterras van de Nederrijnse Bocht 48.3 — 54.3 % en voor de kiezeloolietlagen uit dezelfde omgeving 85.7 — 95.2 %.

Analyse van een aantal boringen bracht voorts analoge resultaten (omgeving Vlodrop, Maasniel, Tegelen en omgeving, Helenaveen, Helden, Meyel en Baarlo). Uit alle onderzochte materiaal blijkt *Tesch* een percentage van 36.2 — 62.3 kwarts van het Rijn- en Maasdiluvium in midden-Limburg (fractie > 3 mm), terwijl de kiezeloolietlagen 77.4 — 95.2 % bezitten in de fractie > 3 mm en 87.5 — 95.8 % in de fractie > 2 mm. De uitkomsten wijzen op een hoog percentage kwarts in de kiezeloolietlagen en een lager gehalte voor de jongere vormingen.

*Tesch* wijst er verder op, dat de lengte van transport mogelijk van invloed is op het kwartsgehalte; in Gelderland b.v. zouden volgens hem de percentages weer geheel anders kunnen liggen dan in het door hem onderzochte gebied.

In hoofdstuk VII van dezelfde publikatie wordt gewezen op de vele moeilijkheden rond de ouderdomsbepaling der kiezeloolietlagen; in een volgende mededeling kom ik hier nog op terug.

Als aardige bijzonderheid valt op te merken, dat *Tesch* tot nu toe de enige onderzoeker is, die over grindmonsters uit boringen van aanzienlijke diepte heeft gepubliceerd. Als voorbeeld noem ik de boring bij Maasniel, waar door hem kwartspercentages tot op 423 m diepte werden bepaald.

1) Met Rijn- en Maasdiluvium worden de in hoofdzaak midden-pleistocene fluviaale afzettingen bedoeld, die de beide rivieren ons uit het zuiden brachten; de term hoogterras (symbool II 1 van de Geol. Kaart van Nederland) duidt hetzelfde pakket aan, terwijl het hoofdterras (Hauptterrasse) eveneens tot het midden-pleistoceen behoort; deze termen zijn thans verouderd; algemeen vindt voor Nederland de indeling van Zonneveld in series en zónes ingang (lit. 9 en 10).

### 3. De bepalingen door Pannekoek.

Afgezien van enkele losse bepalingen verscheen daarna gedurende een kwarteeuw geen publikatie over kwartsbepalingen; tenslotte was het *Pannekoek* (lit. 2), die in 1934 een etage-indeling van het hoofdterras tussen Luik en Maastricht mede baseerde op de kwartspercentages van het grind.

De methode *Pannekoek* berust op de telling van een bepaald aantal grindkorrels, waarvan het percentage kwarts wordt bepaald (in tegenstelling tot *Tesch*, die de gewichtsanalyse toepaste).

In het onderzochte gebied zijn morfologisch drie etages in het hoofdterras te onderscheiden; Pannekoek wijst erop, dat de grenzen niet scherp zijn, omdat een steilwand doorgaans ontbreekt en de lössbedekking de terrasvormen vervaagde. De drie etages vertonen de volgende kwartsgehalten:

Bovenste etage	(basishoogte tussen 185.— en 155.— m):	43.— 55.— %
Middelste etage	(basishoogte tussen 145.— en 115.— m):	25.— 36.— %
Onderste etage	(basishoogte tussen 120.— en 95.— m):	25.— 32.— %

Uit de cijfers blijkt, dat de bovenste etage meer kwarts bezit, dan de beide andere; Pannekoek wijst er in dit verband op, dat de Maas, welke in die tijd in het hoogste niveau stroomde, meer tertiair kwartsgrind van de omringende plateaus aansneed dan later, toen zij dieper lag.

Belangrijk is, dat uit het verschil in kwartsgehalte blijkt, dat de hoogteverschillen niet na de vorming der terrassen zijn ontstaan; dat echter verschuivingen en ook de oplossingen in de Krijtformatie grote invloed op het relief en op het oorspronkelijke duidelijke beeld der terrassen hebben, acht Pannekoek wel het geval.

### 4. De analyses van Steenhuis.

*Steenhuis* is de derde onderzoeker, die enkele publikaties over kwartsbepalingen het licht doet zien; één dezer publikaties is gewijd aan de methode van het onderzoek (lit. 3), drie aan de bereikte resultaten, (lit. 4, 5, 6); een samenvatting van zijn grindonderzoek verscheen in 1945 (lit. 7) en enige slotopmerkingen in 1950 (lit. 8). Steenhuis bepaalde evenals *Tesch* het kwartsgehalte door middel van weging; hij nam echter 7 mm als benedengrens, terwijl hij de bovengrens min of meer liet afhangen van de grofheid van het materiaal; grotere en lange stukken werden steeds verwijderd, evenals accessorische bestanddelen, zoals hout, veen, leem, klei, concreties, schelpfragmenten en verder ook kalksteentjes en fossielen.

Evenals door *Tesch* wordt ook door *Steenhuis* gewezen op de stijging van het kwartsgehalte met het afnemen der fractiegrootte; hij noemt als voorbeeld morenegrind, dat in de fractie  $> 7$  mm soms  $< 1$  % kwarts bevat, terwijl de fractie  $< 2$  mm dan nog enkele tientallen procenten kan bezitten.

In 1937 werden de uitkomsten van achthonderd bepalingen gepubliceerd welke vrijwel over geheel Nederland verspreid liggen; voor het eerst in de geschiedenis wordt de kwartsanalyse dus ook buiten SE-Nederland toegepast, zodat de vraag, of de lengte van het transport invloed heeft op het kwartsgehalte van het grind, kon worden nagegaan. In dit verband wijst *Steenhuis* erop, dat hem gebleken is, dat het kwartspercentage van synchrone lagen waarschijnlijk niet fluctueert wegens verschillen in lengte van transport.

Het zou in dit overzicht te ver voeren, alle analyses onder de loep te nemen; ik beperk me tot enkele gevolgtrekkingen (*Steenhuis* 1937):

1. bij materiaal van dicht onder of aan de oppervlakte zijn afwijkingen van het kwartspercentage mogelijk, o.m. door atmosferische invloeden;
2. de cijfers hebben een relatieve waarde en verkrijgen slechts een absolute, indien een voldoende aantal bepalingen aanwezig is;
3. enkele kwartspercentages :
  - a. laagterras <sup>1)</sup> Elsloo en Horn (L.): 16.— 22.—
  - b. middenteras <sup>1)</sup> Horn : 42.7 43.3
 (evenals elders in Noordbrabant en Limburg benoorden Roermond).
  - c. Een percentage van 40.— à 45.— kan zowel bij middenteras als fluvio-glaciaal behoren; noordelijke bestanddelen drukken vaak het getal voor fluvio-glaciaal.
  - d. Het hoogterras bevat doorgaans 52.6 — 71.6 %.
  - e. Voor het pre-glaciaal, ouder dan hoogterras, werd meestal > 70.— gevonden; mogelijk kunnen een ouder en een jonger niveau worden onderscheiden.

In dezelfde publikatie verdeelt Steenhuis het grind in drie hardheidsfracties, n.l. kwarts „hard” en „zacht”.

Tot de harde bestanddelen worde o.m. lydiet, radiolriet, kwartsiet, vuursteen, graniet, dioriet, kwartsporfier en kiezoöliet gerekend, terwijl zandsteen, conglomeraat, revinienkwartsiet, veldspaat, lei en glimmerschist tot de zachte behoren. In het algemeen bleek het cijfer voor „hard” lager dan voor „zacht”, terwijl het omgekeerde verwacht zou kunnen worden; de weinige bepalingen laten echter nog geen conclusies toe.

De publikatie van Steenhuis in 1938 (lit. 5) geeft een aantal nieuwe bepalingen van het kwartspercentage van grind, welke de eerder gevormde zienswijze bevestigen. Steenhuis wees er vroeger op, dat op grond van het kwartsgehalte een verschil tussen een jonger en een ouder fluviatiel II<sup>o</sup> <sup>2)</sup> aannemelijk is; hij vindt een bevestiging hiervan in de latere onderzoekingen en neemt 70.— — 80.— % kwarts voor het jongere en > 80.— % voor het oudere fluviatiele II<sup>o</sup> aan.

Op deze gronden meent Steenhuis het kiezoöliet-grind (zie ook hiervoor) van de Brunsummerheide (72.3 % kwarts) en van de Ubaghsberg (77.— % kwarts) te moeten rekenen tot het jongere II<sup>o</sup> fl.

Door het zware mineralenonderzoek van *Zonneveld* (lit. 9) werd echter b.v. voor de Ubaghsberg een pliocene ouderdom waarschijnlijk; in een korte mededeling maakt Steenhuis ons hierop attent (lit. 8) en hij wijst er verder op, dat de kwartstoening naar beneden, m.n. in het II<sup>o</sup>, zuiver toevallig zou kunnen zijn en dat wel is gebleken, dat de plio-pleistocene grensbepaling door grindonderzoek nog niet mogelijk is. In de publikatie van 1938 wijst Steenhuis er nog op, dat het Maas- en Rijndiluvium in geheel Nederland zou voorkomen, terwijl het Maasdiluvium in z'n zuivere vorm alleen in Zuid-Limburg aanwezig zou zijn. Het Maasgrind is armer aan kwarts, hetgeen blijkt uit de boringen Horn en Blerickse Heide:

Horn (van boven naar beneden): resp. 16.—, 17.4, 27.4 en 43.2 % kwarts.

Blerickse Heide (id.) : resp. 34.6, 43.—, 38.4, 45.9 en 57.6 % kwarts.

1) Laagterras (II<sup>o</sup>) en middenteras (II<sup>o</sup>) zijn, evenals hoogterras (II<sup>o</sup>), enigszins verouderde begrippen. In ons land zijn II<sup>o</sup> en II<sup>o</sup> als terras (behalve in Zuid-Limburg) niet ontwikkeld doch als rivierdal-opvulling.

2) II<sup>o</sup> is een symbool van de Geologische Kaart van Nederland; met II<sup>o</sup> worden alle pre-glaciale kwartaire afzettingen bedoeld, welke ouder zijn dan hoogterras (= II<sup>o</sup>); het betreft dus onder- tot middenpleistocene; II<sup>o</sup> fl. wijst op het fluviatiele karakter.

In beide boringen is sprake van Maas-invloed boven het Rijn- en Maasdiluvium. Elders zou zuiver Maasgrind ónder het Rijn- en Maasdiluvium voorkomen, zoals o.m. te Erkelenz in Duitsland, waar dit door *Tesch* werd opgemerkt; Steenhuis constateerde dit ook in Horn, Veghel, Groesbeek en Lienden.

Uit de onderzoeken van *Tesch*, *Pannekoek* en *Steenhuis*, alle in grote lijnen volgens dezelfde methode, blijkt, dat de bepaling van het kwartspercentage van grind, hetzij door weging, hetzij door telling, alleszins bruikbaar is; *Steenhuis* noemt het zelfs een uitstekend hulpmiddel, zo niet criterium, voor de stratigrafie.

Wel bleven veel problemen bestaan, welke om een oplossing vragen. De laatste tien jaren zijn nieuwe methoden ontwikkeld, die reeds effect sorteren.

Over dit moderne grindonderzoek een volgende keer.

Haarlem, 10 mei 1956.

#### LITERATUUR

1. TESCH, dr ir P.: Der niederländische Boden und die Ablagerungen des Rheines und der Maas aus der jüngeren Tertiär- und der älteren Diluvialzeit — Mitteilungen der staatlichen Bohrverwaltung in den Niederlanden No. 1 — 1908.
2. PANNEKOEK, dr A. J.: Het hoofdterras van de Maas tussen Luik en Maastricht — Natuurhist. Maandblad No. 6 — 1934.
3. STEENHUIS, dr J. F.: Bijdrage tot de kennis van het kwartsgehalte der grindhoudende zandlagen aan de oppervlakte en in de ondergrond van Nederland — Verhand. van het Geol. Mijnbouwk. Genootschap voor Ned. en Kol. Geol. Serie — Deel XII, 1e stuk — 1937.
4. STEENHUIS, dr J. F.: Verslag over de methode van grindonderzoek — Sectieverslagen van het Geol. Mijnbouwk. Genootschap voor Ned. en Kol. (deel III)
5. STEENHUIS, dr J. F.: Enkele nieuwe uitkomsten van de bepalingen van het kwartsgehalte der grindhoudende zandlagen — Verslagen en Mededelingen betreffende de volksgezondheid sept. 1938.
6. STEENHUIS, dr J. F.: Nogmaals enige nieuwe bepalingen van het kwartsgehalte der grindhoudende zandlagen in de ondergrond en aan de oppervlakte van Nederland. Nat. hist. Maandblad 1942.
7. STEENHUIS, dr J. F.: Het kwartspercentage der grindhoudende bestanddelen van het Nederlands Kwartair. (Samenvatting 1935 — 1945) — Niet gepubliceerd rapport.
8. STEENHUIS, dr J. F. Het grindonderzoek. Geol. en Mijnb. januari 1950. 12e jaarg. No. 1.
9. ZONNEVELD, dr J. I. S.: Het Kwartair van het Peelgebied en de naaste omgeving. Dissertatie Leiden 1947.
10. DOPPERT, J. W. Ch. en ZONNEVELD, dr J. I. S. Over de stratigraphie van het fluvia-tiele Pleistoceen in West-Nederland en Noordbrabant. Med. Geol. Sticht. 8 — 1955. p. 13 — 30.

### PROFIELEN IN DE SOESTERDUINEN I

door

L. H. HOFLAND

De in dit opstel verwerkte gegevens zijn voor een groot gedeelte verzameld in samenwerking met A. Bruin en W. Peletier, twee vrienden, waarmede schr. in 1952 gedurende een vakantieweek in de Soesterduinen heeft geboord, gegraven en gewaterpast.

Fig. 1, een prachtfoto van A. Bruin, geeft samen met het schema van fig. 2 een duidelijk beeld van de in bepaalde gedeelten van het terrein rijke samenstelling van de bodem. Twee veengeneraties, drie maal windwerking, diverse periglaciaire werkingen, jong- en oud-Holoceen, Würmglaciaal, Eemien en/of Rissglaciaal: alles te vangen in één blik.