

Enkele resultaten van een geologisch onderzoek in de Gelderse

Achterhoek ten behoeve van de grondwater exploitatie

dr. N. A. de Ridder

I. Inleiding

Om aan de snel groeiende vraag naar drinkwater en water voor de landbouw en de industrie te kunnen voldoen, worden in toenemende mate aanspraken op het grondwater gedaan. Door de bijzondere geologische gesteldheid van de Gelderse Achterhoek zijn echter de mogelijkheden tot grondwaterwinning in sommige delen van deze streek zeer beperkt. Dit geldt met name voor het oostelijk grensgebied, waar slecht doorlatende Tertiaire formaties van grote dikte en uitgestrektheid aan of dicht aan de oppervlakte liggen.

In andere delen lijken op het eerste gezicht de beschikbare grondwaterreserves voldoende, maar daar is de slechte kwaliteit van het water soms een beperkende factor voor de exploitatie.

De capaciteit van sommige pompstations, zoals die welke het grondwater aan dunne, op geringe diepte liggende watervoerende lagen onttrekken, kan bezwaarlijk worden opgevoerd zonder droogteschade aan landbouwgewassen te veroorzaken.

Een plan voor uitbreiding van het aantal grondwaterwinplaatsen dient gebaseerd te zijn op een juist inzicht in de natuurlijke en nuttige grondwaterreserves. Voor een dergelijk inzicht is kennis van de volgende gegevens vereist:

- . geologische structuur en geohydrologische gesteldheid van het betreffende gebied,
- . formatieconstanten der watervoerende lagen: doorlatend vermogen, bergingscoëfficiënt,
- . voeding der watervoerende lagen: nuttige neerslag,
- . verliezen: evapotranspiratie, afvoer.

Een regionaal geohydrologisch onderzoek als hier bedoeld bestaat dus uit een zo nauwkeurig mogelijke inventarisatie van de watervoerende lagen en een schatting van de nuttige grondwaterreserves en hun balans.

In deze nota zullen de resultaten worden besproken van een eerste bewerking van alle beschikbare geologische gegevens. Het geologisch beeld dat in het hierna volgende zal worden geschetst, moet noodzakelijkerwijs soms enigszins fragmentarisch zijn. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat van grote oppervlakten geen enkel boorgegeven bekend is.

Het doel van deze nota is dan ook de beschikbare kennis en nieuwe inzichten samen te vatten, zodat een basis wordt verkregen voor toekomstige geohydrologische onderzoeken.

II. Beschikbare boorgegevens

Met uitzondering van het stroomgebied van de Leerinkbeek (gebied Groenlo - Eibergen - Borculo), zijn voor dit regionale overzicht geen boringen in eigen beheer uitgevoerd. Wel werden talrijke exploratieboringen van de Waterleidingmaatschappij 'Oostelijk Gelderland' lithologisch beschreven en deels ook mineralogisch geanalyseerd, o. a. de boringen in de omgeving van Haarlo, Ruurlo, Lichtenvoorde, Aalten, Halle, Zelhem, Hengelo en Giesbeek.

De voor het stratigrafisch onderzoek belangrijke paleobotanische gegevens zijn weinig talrijk. Behalve van enkele boringen in het Leerinkbeekgebied zijn pollenanalyses bekend uit boringen bij Doetinchem, Giesbeek en Didam.

Naast deze stratigrafische gegevens zijn van een groot aantal diepe en minder diepe boringen slechts meer of minder gedetailleerde profielbeschrijvingen in het archief van de Geologische Dienst te Haarlem aanwezig.

Bijlage 1 geeft een beeld van alle tot heden bekende boringen in de Gelderse Achterhoek en naaste omgeving. Naast gebieden met relatief veel boringen, zoals de omgeving van Winterswijk, Rekken, Eibergen, kunnen ook streken worden onderscheiden waarin vrijwel geen boringen bekend zijn, bijvoorbeeld het gebied Aalten - Dinxperlo - Silvolde - Zelhem.

Ook de diepte van de boringen varieert sterk. Vele boringen hebben een diepte van minder dan 20 m, zij liggen voornamelijk in het oostelijk deel van de Achterhoek. Circa 228 boringen variëren in diepte van 20 tot 50 m, terwijl van 78 boringen de diepte meer dan 50 m bedraagt.

Slechts op zes plaatsen zijn pompproeven verricht, namelijk bij Borculo, Montferland, Doesburg, Drempt, Doetinchem en Dieren.

III. Geomorfologisch overzicht

Met Zuid-Limburg en Twente behoort de Achterhoek tot de weinige streken van Nederland, waar - althans plaatselijk - gesteenten van hogere ouderdom dan Kwartair dagzomen. Oostelijk van Winterswijk treden zelfs Trias-, Jura- en Krijtformaties onverholen aan de dag. Naar het westen worden deze oude gesteenten al spoedig bedekt door een snel in dikte toenemend pakket van Tertiaire afzettingen (Oligoceen en Mioceen). Deze Tertiaire formaties worden op hun beurt bedekt door Kwartaire afzettingen, die in het oosten aanvankelijk slechts een geringe dikte bezitten, maar ten westen van de lijn Aalten - Neede snel in dikte toenemen.

Het landschap, dat plaatselijk een golvend karakter bezit, helt in het algemeen van oost naar west, van 30 à 40 m + N. A. P. in het grensgebied tot 8 à 12 m + N. A. P. in het IJsseldal. Het golvende karakter van het landschap ontstond in de laatste (Würm) ijstijd toen vrijwel het gehele gebied met een meer of minder dikke laag dekzand werd bedekt. In jongere tijd hebben zich op dit jong Pleistocene dekzand op sommige plaatsen stuifsterreinen ontwikkeld (o. a. de Vennebulten).

Het gebied wordt door talrijke beken ontwaterd, waarvan de Groenlose Slinge, Baakse Beek, Veengoot, Aaltense Slinge en Oude IJssel (een vroegere Rijnarm) als voornaamste kunnen worden genoemd. Tijdens de vorming van het dekzand in het Würmglaciaal kunnen sommige beken plaatselijk dichtgestoven zijn, waardoor de natuurlijke afvoer stagneerde en moerassige gebieden ontstonden waarin veengroei plaatsvond. De grote, thans deels vergraven veencomplexen als het Vragender Veen, het Veen van Corle en het Veen ten zuidwesten van Lichtenvoorde kunnen in dit verband worden genoemd.

Behalve de wind, heeft ook het landijs in het Riss glaciaal reliefvormen gewerkt. De geïsoleerde stuwwallen van Lochem, het Montferland en de Needse berg zijn hiervan voorbeelden.

Door de hogere ligging, het golvende karakter en de talrijke zand- en leemgroeven vormt het gebied oostelijk van de lijn Aalten - Neede reeds een volkomen ander landschap dan het gebied ten westen van deze lijn. Plaatselijk komen op dit hooggelegen gebied grindrijke, grove zanden voor, o. a. ten noorden van Aalten en bij Eibergen. Elders zijn deze afzettingen veelal ook aanwezig, maar door een dunne laag dekzand zijn zij daar aan het oog onttrokken.

De betreffende afzetting bestaat in overwegende mate uit Rijncomponenten, zij het ook dat door het landijs plaatselijk noordelijke erratica zijn bijgemengd en hier en daar keileem is afgezet. Deze Rijnafzetting behoort tot de formatie van Sterksel en kan als zodanig worden gecorreleerd met de afzettingen van het Hoogterras, dat in Duitsland oostelijk de Rijn begeleidt. Het gehele gebied oostelijk van de lijn Aalten - Neede kan als de voortzetting van dit Hoogterras van de Rijn in Duitsland worden beschouwd. De rand van dit terras is op sommige plaatsen in het terrein als steilrand te herkennen. Het verloop van deze terrasrand is op bijlage 1 aangegeven. Gedurende het Midden Pleistoceen stroomde de Rijn in een zeer breed dal, op de bodem waarvan deze Sterksel formatie werd afgezet. In een daaropvolgende periode met lage zeestand trad een sterke erosie op, waarbij de rivier zich in zijn eigen afzettingen ging insnijden en het hier besproken oostelijke plateau tot terras werd. De betreffende steilrand is dus als dalwand van dit erosiedal te beschouwen.

Zoals in het volgende nog zal blijken, zijn deze geomorfologische aspecten van veel betekenis voor de kennis van de geohydrologische gesteldheid van de Achterhoek.

IV. Geologie van de ondergrond

De geologische gesteldheid van de Gelderse Achterhoek is reeds meermalen het onderwerp van beschouwingen geweest (o. a. FABER, 1960). Op gezette tijden heeft men voorts kennis kunnen nemen van de geologische resultaten van waterboringen en van boringen die gemaakt zijn voor de opsporing van delfstoffen. In recente tijd heeft de voortgezette exploratie naar water door de Waterleidingmaatschappij 'Oostelijk Gelderland' te Doetinchem, waarbij talrijke diepboringen zijn en ook thans nog worden verricht, de mogelijkheid tot 'dieper' inzicht in de ondergrondse jong Tertiaire en Kwartaire geologie van de Achterhoek geschapen.

In het volgende zullen wij enkele, hoofdzakelijk uit de boorprofielen resulterende, algemeen stratigrafische en geologische aspecten de revue laten passeren. Het gebied Winterswijk zal hierbij voorlopig buiten beschouwing blijven, omdat onvoldoende tijd ter beschikking stond de talrijke boorgegevens hiervan te bestuderen. Eveneens buiten beschouwing moet blijven het gebied ten westen van de lijn Doetinchem - Vorden tot aan de IJssel. Van dit gebied staan op dit ogenblik nog niet alle profielbeschrijvingen ter beschikking.

Ter illustratie van de ondergrondse geologie zijn vijf oost-west profielen (A tot en met E) en één noord-zuid profiel (F-F') geconstrueerd, waarvan de ligging op bijlage 1 is aangegeven. Fig. 1 toont de algemene stratigrafische tabel van het Pleistoceen volgens BROUWER (1963).

Stratigrafie

Oligoceen

De oudste lagen, die in de boringen bereikt werden, behoren tot het Oligoceen, dat hier als een grijze tot blauwgroene meest vette, deels fijnzandige klei is ontwikkeld. De klei is soms bitumineus en bevat pyrietconcreties en septariën.

In Vragender (boring 41 B/13) is op een diepte van ca. 42 m - N.A.P. Oligoceen ter dikte van ruim 124 m aangetroffen. In oostelijke richting komt het op veel geringere diepte voor, terwijl plaatselijk o. a. ten zuiden van Winterswijk, het Meddosche Veld en op de Rekkense heide Oligoceen nagenoeg aan de oppervlakte ligt.

Van de verschillende transgressies gedurende het Oligoceen was die uit het Midden-Oligoceen verreweg de belangrijkste. Vrijwel geheel Nederland werd toen door de zee bedekt (fig. 2B). De betreffende zware kleien stammen dan ook uit deze periode, ook wel Rupélien genoemd.

In westelijke richting nemen deze Rupélien afzettingen snel in dikte toe tot maximaal 200 m.

Mioceen

Het algemene sedimentatiepatroon gedurende het Mioceen vertoont sterke gelijkenis met dat van het Oligoceen. Onder-Mioceen is in de Achterhoek tot nog toe niet aangetoond (fig. 2C). Gedurende het Midden-Mioceen werd Nederland opnieuw vrijwel geheel door de zee overspoeld, al liep de kustlijn plaatselijk dicht langs onze oostgrens (in de Achterhoek

ongeveer van de Rekkense heide naar Winterswijk), fig. 2D. Aanvankelijk werd in deze zee fijnzandig; glauconietrijk materiaal afgezet, maar toen de zee zijn maximale uitbreiding had, begon de sedimentatie van slib- en glauconietrijk materiaal en klei te overheersen.

Westelijk van de zojuist genoemde kustlijn worden deze Midden-Mioceene sedimenten in kleiige facies algemeen aangetroffen. In westelijke richting neemt hun dikte snel toe. Bij Vragender is reeds ca. 68 m Mioceen aanwezig (boring 41 B/13), terwijl in het IJsseldal 100 tot 200 m dik Mioceen aanwezig is.

Evenals het onderliggende Oligoceen helt de bovenzijde van het Mioceen in westelijke richting (bijlage 2). In het oosten ligt het plaatselijk vrijwel aan de oppervlakte of op geringe diepte onder maaiveld. Op sommige plaatsen is echter door latere erosie het Mioceen tot grote diepte opgeruimd (glaciale dalen, o. a. boring Aalten III en 496/162).

Niettegenstaande deze geleidelijke helling naar het westen, ligt in het gebied beoosten de lijn Aalten - Neede het Mioceen nog op betrekkelijk geringe diepte. Ten westen van deze lijn daalt het echter plotseling vrij sterk. Zo vindt men de bovenzijde in de boringen Lichtenvoorde al op ca. 39 m beneden maaiveld (ca. 20 m - N. A. P.). Deze sprong in diepteligging is minder een gevolg van tektonische bewegingen dan wel van de eroderende werking van rivieren als de Rijn, die gedurende het Pleistoceen hier een diep dal uitruimde.

Plioceen

Gedurende het Plioceen was de zee opnieuw transgressief, maar deze transgressie was minder belangrijk dan die in het Midden-Mioceen. De kustlijn lag verder westelijk en het oosten en zuidoosten van Nederland waren in die periode land (fig. 2E).

In dit oostelijk grensgebied en dus ook in de Achterhoek kwamen gedurende het Plioceen fluviatiele sedimenten tot afzetting, die zich meer of minder duidelijk van het onderliggende Mariene Mioceen onderscheiden. Lithologisch kenmerkt dit fluviatiele Plioceen zich door soms zeer heldere, licht- tot donkergrijze, matig tot middelfijne zanden, die in tegenstelling tot het Mioceen, meestal weinig glimmer en glauconiet bevatten.

Ook in mineralogisch opzicht is er een duidelijk verschil door het veelvuldig optreden van mineralen als toermalijn, stauroliet, andalusiet en distheen en het vrijwel ontbreken van granaat, epidoot en hoornblende.

Gedurende het Pleistoceen is het continentale Pliocene sterk door erosie aangetast en op verschillende plaatsen geheel of grotendeels opgeruimd, o. a. in het oostelijk deel van de Achterhoek. Westelijk van de reeds meermalen genoemde terrasrand Aalten - Neede zijn enige aanwijzingen verkregen voor de aanwezigheid van deze afzettingen, o. a. in de boringen van Ruurlo, Borculo en Veengoot.

Formatie van Sterksel - Enschede

De geologische geschiedenis van de Achterhoek gedurende het Oud-Pleistoceen is nog weinig onderzocht en daardoor slecht bekend. Wel zijn er aanwijzingen dat de zee in die periode alleen westelijk Nederland bedekte (fig. 2F). In de oostelijke helft vond sedimentatie door rivieren plaats. Vooral in het westelijke, hier buiten beschouwing gelaten, deel van de Achterhoek komen deze Oud-Pleistocene rivierafzettingen voor. Deze afzettingen zijn in de literatuur bekend als de formatie van Harderwijk, die in dit gebied mineralogisch wordt gekenmerkt door mineralen als toermalijn, distheen, stauroliet, andalusiet en sillimaniet. Onder de metamorfe groep treedt vooral distheen op de voorgrond.

In dit verband kan worden gewezen op de boring Ruurlo I, waarin op een diepte van ca. 26 tot 42,50 m beneden maaiveld zanden voorkomen, die tot het Pliocene zijn gerekend, maar die bovengenoemde mineraal-associatie bevatten met tot 15% distheen (fig. 3). Op grond hiervan zou men een Oud-Pleistocene ouderdom kunnen vermoeden. Daar in de omliggende boringen distheen weinig voorkomt, is voorlopig aangenomen dat de betreffende zanden tot het Continentale Pliocene behoren. Voorzoveel uit de boringen kon worden nagegaan, komen in het oostelijk deel van de Achterhoek geen Oud-Pleistocene afzettingen voor. Oostelijk van de lijn Aalten - Neede liggen, met een groot stratigrafisch hiaat, Midden-Pleistocene rivierafzettingen direct op het Tertiair (Mioceen en Oligoceen).

Lithologisch worden deze afzettingen gekenmerkt door bruingrijze tot grijsbruine, matig grove tot middelgrove zanden met meer of minder grind. Het zand is veelal bont tot zwakbont, zeer helder, slibarm, afgerond en afgeslepen, meestal kalkvrij.

Wat de mineralogische samenstelling betreft, treden in deze zanden de mineralen granaat, epidoot, saussuriet, alteriet en hoornblende op de voorgrond, een mineraal-associatie, die karakteristiek is voor afzettingen van de Rijn (fig. 4).

De betreffende afzetting behoort dan ook tot de Sterksel formatie, die, zoals reeds werd opgemerkt, gecorreleerd kan worden met de hoogterras-afzettingen langs de Rijn in Duitsland.

Merkwaardig is nu dat in noordelijke richting de mineralogische samenstelling van deze afzetting enigszins verandert. Reeds in de omgeving van Groenlo - Eibergen, maar duidelijker in de richting Haaksbergen voegt zich bij bovengenoemde Rijnmineralen een mineraal-associatie bestaande uit toermalijn, andalusiet, distheen, sillimaniet, stauroliet, zirkoon en soms relatief veel topaas (fig. 4). Deze mineralen wijzen op een aanvoer uit het oosten. Laatstgenoemde mineraal-associatie is karakteristiek voor de formatie van Enschede, die ongeveer even oud of iets ouder dan de formatie van Sterksel zou zijn. Verschillende boringen vertonen voor de betreffende afzetting deze oostelijke inslag over de volle hoogte van het profiel. Voorlopig nemen we dan ook aan dat beide formaties ongeveer even oud zijn en dat zij gevormd zijn gedurende het Cromer-interglaciaal en ten dele nog tijdens het Elster (Mindel)-glaciaal (ZONNEVELD, 1958).

De verbreiding van de Sterksel/Enschede formatie is oostelijk van de lijn Aalten - Neede vrij algemeen; ten westen van deze lijn is door latere erosie de formatie weer geheel of grotendeels opgeruimd (vergelijk bijlage 3 en fig. 5B). De dikte bedraagt in het oostelijke verbreidingsgebied enkele meters tot 10 à 12 m.

Formatie van Urk - Vianen

Na de vorming van de Sterksel-Enschede formatie volgde een periode van sterke erosie, waarbij de Rijn zich een betrekkelijk smal, maar diep dal uitruimde. De oostelijke dalwand verliep ongeveer volgens de lijn Aalten - Neede. Deze dalinsnijding reikte tot 20 à 30 m - N. A. P., zodat plaatselijk zelfs een deel van het Mioceen werd opgeruimd.

In de daarop volgende periode werd dit dal weer gedeeltelijk opgevuld met sedimenten van de Rijn. Dit materiaal bestaat uit bruine tot grijsbruine, slibarme, matig grove tot zeer grove, grindrijke zanden.

Naast de typische Rijn-associatie granaat, epidoot, saussuriet, hoornblende, kenmerken deze zanden zich door een zeer hoog gehalte aan vulkanische mineralen (o. a. veel augiet) dat wel 80% kan bedragen (fig. 6). Door dit hoge gehalte aan augiet verschillen deze zanden in mineralogisch opzicht dus duidelijk van de zanden van de Sterksel-Enschede formatie en van de Oud-Pleistocene en Tertiaire formaties.

Augietrijke zanden zijn geen zeldzaamheid in de ondergrond van Nederland. WIGGERS (1955) vond deze zanden in het Noordoostpoldergebied, waar zij onder kleilagen van Holsteinien (= Needien) ouderdom liggen. ZONNEVELD (1956) duidde deze afzetting aan met de naam 'Formatie van Urk'. Ook elders in Midden-Nederland werden boven de Sterksel formatie augietrijke zanden aangetoond, die door ZONNEVELD (1958) als de formatie van Vianen werden beschreven.

In noord Nederland alsook in oost Nederland kon DE JONG (1955) boven de formatie van Enschede deze formatie aantonen. Bovendien is gebleken, dat kleilaagjes die BROUWER (1948) o. a. bij Gasselte en Noord-Bergum als Holstein afzettingen dateerde, onderin of direct onder deze augiethoudende zanden liggen.

Door de talrijke boringen, die in recente tijd zijn gemaakt, zijn deze augietrijke zanden in de Achterhoek beter bekend geworden. Aangezien nergens in of boven deze grove zanden klei- of veenlagen zijn gevonden, is niet uit te maken of we hier met de formatie van Urk of met de formatie van Vianen te maken hebben. In navolging van ZONNEVELD (1958) zullen we deze afzettingen daarom aanduiden met de naam 'Formatie van Urk - Vianen'. Bijlage 3 geeft een beeld van de verbreiding van deze formatie in de Achterhoek, terwijl fig. 5C het verspreidingsgebied binnen Nederland laat zien.

Glaciale dalen

Met de komst van het landijs in het Saalien (Riss-glaciaal) werden onder invloed van de lage zeespiegel vóór het ijsfront diepe smeltwaterdalen gevormd, waarbij veel van het vooraf gesedimenteerde materiaal werd opgeruimd. Vooral toen het landijs dicht onze grenzen naderde en de Midden Duitse rivieren in hun loop werden gehinderd, moest veel water in westelijke richting worden afgevoerd. Het is in die periode dat diepe oerstroombdalen als bijvoorbeeld het Oer-Vechtdal werden gevormd. Bij het verder oprukken van het landijs drong het ijs deze diepe dalen binnen en werd op de dalbodems keileem afgezet. In het Oer-Vechtdal treft men keileem aan tot ca. 50 m - N. A. P., in het IJsseldal zelfs tot ca. 100 m - N. A. P., hetgeen de vrij grote diepte van deze oerstroombdalen duidelijk demonstreert.

Ook in de Gelderse Achterhoek zijn aanwijzingen voor het bestaan van dergelijke glaciale dalstelsels verkregen (zie bijlage 3).

Eén van de bekendste, reeds door FABER (1960) genoemde preglaciale dalen is wel het dal dat vanaf Vreden via Meddho in zuidwestelijke richting loopt om zuidelijk van Aalten enigszins naar het westen af te buigen. Vooral in de omgeving van Aalten bereikt dit dal een vrij grote diepte, want zowel in boring Aalten III als in boring 496/162 werd de dalbodem op respectievelijk 47 en 55 m beneden maaiveld nog niet bereikt. In noord-oostelijke richting wordt het dal, voorzover uit de boringen valt af te leiden, snel ondieper (zie o. a. de structuurkaart van de bovenkant van het Tertiair, bijlage 2).

Het dal is opgevuld met bruingrijze tot grijsbruine, matig grove tot middelgrove zanden. Deze zanden bevatten soms veel grind, waarbij vooral in het bovenste deel veel noordelijke componenten voorkomen. Voorts bevatten de zanden soms vrij veel glauconiet, schelpresten, bryozoöresten en restjes bruinkool. Van ca. 30 m in boring Aalten III komt naar beneden in de zanden veel pyriet voor. Het geheel wijst op een fluvioglaciaal karakter, hetgeen bevestigd wordt door de mineralen samenstelling der zanden, die betrekkelijk uniform is. Naast granaat, dat overheerst, komen epidoot, saussuriet, hoornblende en vulkanische mineralen voor. Vanaf ca. 35 m diepte wijkt deze associatie wat terug ten gunste van toermalijn, metamorfe mineralen en stauroliet, hetgeen een bewijs voor een aanvoer uit het oosten vormt (fig. 7).

Ten noorden van Winterswijk kan de samenvloeiing met een dal uit het noorden vermoed worden (bijlage 3). Dit dal hangt mogelijk samen met een dalsysteem, dat ten noorden en westen van Haaksbergen is gevonden. Vooral bij Stepelo is dit dal vrij diep.

Het vermoeden dat behalve een Oer-Vechtdal ook een Oer-Berkeldal bestaan moet hebben, zou bevestiging kunnen vinden in boring M 68, gelegen langs de Berkel bij Haarlo (profiel A-A'). Op een diepte van 50 m (= 32,50 m - N. A. P.) is de bodem van dit dal nog niet bereikt. Door het ontbreken van voldoende boringen kan het verloop van dit Oer-Berkeldal niet worden aangegeven.

Ook boring M 71 blijkt in een glaciaal dal te staan. Van de kleien uit het traject van 20,40 m tot 38,60 beneden maaiveld werden door Dr. ZAGWIJN 8 pollenanalyses verricht, die alle hoge waarden aan Tertiair

en Mesozoïsch stuifmeel opleverden, hetgeen karakteristiek is voor fluvioglaciale afzettingen uit het Saalien. Het hoge gehalte aan Hystrichosphaeridae, dat in het leemmonster van 36,70 - 38,60 m beneden maaiveld is gevonden, wijst op keileem.

Tenslotte kan nog het glaciale dal vermeld worden, dat van Eibergen in zuidoostelijke richting is te vervolgen en waarvan de aanwezigheid ook reeds langs geoelektrische weg is aangetoond, zie o. a. profiel B-B', boring 34 G 41.

Keileem

Uit het voorgaande is reeds gebleken, dat vlak voor de Achterhoek door het landijs werd overdekt, belangrijke reliefverschillen aanwezig waren. Deze bewering wordt gestaafd door de grote variatie in diepte, waarop keileem voorkomt. Op het oostelijke, hooggelegen deel van de Achterhoek ligt op vele plaatsen keileem aan maaiveld of op geringe diepte. Het ligt hier of direct op Tertiair of op de Sterksel - Enschede formatie. In het westelijke deel, ten westen van de lijn Aalten - Neede, is keileem maar weinig aangetroffen, maar het ligt hier gewoonlijk onderin of aan de basis van de fluvioglaciale afzettingen en niet er op. Bij het binnendringen van het landijs waren de glaciale dalen dus nog niet opgevuld.

Continentaal Eemien

In verschillende boringen in de westelijke Achterhoek komen op een diepte van ongeveer N. A. P. humeuze kleien en fijne zanden voor, die wat hun polleninhoud betreft in een interglaciaal moeten zijn ontstaan. Zo leverden het veen en de venige klei op een diepte van 12,10 tot 14,60 m beneden maaiveld in boring M 68 een pollenspectrum op dat wijst op een Eemien-interglaciale ouderdom. Een analoog resultaat werd verkregen bij een klei van 11,40 m - maaiveld uit boring M 64.

Profiel F-F' geeft een goed beeld van de ligging van deze continentale Eem-lagen. Zij liggen gewoonlijk op de fluvioglaciale afzettingen en onder de hierna te bespreken formatie van Kreftenheije. Er moet echter op gewezen worden dat gedurende het Eemien interglaciaal ook grove zanden tot afzetting kwamen, die moeilijk van de er boven en er

onder liggende eveneens grove afzettingen zijn te onderscheiden. Onder De Pol meende ZONNEVELD (1958) dan ook, dat de hier eveneens op rond N. A. P. voorkomende Eemien-kleien liggen ingesloten in de formatie van Kreftenheije. Hoewel wij deze mogelijkheid niet willen uitsluiten, lijken de Eem-afzettingen meestal direct op fluvioglaciaal te liggen. Bijlage 4 geeft de boringen aan, waarin Eemien is aangetroffen.

Formatie van Kreftenheije

In het gebied westelijk van de lijn Aalten - Neede komen boven de Eemien lagen of, indien deze ontbreken, boven de fluvioglaciale afzettingen grindhoudende grove zanden voor, die tot de formatie van Kreftenheije behoren. Deze zanden hebben een bruingrijze tint, zijn veelal bont en slibarm tot slibhoudend, terwijl hun korrelgrootte varieert van matig grof tot middelgrof. Kleilagen komen weinig voor.

Mineralogisch kenmerken deze afzettingen zich door een typische Rijn-associatie (granaat, epidoot, saussuriet en hoornblende), terwijl vulkanische mineralen, zoals augiet in niet onbelangrijke percentages aanwezig zijn (fig. 3 en 6).

ZONNEVELD (1958) meende aanvankelijk dat deze afzettingen uit het Saalien (= Riss-glaciaal) stamden, maar later bleek dat in het bovenste deel klei- en veenlaagjes uit het laatste deel van het Weichselien (= Würm-glaciaal) voorkomen. De formatie van Kreftenheije kan dus uit sedimenten bestaan, die in ouderdom variëren van het Amersfoorter stadium van het Saalien (maximale uitbreiding van het landijs), Eemien tot en met Weichselien (fig. 1).

De formatie heeft een grote verbreiding; westelijk van de eerder genoemde terrasrand komen deze zanden algemeen voor, tot zelfs onder het IJsseldal (fig. 5D). Zij vormen de opvulling van een breed Rijndal. De dikte van dit pakket varieert van ca. 5 tot 12 m.

Zanddiluvium

De formatie van Kreftenheije wordt afgedekt door een laag, bestaande uit matig- tot middelfijne zanden, die plaatselijk humeus kunnen zijn en soms enig slib bevatten. Deze afzettingen bestaan voornamelijk uit dek-

zanden, die tot en met het Laat-glaciaal door de wind zijn neergelegd. Een Laat-glaciale ouderdom van althans een deel van deze fijne zanden kan als bewezen worden geacht door vondsten van de Usselo-laag o. a. ten zuidwesten van Eibergen (mededeling ir. PAPE).

Het gehele pakket fijnzandig materiaal is in de profielen samengevat onder de term 'Zanddiluvium'. Een verdere stratigrafische indeling van dit pakket is achterwege gelaten. Hoewel dit pakket lithologisch nog wel belangrijke verschillen kan vertonen, overweegt toch het fijnkorrelige karakter van het materiaal, reden waarom deze afzettingen als een lithologische eenheid werden beschouwd.

De dikte van het zanddiluvium is in het westelijke deel betrekkelijk uniform en bedraagt 5 à 8 m. Naar het oosten tegen de terrasrand Aalten - Neede neemt de dikte plaatselijk toe tot ca. 10 m, o. a. bij Lichtenvoorde. Oostelijk van deze rand is het zanddiluvium veel dunner en op verscheidene plaatsen ontbreekt het nagenoeg geheel.

V. Geohydrologische gesteldheid

Nadat in het voorgaande de geologische ontwikkelingsgeschiedenis van de Achterhoek is besproken, moet thans nader worden ingegaan op de vraag welke betekenis deze geologische gesteldheid heeft voor de grondwaterexploitatie. Door hun grotere doorlatendheid zijn de grofzandige, grindrijke formaties voor de grondwaterwinning het meest geschikt. Als eerste dient dus de vraag beantwoord te worden welke formaties als watervoerend beschouwd kunnen worden en welke voor grondwaterexploitatie ongeschikt zijn. Daarnaast spelen ook de verbreding, diepteligging en vooral ook de dikte van deze watervoerende lagen een belangrijke rol. Zo kunnen op geringe diepte liggende, vrij dunne watervoerende lagen van overigens grote verbreding, of zeer dikke watervoerende lagen van beperkte verbreding voor waterwinning op grote schaal als ongeschikt worden beschouwd, omdat de kans op uitputting van de aanwezige reserves groot is.

Om tot een inventarisatie van de watervoerende pakketten te komen, zijn op een tweede set geologische profielen alle grofzandige, grindhoudende formaties met blauw aangegeven, terwijl de slecht doorlatende fijnzandige, kleiige formaties wit gelaten zijn. Uit deze profielen kan de volgende inventarisatie worden opgesteld:

- . door hun geringe doorlatendheid zijn de volgende geologische formaties voor grondwaterexploitatie ongeschikt: Oligoceen, Mioceen, Pliocene, Eemien en Zanddiluvium;
- . tot de geologische formaties, die door hun grofkorrelige geaardheid en goede doorlatendheid als watervoerend zijn te beschouwen en in eerste instantie dus voor grondwaterwinning in aanmerking komen, behoren:

- de formatie van Kreftenheije
- de fluvioglaciale afzettingen
- de formatie van Urk - Vianen
- de formatie van Sterksel - Enschede
- de gestuwde preglaciale afzettingen
- de oud-pleistocene afzettingen.

Uit de profielen blijkt verder dat, gezien het algemeen voorkomen, de hoge ligging en grote dikte van de Tertiaire formaties (Oligoceen, Mioceen) en de geringe dikte van de formatie van Sterksel - Enschede, de mogelijkheden tot grondwaterwinning in het oostelijke deel van de Achterhoek bijzonder ongunstig zijn. Op beperkte schaal kan in dit oostelijke gebied grondwater worden gewonnen uit sommige, veelal met grof zand gevulde, glaciale dalen o. a. uit het glaciale dal bij Aalten. Door de betrekkelijk geringe breedte van dit dal, dat geheel in slecht doorlatende Tertiaire afzettingen ligt, is de voeding uit deze afzettingen vrijwel te verwaarlozen. Waterwinning uit deze glaciale dalen zal nooit op grote schaal kunnen plaatsvinden, omdat vooral in droge perioden de aanwezige, betrekkelijk kleine reserves spoedig uitgeput zullen zijn.

De formatie van Sterksel - Enschede is door zijn geringe dikte, maar vooral door zijn ligging aan of nabij de oppervlakte evenmin geschikt voor grondwaterexploitatie op enigszins grotere schaal. Wateronttrekking aan deze laag zal onvermijdelijk tot dalingen van de grondwaterspiegel leiden.

Hoewel het gebied ten oosten van Winterswijk (nog) niet in deze beschouwingen is betrokken, zou men voor dit deel van de Achterhoek eventueel aan grondwaterwinning uit pre-Tertiaire (Mesozoische) formaties kunnen denken. Deze formaties liggen hier plaatselijk aan of dicht aan

maaiveld, maar zij bestaan grotendeels uit mergel, kleisteen en dunne kalksteenbankjes. De Bontzandsteen zou in dit opzicht enige perspectieven kunnen bieden, daar deze formatie behalve uit kleisteen, deels ook uit fijnkorrelige zandsteen bestaat. Winning van grondwater uit deze oude gesteenten blijft echter een experiment zolang geen beter inzicht is verkregen in de geologische gesteldheid van dit terrein, de voeding en hydrologische eigenschappen van deze gesteenten. Het risico van uitputting van deze fossiele grondwaterreserves en van mogelijke kwaliteitsveranderingen van dit water blijft zonder nadere gegevens vrij groot.

Zoals duidelijk uit de profielen naar voren komt, zijn de gebieden die in eerste instantie voor grondwaterexploitatie in aanmerking zouden kunnen komen, gelegen ten westen van de terrasrand Aalten - Neede. Hier bereiken de watervoerende lagen een aanzienlijke dikte, die in westelijke richting in het algemeen nog toeneemt. Dit komt goed tot uiting in de isopachenkaart, die van de watervoerende formaties is geconstrueerd (bijlage 5). Voor het samenstellen van deze kaart is voor iedere boring de totale dikte der grofsandige lagen berekend, waarna lijnen van gelijke dikten zijn getrokken.

Het blijkt dan dat bij Haarlo en Lichtenvoorde, dus dicht bij de terrasrand, reeds dikten van 25 à 30 m voorkomen, hetgeen samenhangt met de aanwezigheid van de formatie van Urk - Vianen ter plaatse. Nu is er al op gewezen dat de Rijntak waarin deze formatie is afgezet een relatief geringe breedte lijkt te bezitten (ca. 3 tot 7 km). Westelijk van dit dal ziet men dan ook dat de dikte van de watervoerende lagen aanvankelijk een weinig afneemt (plaatselijk zelfs tot 12 à 14 m) tot ongeveer de lijn Ruurlo - Varsseveld, wat een gevolg is van het feit dat in dit gebied de oudere slecht doorlatende formaties deels voor erosie gespaard bleven. Eerst onder Terborg en Zelhem bereiken de grofsandige afzettingen weer dikten van 30 à 35 m en nog verder westelijk, o. a. onder Vorden, Hengelo en noordelijk van Zelhem zelfs 40 à 50 m. Tot deze grote dikten dragen in deze gebieden vooral de fluvioglaciale afzettingen bij.

De diepte waarop de basis van deze afzettingen ligt, varieert echter sterk als gevolg van differentieële erosie gedurende het Saalien (Riss-glaciaal). Dienovereenkomstig varieert ook de dikte van deze fluvioglaciale afzettingen.

Hoewel de Oud-Pleistocene afzettingen veelal fijnkorrelig zijn, komen er plaatselijk grove zanden in voor, waardoor het watervoerend pakket als geheel een aanzienlijke dikte kan bereiken (zie o. a. boring M 37, profiel E-E').

Bij een eventuele grondwaterexploitatie binnen het verspreidingsgebied van de formatie van Urk - Vianen, moet eveneens rekening gehouden worden met de mogelijkheid van meer of minder sterke variaties in diepteligging van de dalbodem van het betreffende Rijndal en dus ook met variaties in dikte van het watervoerend pakket. Tijdens het proces van dalvorming zijn de slecht doorlatende Tertiaire en Oud-Pleistocene lagen ook in dit gebied niet overal tot eenzelfde diepte opgeruimd. Hierdoor kunnen plaatselijke opduikingen van slecht doorlatend materiaal in deze dalbodem voorkomen, hetgeen de dikte van de watervoerende lagen, i. c. de formatie van Urk - Vianen, reduceert (b. v. boring Ruurlo II, profiel C-C'). Behalve met dit verschijnsel verdient het aanbeveling bij nieuw te stichten grondwaterwinplaatsen in het verspreidingsgebied van de formatie van Urk - Vianen rekening te houden met de ligging van de Miocene dalwand in de ondergrond. Om verzekerd te zijn van permanent goede opbrengsten van de putten en van een constante kwaliteit van het water, zullen de pompputten op voldoende afstand van deze dalwand geprojecteerd dienen te worden.

VI. Slotopmerking

Voor het verkrijgen van een inzicht in de beschikbare grondwatervoorraden in de Gelderse Achterhoek is geologisch onderzoek van primair belang, omdat hieruit gegevens kunnen worden verkregen met betrekking tot het voorkomen, de verbreiding en de dikte der reservoirgesteenten. Een dergelijk onderzoek kan ook dienen als basis voor het bepalen van alle hydrologische condities, inclusief een onderzoek naar de kwaliteit van het water.

In het voorgaande zijn enige algemene beschouwingen gegeven van de geologische gesteldheid van het gebied, maar daarbij is reeds gebleken dat van grote oppervlakten de ondergrondse geologie nog zeer slecht bekend is. Meer basisgegevens zullen nodig zijn om tot een enigszins verantwoorde schatting te kunnen komen van de aanwezige grondwatervoorraden.

Aangezien een groot oppervlak voor grondwaterwinning ongeschikt is, zullen voor het resterende gebied meer gegevens nodig zijn om een kwantitatieve benadering van de winbare grondwaterreserves te kunnen opstellen. Afhankelijk van de onderzoeksmethoden, die gevolgd zullen

worden, hebben deze gegevens betrekking op de neerslag, verdamping, boven- en ondergrondse afvoeren, onttrekking aan het grondwater, grondwaterstanden en -fluctuaties. Het ligt in de bedoeling dat door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen binnenkort een begin gemaakt zal worden met het verzamelen van deze gegevens

Literatuur

- BROUWER, A. 1948. Pollenanalytisch en geologisch onderzoek in het Onder- en Midden-Pleistoceen van Noord-Nederland. Diss. Leiden.
- _____ 1963. Cainozoic history of the Netherlands. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen. Geol. Serie, deel 21-1, pag. 117-148.
- FABER, F. J. 1960. Geologie van Nederland. IV. Aanvullende hoofdstukken.
- JONG, J. D. DE. 1955. Geologische onderzoekingen in de stuwwallen van Oostelijk Nederland. I. Archemerberg en Nijverdal. Med. Geol. Stichting N.S. 8, pag. 33-58.
- WIGGERS, A. J. 1955. De wording van het Noordoostpoldergebied. Diss. Amsterdam.
- ZONNEVELD, J. I. S. 1956. Das Quartär der südöstlichen Niederlande. Geol. en Mijnbouw N.S. 18, pag. 379-385.
- _____ . 1956. Schwermineralgesellschaften in Niederrheinischen Terrassensedimenten. Geol. en Mijnbouw N.S. 8, pag. 395-401.
- _____ . 1958. Litho-stratigrafische eenheden in het Nederlandse Pleistoceen. Med. Geol. Stichting N.S. 12, pag. 31-64.

Wageningen, maart 1964.

Legenda lithologie

 U < 30 middelgrof en zeer grof zand


 U 30-50 matig grof zand


 U 50-80 matig fijn zand

 U > 80 middelfijn en zeer fijn zand

 slib 2-5 %

 slib 5-10 %

 slib 10-20 %

 slib 20-40 %

 slib > 40 %

 veen

 weinig

 veel plantenresten

 veel houtresten

 verkooid hout/bruinkool resten

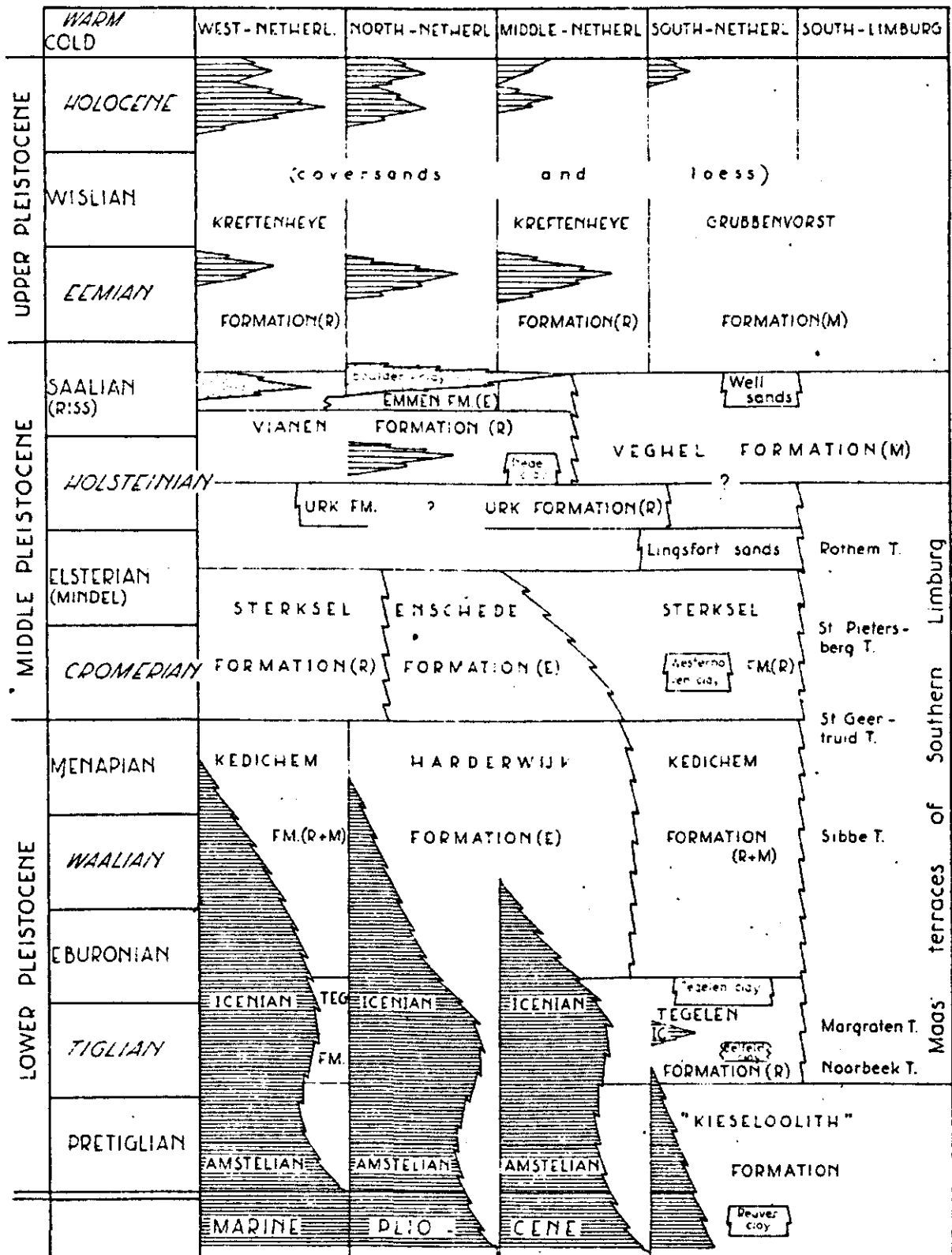
 humeus

 concreties

 ijzerhoudend

 grind

Fig.1 Algemene stratigrafische tabel van het Pleisto-
ceen (volgens Brouwer, 1963)



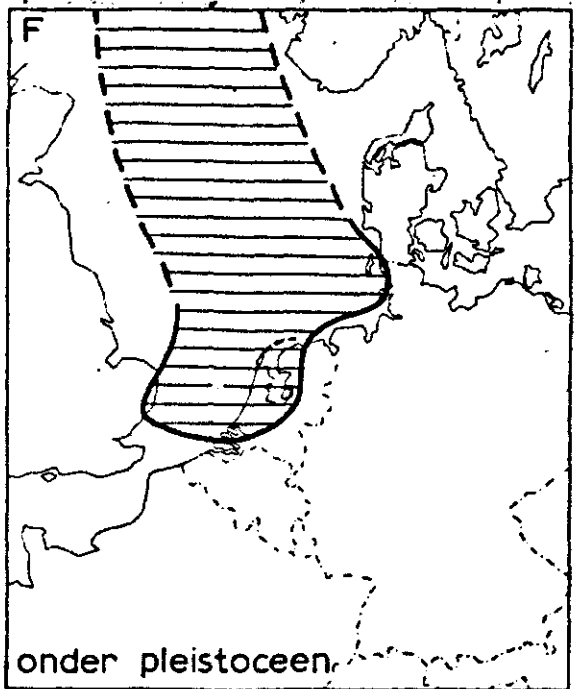
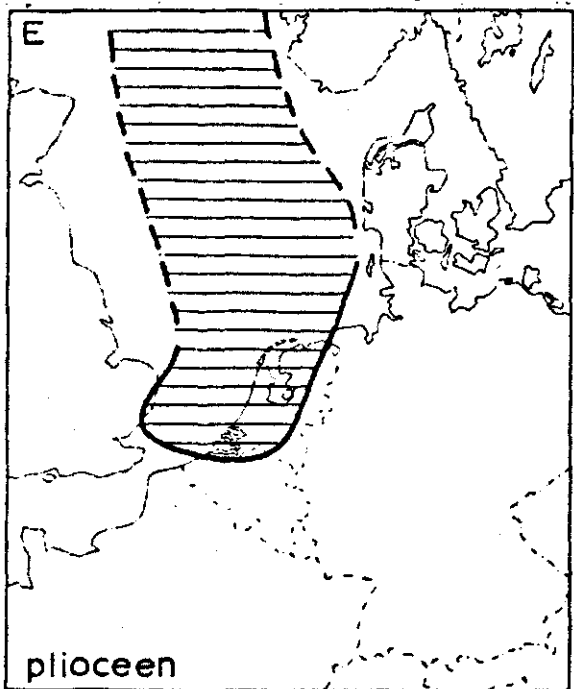
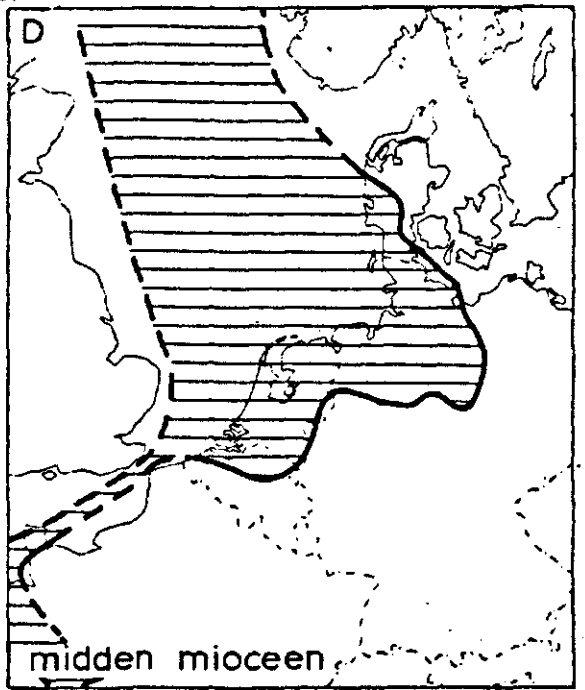
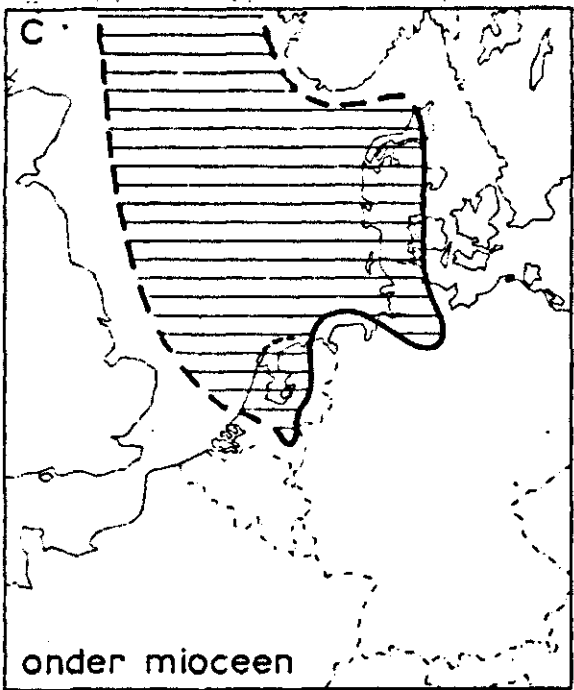
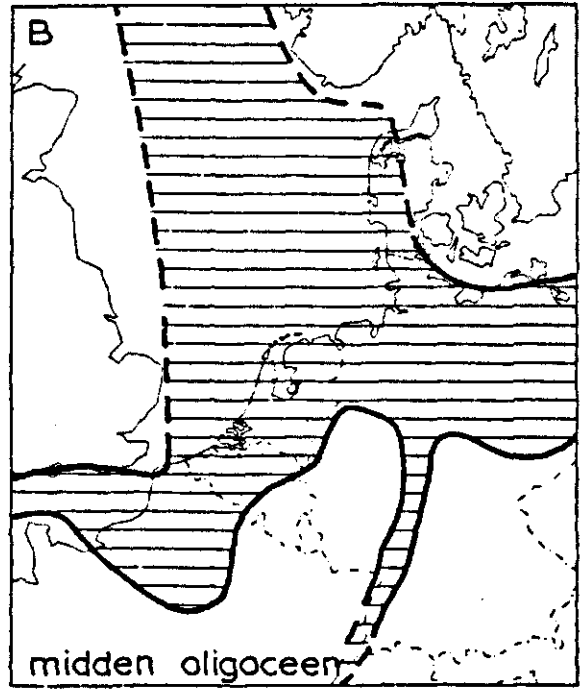
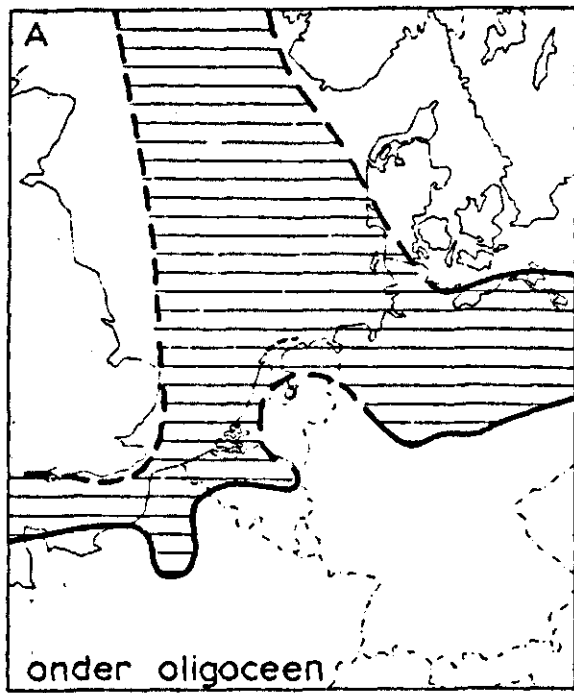
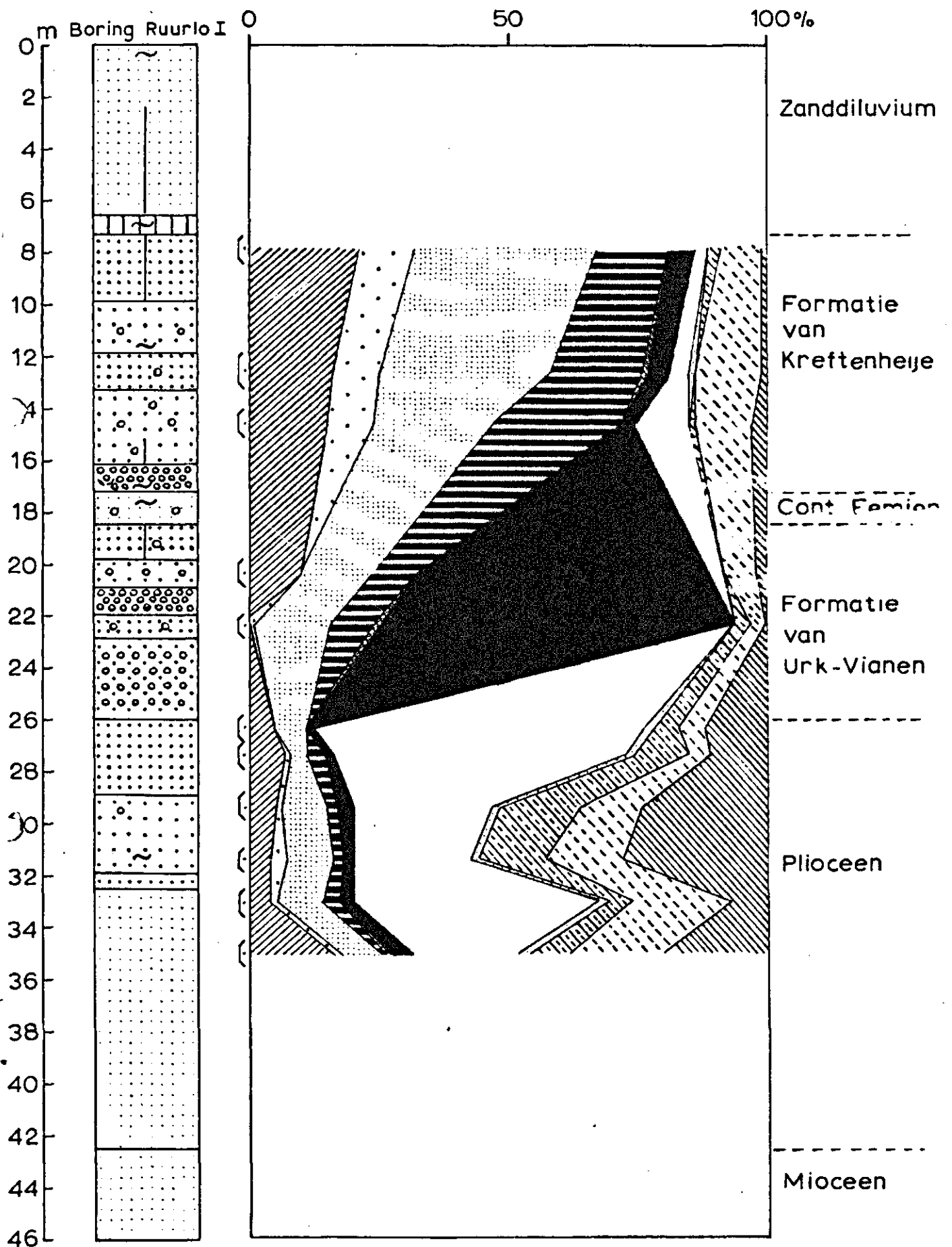


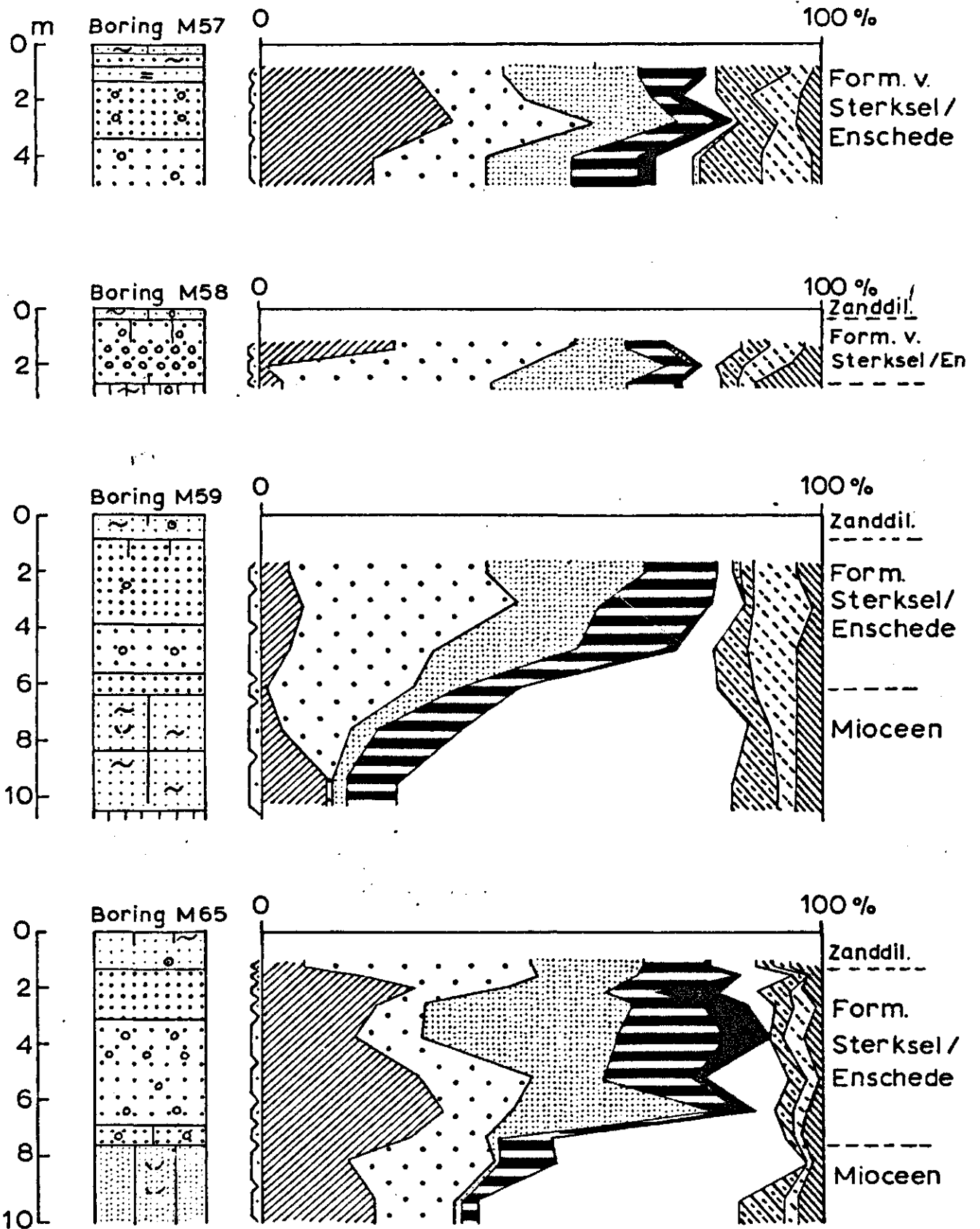
Fig.2 Transgressies in verschillende geologische perioden (volgens Brouwer, 1963)

Fig. 3 Frequentieverdeling zware mineralen



voor legenda zie fig. 6

Fig.4 Frequentieverdeling zware mineralen



voor legenda zie fig.6

Fig.5 Verbreiding van de belangrijkste fluviatiele formaties (volgens Brouwer, 1963)

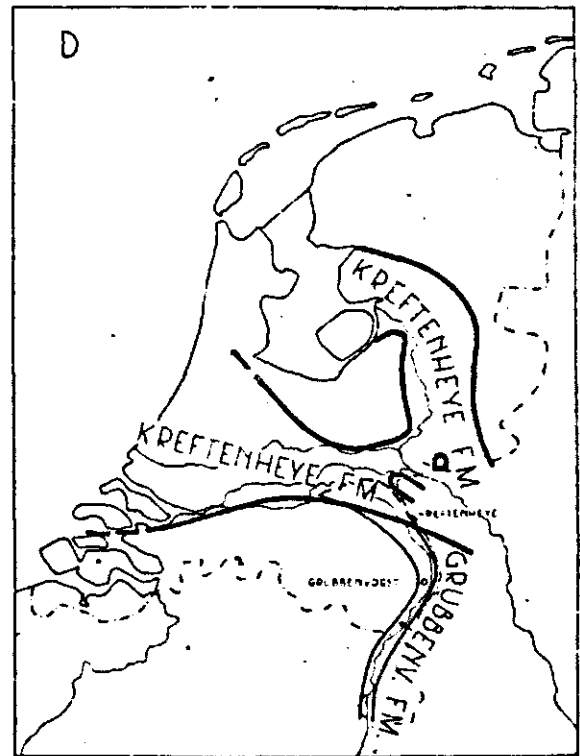
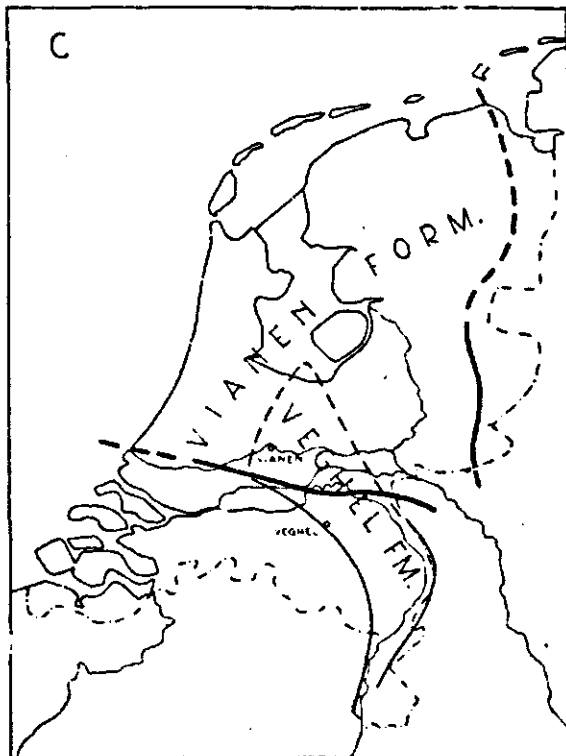
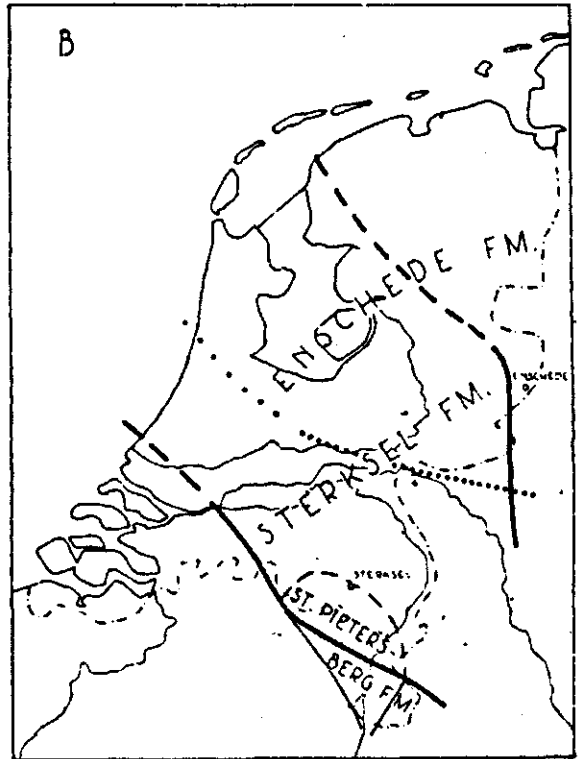
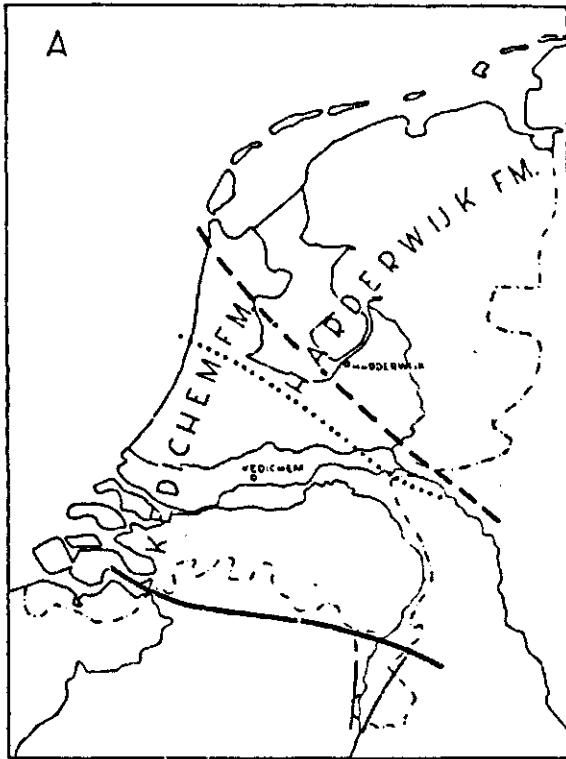
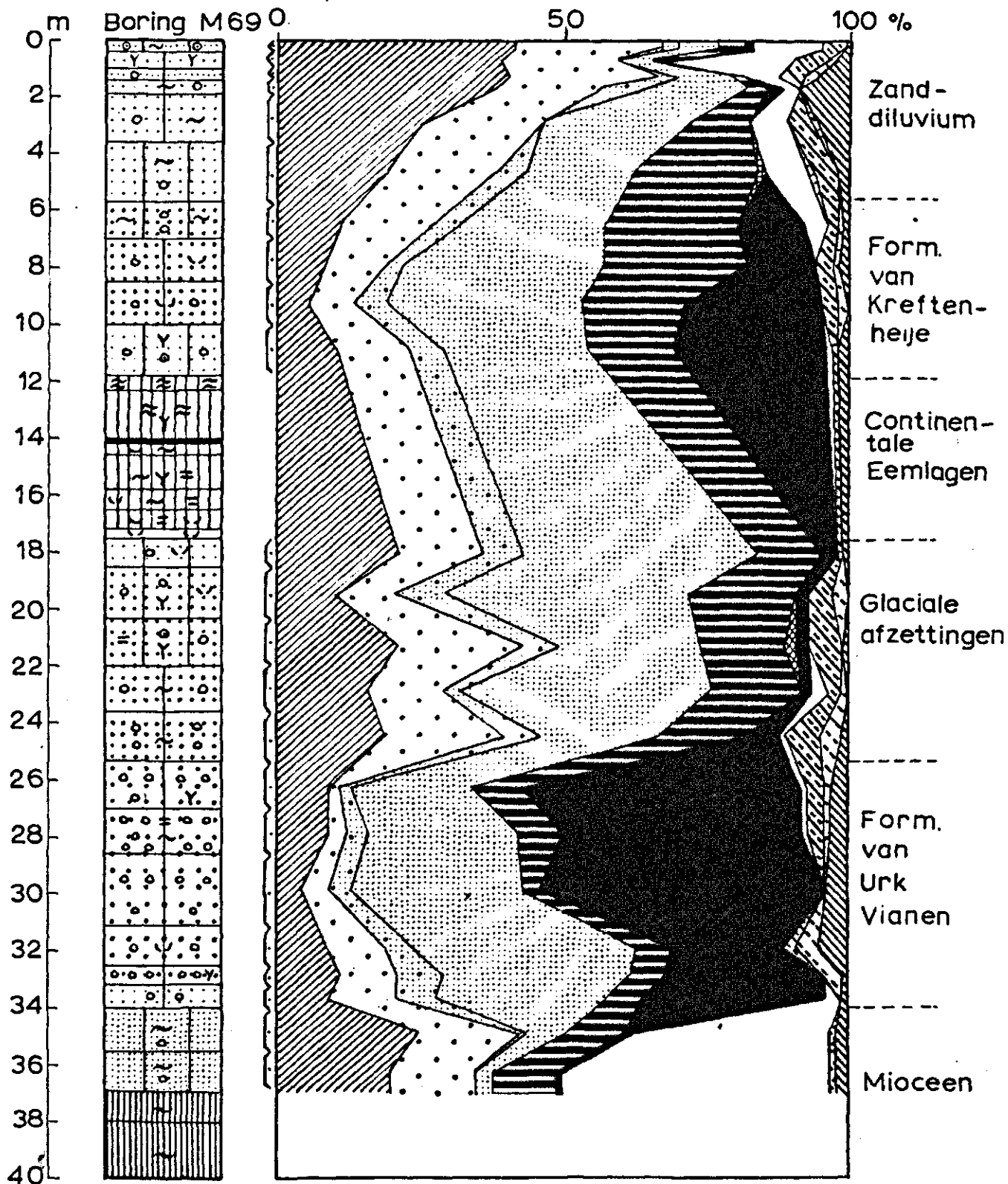


Fig.6 Frequentieverdeling zware mineralen



Legenda

- | | | |
|---------------------|-----------------------|------------------|
| granaat | hoornblende | topaas |
| epidoot | Vog. hoornbl. | stauroliet |
| epidoot-alteriet | chloritoid | metam. mineralen |
| saussuriet alteriet | vulkanische mineralen | toermalijn |
| | | restmineralen |