

GRINDHOUDENDE  
MIDDEN-PLEISTOCENE SEDIMENTEN

HET ONDERZOEK VAN DEZE AFZETTINGEN IN  
NEDERLAND EN AANGRENZENDE GEBIEDEN

*PEBBLE CONTAINING MIDDLE-PLEISTOCENE SEDIMENTS  
IN THE NETHERLANDS AND ADJACENT AREAS  
(WITH SUMMARY IN ENGLISH)*

DOOR

G. C. MAARLEVELD

## INHOUD

## DEEL I

## OVERZICHT

	Blz.
Hoofdstuk I. Inleiding en de begrippen „steen en grind” . . . . .	13
Hoofdstuk II. Methoden van stenen- en grindonderzoek: enige voor- en nadelen . . . . .	16
Hoofdstuk III. Factoren die de samenstelling beïnvloeden . . . . .	19
Hoofdstuk IV. De bij het stenen- en grindonderzoek onderscheiden componenten . . . . .	24
§ 1. Kwartsgroep . . . . .	24
§ 2. Kristallijne groep . . . . .	25
§ 3. Vuursteengroep . . . . .	27
§ 4. Ringenkiezel . . . . .	30
§ 5. Pyriet-kwartsiet . . . . .	30
§ 6. Oöliet . . . . .	30
§ 7. Lydiet/radiolariet . . . . .	30
§ 8. Restgroep . . . . .	32
Hoofdstuk V. De gevolgde methode van onderzoek . . . . .	33
Hoofdstuk VI. De samenstelling van de stenen- en grindassociaties . . . . .	36
§ 1. Kaolienzand . . . . .	36
§ 2. Afzettingen van de Midden-Duitse rivieren . . . . .	36
§ 3. Afzettingen van de Rijn . . . . .	36
§ 4. Afzettingen van de Maas . . . . .	40
§ 5. Glaciale afzettingen . . . . .	40
§ 6. Diverse buitenlandse afzettingen . . . . .	42
Hoofdstuk VII. Stenen-, grind-, zand- en kleionderzoek: een vergelijking . . . . .	44

## DEEL II

## RESULTATEN

Hoofdstuk VIII. Kaolienzand . . . . .	49
---------------------------------------	----

	Blz.
Hoofdstuk IX. Afzettingen van de Midden-Duitse rivieren . . . . .	51
§ 1. Het grind- en zandtype Hellendoorn . . . . .	51
§ 2. Grind en zand van de Elbe . . . . .	54
§ 3. Grind en zand van de Wezer . . . . .	54
§ 4. Het stenen-, grind- en zandtype Noord-Nederland . . . . .	56
Hoofdstuk X. Afzettingen van de Rijn . . . . .	62
§ 1. Het porfiervrije grindtype en de S. zware mineralen-associatie . . . . .	62
§ 2. Het zeer weinig porfierbevattende stenen- en grindtype . . . . .	63
a. Het kwartsrijke subtype en de S. zware mineralen-associatie . . . . .	63
b. Het kwartshoudende subtype, de bruine hoornblende en de A.S. zware mineralen-associatie . . . . .	70
§ 3. Het porfierbevattende stenen- en grindtype en de A.S. zware mineralen-associatie . . . . .	73
Hoofdstuk XI. Afzettingen van de Maas . . . . .	75
§ 1. Het porfiervrije stenen- en grindtype . . . . .	75
a. Het zeer kwartsrijke subtype met veel gerolde vuurstenen en de metamorfe mineralen-associatie . . . . .	75
b. Het kwartsrijke subtype met weinig gerolde vuurstenen en de toermalijn, metamorfe mineralen (en troebele chloritoïd) associatie . . . . .	76
§ 2. Het zeer weinig porfierbevattende stenen- en grindtype . . . . .	76
a. Het kwartsrijke subtype en de toermalijn, metamorfe mineralen en troebele chloritoïd associatie . . . . .	76
b. Het kwartshoudende subtype met zeer veel niet-gerolde vuurstenen en de toermalijn, metamorfe mineralen, troebele chloritoïd en bruingroene hoornblende associatie . . . . .	76
c. Het kwartshoudende subtype met tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen en de toermalijn, metamorfe mineralen en troebele chloritoïd associatie . . . . .	78
d. Het kwartshoudende subtype met veel gerolde vuurstenen en de toermalijn, metamorfe mineralen, bruingroene hoornblende en troebele chloritoïd associatie . . . . .	78
e. Het kwartsarme subtype met zeer veel niet-gerolde vuurstenen en de bruingroene hoornblende, toermalijn, troebele chloritoïd en metamorfe mineralen-associatie . . . . .	79
f. Het kwartshoudende subtype met ringenkiezel en tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen en de toermalijn, troebele chloritoïd, bruingroene hoornblende en metamorfe mineralen-associatie . . . . .	79
g. Het kwartsarme subtype met tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen en de troebele chloritoïd, toermalijn, bruingroene hoornblende, granaat en metamorfe mineralen-associatie . . . . .	79

	Blz.
Hoofdstuk XII. Glaciale afzettingen . . . . .	83
§ 1. Het zeer kwartsarme stenen- en grindtype met veel bestanddelen van de kristallijne restgroep . . . . .	83
a. Het veel niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype en de A mineralen-associatie . . . . .	83
b. Het zeer weinig of geen niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype en de Sk. zware mineralen-associatie . . . . .	84
§ 2. Het kwartsarme grindtype met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne restgroep . . . . .	86
a. Het subtype met lydiet/radiolariet . . . . .	86
b. Het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype . . . . .	87
§ 3. Het kwartshoudende tot kwartsrijke grindtype met bestanddelen van de kristallijne restgroep. . . . .	89
a. Het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype met weinig melkkwarts . . . . .	89
b. Het lydiet/radiolarietbevattende subtype met weinig melkkwarts. . . . .	90
c. Het subtype met betrekkelijk veel melkkwarts . . . . .	91
Summary . . . . .	94
Method and sedimentological part . . . . .	94
Geological part . . . . .	97
Geomorphological part . . . . .	99
Pedological part . . . . .	100
Literatuur . . . . .	101

## VOORWOORD

Het is een aangename taak bij het gereedkomen van dit proefschrift U, Hoogleraren in de Faculteiten der Wis- en Natuurkunde en der Letteren en Wijsbegeerte, dank te zeggen voor Uw wetenschappelijke leiding. Door bijzondere omstandigheden was het mij helaas niet steeds mogelijk onder Uw gehoor te zijn, doch gebrek aan belangstelling was waarlijk niet de oorzaak hiervan.

Hooggeleerde Hol, Hooggeachte Promotor, U ben ik zeer erkentelijk voor Uw warme belangstelling voor mijn werk. De bereidwilligheid waarmede U mij steeds ter zijde hebt gestaan heeft diepe indruk op mij gemaakt. Uw zeer gewaardeerde raad hebt U mij nooit onthouden en ik prijs mij gelukkig tot Uw leerlingen te behoren.

Hooggeleerde Edelman, het is moeilijk onder woorden te brengen hoeveel dank ik U verschuldigd ben. De invloed die U op mijn wetenschappelijke ontwikkeling en maatschappelijke loopbaan hebt gehad is buitengewoon groot geweest. Zonder Uw hulp is mijn huidige positie ondenkbaar. Dat U niet geschroomd hebt reeds voor mijn wetenschappelijke opleiding met mij te publiceren is voor mij onvergetelijk.

Hooggeleerde Doeglas, dat ik verschillende malen met U contact had stemt tot vreugde. Uw duidelijke beschouwingen zijn een grote steun voor mij geweest.

Hooggeleerde van Bemmelen, Hooggeleerde Nieuwenkamp, de excursie die ik onder Uw leiding mocht meemaken zal ik niet licht vergeten.

Hooggeleerde Rutten, Uw opmerkingen tijdens excursies zijn dikwijls aanleiding geweest tot verder onderzoek.

Hooggeleerde de Vooy, aan de gesprekken die ik met U mocht voeren bewaar ik de meest prettige herinneringen. Uw waardering voor mijn werk stel ik zeer op prijs.

DEEL I  
OVERZICHT

## HOOFDSTUK I

## INLEIDING EN DE BEGRIPPEN „STEEN” EN „GRIND”

De aanleiding om bijzondere aandacht aan stenen en grind te schenken was de behoefte om in het veld de glaciële natuur van de sedimenten eventueel te herkennen. De gedachte om met betrekkelijk gemakkelijk herkenbare componenten te werken, is van veel belang geweest voor de ontwikkeling en de aard van de later gevolgde methode van onderzoek. Zo werden aanvankelijk slechts de percentages van kwarts, vuursteen en de kristallijne groep bepaald. Toen bleek, dat door deze werkwijze verschillende niet-glaciële afzettingen gemakkelijk herkend konden worden, werd al spoedig de behoefte gevoeld om een iets groter aantal bestanddelen te onderscheiden. Hoewel uitbreiding van het onderzoek het bepalen van meer componenten gewenst maakte, bleef de oorspronkelijke opzet om met slechts weinig, doch betrekkelijk gemakkelijk herkenbare bestanddelen te werken, bewaard. Tevens werd er naar gestreefd, om de methode ook bruikbaar te maken voor het uit boringen verkregen materiaal.

De eerste 7 hoofdstukken zijn in hoofdzaak gewijd aan het onderzoek van stenen en grind, waarbij tevens getracht wordt de gevolgde methode wetenschappelijk te verdedigen. In de daarna volgende hoofdstukken zijn de resultaten van het stenen- en grindonderzoek neergelegd, waarbij zo veel mogelijk de gegevens omtrent de samenstelling van het gehele sediment vermeld zijn. Bij de indeling in typen werd echter vooral rekening gehouden met de samenstelling van het grind van 5—20 mm.

Van verschillende afzettingen worden gegevens omtrent de gemiddelde samenstelling verstrekt. De hiervoor ter beschikking staande monsters waren verschillend in aantal en de gegevens zijn dan ook slechts vermeld om een indruk omtrent de samenstelling te geven.

Hoofdzakelijk zijn de afzettingen bewerkt, die jonger dan Waalien<sup>1)</sup> en ouder dan Eemien zijn (Midden-Pleistoëen). De reden om het onderzoek hiertoe te beperken is het feit, dat, met

uitzondering van Zuid-Limburg, vrijwel alleen grindhoudende sedimenten van deze ouderdom aan of nabij de oppervlakte in Nederland voorkomen.

Over de pollen-inhoud en de aanwezigheid van resten van zoogdieren in de grove sedimenten zijn weinig gegevens vermeld. Veelal betreft het verplaatst materiaal waarvan de stratigrafische waarde niet groot is.

Dat de Directie van de Stichting voor Bodemkartering te Wageningen mij in staat stelde dit onderzoek uit te voeren geeft veel reden tot dankbaarheid.

Mijn promotor, Prof. Dr J. B. L. Hol ben ik zeer erkentelijk voor de belangrijke opmerkingen.

Veel dank voor de waardevolle adviezen ben ik verschuldigd aan Prof. Dr C. H. Edelman, voorts aan Dr R. D. Crommelin, Prof. Dr D. J. Doeglas, Dr J. C. L. Favejee, Dr T. van der Hammen, Ir J. C. Pape, Ir R. P. H. P. van der Schans, Dr Ir J. Schelling, de Heer W. H. Zagwijn en niet het minst aan mijn buitenlandse vrienden Dr G. Lüttig te Hannover en Dr R. Maréchal te Gent.

Het verheugt mij dat deze studie verschijnt in „Mededelingen van de Geologische Stichting”.

Een deel van het bewerkte materiaal werd onder medewerking van anderen verzameld. Zo zijn verscheidene grindmonsters door Dr J. D. de Jong en Dr J. I. S. Zonneveld, beide geologen bij de Geologische Dienst te Haarlem, ter beschikking gesteld, terwijl van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening te 's-Gravenhage het materiaal van enige boringen verkregen werd.

Vrijwel alle wetenschappelijke medewerkers en hun personeel van de Stichting voor Bodemkartering te Wageningen waren behulpzaam bij het aangeven van ontsluitingen of het verzamelen van monsters. In dit verband moeten ook Dr F. Dewers te Bremen, Dr M. Gulinek te Brussel, Dr H. Illies te Freiburg, Dr H. Quitzow te

<sup>1)</sup> Nog niet gepubliceerde palaeo-botanische indeling van de Heer W. H. Zagwijn (mondelijke mededeling te Leer, 1956).

Krefeld, Prof. Dr K. Richter te Hannover, Dr A. Steeger te Krefeld-Linn en Dr T. Weverinck te Bremen genoemd worden.

Enige zandmonsters werden door Mej. J. M. L. Lutgerhorst, Wageningen en Mej. R. Sjoerds. Haarlem bewerkt.

Mijn vrouw hielp bij het verzamelen en het gereedmaken voor onderzoek van de monsters. Bovendien maakte zij het vrijwel onleesbare manuscript toegankelijk voor anderen en was zij behulpzaam bij het corrigeren.

Ir B. Gerretzen droeg zorg voor de vertaling in het Engels.

De Heer J. J. Jantzen en Dr Ir W. N. Myers gaven belangrijke opmerkingen naar aanleiding van figuren en manuscript.

De figuren en kaarten werden door de Heer B. van der Oosterkamp getekend, terwijl de dames van de typekamer voor een vlotte afwerking zorg droegen.

Door de vriendelijke hulp van Dr L. van der Waals, geoloog bij het Geologisch Bureau van het Mijngedebied te Heerlen en de Heer G. G. I. Broens, Directeur Uitgeversmij „Ernest van Aelst” te Maastricht was het mogelijk dat het werk op tijd gereed is gekomen.

Door de steun van de Stichting „Molengraaffonds” konden in Noordwest-Duitsland monsters verzameld worden.

Gaarne wordt op deze plaats nogmaals mijn oprechte dank voor alles uitgesproken.

Staring (1860) beschreef in zijn boek „De bodem van Nederland” de bestanddelen grover dan zand, als „grind, keyen en groote steenbrokken”. We willen eerst een ogenblik stilstaan bij hetgeen onder grind verstaan wordt. Veelal kan gelezen worden, dat hiertoe min of meer afgeronde gesteentedeeltjes worden beschouwd. Zo omvat grind volgens Rutton (1929) rolstenen en schuifstenen samen. Dunn (1911) rekent de deeltjes die een zeer geringe graad van afronding vertonen reeds tot grind. Daar grind tot de klastische gesteenten gerekend wordt, houdt dit in, dat een gesteente-deeltje slechts dan als zodanig beschouwd moet worden indien het door ijs, water, modderstromen of wind is opgenomen en in of op deze media over enige afstand getransporteerd is (Doeglas, 1952). Het door verering uiteengevallen materiaal bijvoorbeeld kan hiertoe niet gerekend worden.

Vroeger werd de grootte van grind — evenals die van stenen — geschat en zo vinden we in het Woordenboek der Nederlandse Taal (1900) dat onder grind „kleine keitjes van de grootte eener erwt tot die van een duivenei of van eene okkeroot” verstaan wordt. Ook Dunn (1911) vindt

Atterberg (1903); Ekström (1927) (volgens Mertz, 1949)	BLOCK	200	STEN	20	GROF GRUS	6	FIN GRUS	2
Centrum voor Bodemkartering, Gent	STENEN	200	KEIEN	75	GRIND			2
Cailleux (1954)	BLOCS	200	GALETS, CAILLOUX	20	GRAVILLON		2	
Cayeux (1916)	BLOCS	200	GALETS	50	GRAVIERS		5	SABLES
Clarke (1950)	VERY LARGE STONES AND BOULDERS 200		S T O N E S			COARSE	5	GRAVEL
			LARGE 100	LARGE MEDIUM 50	MEDIUM 25	SMALL 10	VERY SMALL 5	
Commissie v.d normalisatie, 1939 normaalblad N209	STENEN		65		GRINT			2
Correns, (1949); Niggli, (1952) Fischer & Udluft; (1936)	BLOCK	200	GROBKIES (BROCK)	20	FEINKIES (GRAUP)			2
Das ist norm 4022 (volgens Dücker, 1948)	STEIN		70		KIES			2
Doeglas (1952)	BLOKKEN	200	STENEN	20	GROF GRIND	10	FIJN GRIND	5
							5	ZEER FIJN GRIND
Dücker (1948)	GRÖBSTES			SIEBKORN				
			60	IIA	GROßES	II B	5	III A MITTLERES
Gallwitz (1939) (volgens Dücker, 1948)	BLOCK	200	SCHOTTER	20	KIES			2
Holmes (1923)	PEBBLE				10	GRAVEL		2
Steenhuis (1916)	STENEN			20	GROVE GRINT	5	FIJNE GRINT	2
Soil Survey Manual (1951)	STONE	254	COBBLE			6	GRAVEL	2
Wentworth (1922) (volgens Krumbein & Sloss, 1951)	BOULDER	256	LARGE COBBLE	128	SMALL COBBLE	64	VERY LARGE PEBBLE	32
			LARGE PEBBLE	16	MEDIUM PEBBLE	8	SMALL PEBBLE	4
							4	GRANULE
								2

FIG. 1. Benaming van de bestanddelen groter dan 2 mm.  
Denomination of components > 2 mm.



dat grind minstens de grootte van een erwt moet bezitten. Over de minimale grootte van grind of met andere woorden — de maximale grootte van zand — bestaat, voor zover ons bekend is, thans weinig verschil van mening. Op een enkele uitzondering na wordt 2 mm als deze grens aangenomen (zie fig. 1). Een groot aantal korrelgrootte-indelingen vindt men verder in de publicaties van Cailleux (1954), Dücker (1948) en Zingg (1935).

Om het grind van de stenen te scheiden wordt door vele onderzoekers een zeef met openingen

van 20 mm doorsnede gebruikt. Wij hebben ons hierbij aangesloten en om praktische redenen, die in hoofdstuk V besproken zijn, werd vrijwel alleen het grind van 5—20 mm bewerkt. Dit betekent, dat volgens de indeling van Steenhuis (1916a) het grove grind en volgens die van Doeglas grof en fijn grind in het onderzoek betrokken werd. Van de gehele stenenfractie (20—200 mm) werden slechts enige tellingen verricht. In hoofdzaak werd van deze groep het materiaal van 20—30 mm behandeld.

## HOOFDSTUK II

METHODEN VAN STENEN- EN GRINDONDERZOEK:  
ENIGE VOOR- EN NADELEN

De belangstelling voor grind en stenen ging tot voor enige jaren vooral uit naar zeldzaam voorkomende gesteenten, gidsgesteenten en fossielen. Algemeen bekende voorbeelden van gidsgesteenten in ons land zijn Revinien-kwartsiet, afkomstig uit de Ardennen en Rapakivi-graniet van de Olandseilanden. Het behoeft wel geen nader betoog, dat de aanwezigheid van de gidsgesteenten een belangrijke aanwijzing is voor de aard van een afzetting. Wat de fossielen betreft kan vermeld worden, dat vooral de noordelijke sedimentaire gesteenten hier rijk aan zijn en het verwekt geen verwondering dat zij sterk de aandacht hebben getrokken (Kruizinga, 1918; Schuyf & Boelens, 1949). Ook de grindrijke afzettingen in oostelijk Nederland zijn vrij rijk aan fossielen (zie b.v. Bernink, 1926; Krul, 1954) hetgeen de oorzaak is dat in dit gebied reeds tientallen jaren stenen verzameld worden. Onlangs heeft Anderson (1953) getracht aan te geven in welke onderlinge verhouding in Twente de verschillende fossielen voorkomen. De belangstelling voor de fossielen is dus sinds vele jaren levend, terwijl de door het onderzoek hiervan verkregen gegevens belangrijke aanwijzingen omtrent de herkomst van het materiaal hebben verstrekt.

Oostingh (1921) maakte een uitvoerige literatuurstudie van de verbreiding van de niet-glaciale zwerfstenen in ons land en bewerkte ook het in de musea aanwezige materiaal. Hij verrichte echter geen veldwerk. Kurtz (1913, 1928) daarentegen bezocht de ontsluitingen en heeft in enige delen van Duitsland uitgebreide onderzoekingen aan de hand van gidsgesteenten verricht. Bij dit onderzoek werden de gesteenten meestal in het veld gedetermineerd. Dit houdt in dat geen microscopisch werk verricht werd maar dat de aard van het gesteente door middel van het blote oog of de loupe bepaald werd. Deze werkwijze om gesteenten te onderscheiden is voor verschillende vakgeologen de aanleiding geweest om de juistheid van deze wijze van determinatie, in het bijzonder die van de kristallijne gesteenten, in twijfel te trekken.

Van de kristallijne gesteenten zijn vooral die van noordelijke herkomst onderzocht waarbij belangrijke successen werden geboekt. Veelal wordt een bepaalde verhoudingsformule gehanteerd en bekend zijn de methoden van Hesemann (1934) en Milthers (1934). De Waard (1949) heeft uitvoerig over deze methoden en eigen onderzoek geschreven. Daar van de granieten in doorsnee slechts 10% en van de porfieren 21% als typische gesteenten te herkennen zijn, is het volgens laatstgenoemde auteur noodzakelijk minstens 100 granieten en porfieren op een plek te verzamelen. De gesteenten of scherven ervan werden door de Waard in het laboratorium zoveel mogelijk microscopisch onderzocht. Hij acht 10 of 12 gedetermineerde stenen net voldoende om een globale formule volgens Hesemann, zonder al te grote fouten, samen te stellen. Faber (1950) kan hem hierin niet volgen en acht dit aantal veel te gering. Ook kan als bezwaar aangevoerd worden, dat de herkomst van een bepaalde steen in de regel niet met absolute zekerheid aan te geven is (Faber, 1950; Kummerow, 1951). Verder bevat keileem betrekkelijk weinig stenen en reeds het verzamelen hieruit van minstens 100 granieten en porfieren is ondoenlijk of een uiterst tijdrovend werk. Vaak worden daarom geen stenen uit de keileem, doch uit fluvioglaciale afzettingen in het onderzoek betrokken. Ook zijn wel los op de akkers liggende stenen voor dit doel verzameld. Tenslotte — en dit geldt voor vrijwel alle gidsgesteenten — is een groot nadeel, dat de minimale grootte van het te onderzoeken materiaal ongeveer 20 mm is.

De Waard (1949) onderzocht bij een monster de componenten van 6—50 mm en die groter dan 50 mm. Hij merkte hierbij belangrijke verschillen in samenstelling tussen beide fracties op. Fijner glaciaal materiaal (zand van 0,5-1 mm) werd door Dreimanis (1939) bewerkt. Het grote voordeel van het bewerken van deze fijne bestanddelen is, dat ook materiaal van boringen in het onderzoek betrokken kan worden.

De meeste onderzoekers van grove rivieraf-

zettingen zijn voorstanders van een zeer gefractioneerd onderzoek. Deze werkwijze brengt veel nadelen met zich mede. Een van de belangrijkste is wel, dat het bij één monster te behandelen aantal deeltjes met de toename van het aantal fracties steeds groter wordt. Voorts is een grote hoeveelheid gegevens per monster moeilijk te overzien en levert bezwaren op bij de bewerking. De fractiegrenzen zijn door vrijwel alle onderzoekers verschillend gekozen. Sommige ervan zijn vrij willekeurig (zie fig. 2). Szadeczky-

het gemakkelijkst verzameld wordt.

Het verdient aanbeveling om de deeltjes groter dan 20 mm in het veld te determineren (Doeglas, 1952) en de twijfelgevallen voor laboratoriumonderzoek mede te nemen. De deeltjes < 4 mm kunnen in ieder geval niet meer in het veld bewerkt worden daar voor minstens een aantal ervan een bestudering onder de binoculair noodzakelijk is (van Straaten, 1946).

Meestal worden de partikels geteld, hetgeen volgens Zeuner (1933) in verband met de vorm

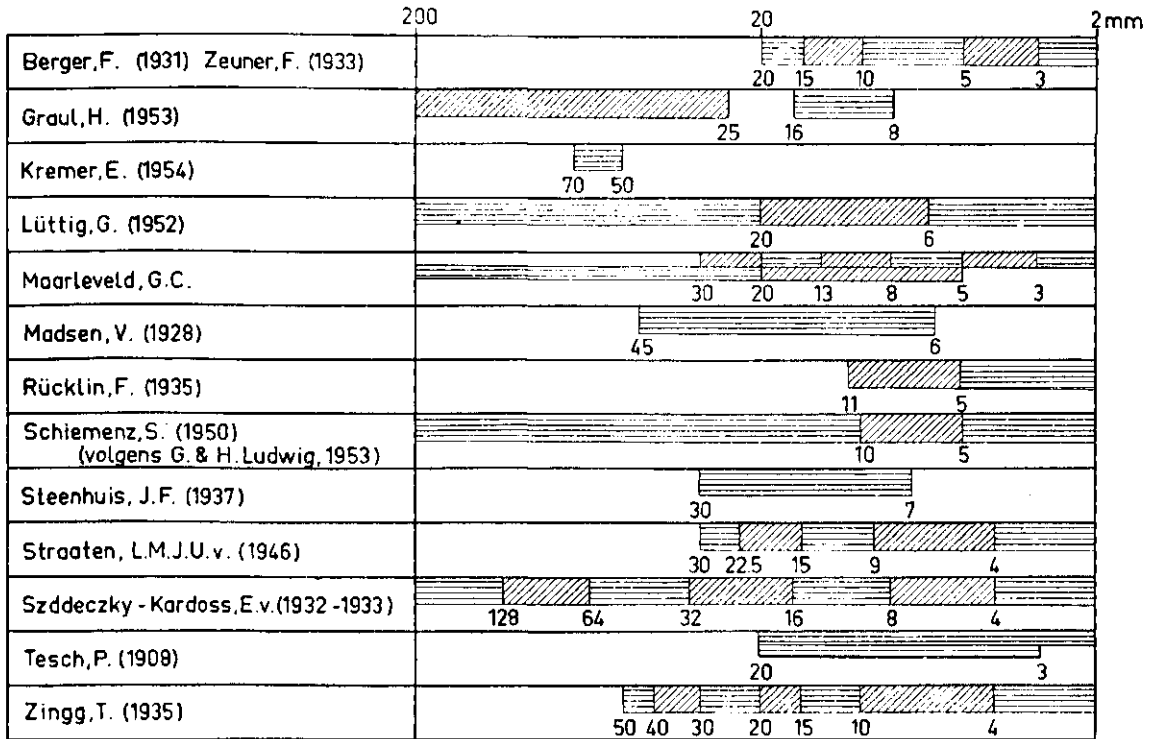


FIG. 2. De indeling in fracties van het materiaal van 2—200 mm door verschillende onderzoekers.  
*Classification into fractions of the material from 2—200 mm by several investigators.*

Kardoss (1932-1933) heeft de grenzen zo genomen, dat de kleinste maat van één fractie de helft kleiner is dan de grootste. Door de schrijver werden enige monsters gefractioneerd onderzocht, waarbij de afmeting van de benedengrens van één fractie zo gekozen werd, dat deze ongeveer 1,5 maal kleiner was dan de bovengrens.

Cailleux (1943) mat de grootste lengte van de partikels en gaf op deze wijze de grootte van de deeltjes aan. Het zeven is echter minder tijdrovend en gebeurt meestal ter plaatse. Deeltjes groter dan 30 mm kunnen volgens Krumbein & Sloss (1951) echter moeilijk meer gezeefd worden. Verder moeten vochtige deeltjes < 5 mm onder water gezeefd worden. Uit het bovenstaande blijkt dus, dat het materiaal van 5—30 mm

van de deeltjes voordelen biedt. Zo treden door de variaties in vorm gewichtsverschillen op, terwijl tevens het soortelijk gewicht varieert. Belangrijke verschillen tussen het gewichtspercentage en het percentage van het aantal komen echter blijkens de door Zeuner (1933) en Zingg (1935) gepubliceerde gegevens niet voor.

Het aantal soorten of groepen van gesteenten, dat bij de tellingen wordt onderscheiden, is zeer verschillend en vrijwel iedere onderzoeker noteert andere soorten. Toch zijn er enige componenten die zeer vaak genoemd worden. De voornaamste ervan zijn kwarts en vuursteen. Sommige onderzoekers noteerden alle soorten. Ook van Straaten (1946) deed dit, doch zijn monsters blijken in hoofdzaak uit kwarts, gerolde vuursteen, niet-

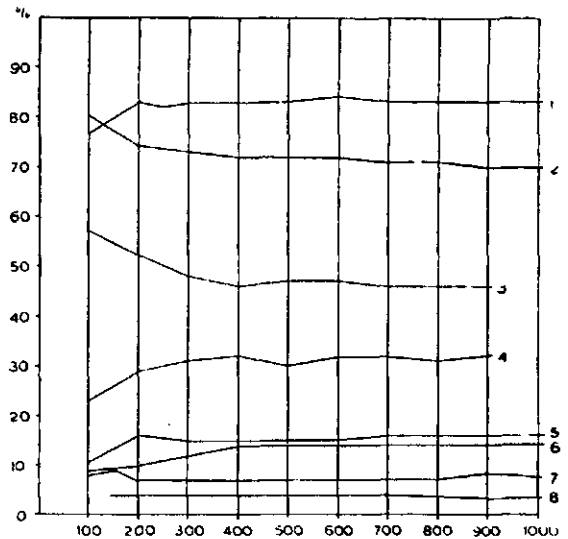
gerolde vuursteen en de zandsteengroep (zandsteen, kwartsiet, arkose) te bestaan.

Hierboven werd er reeds op gewezen, dat het maken van een gefractioneerde analyse tijdrovend is. Van Straaten (1946) rekent dat 1 persoon voor de behandeling van 1 monster (6 fracties) ongeveer  $\frac{4}{5}$  dag nodig heeft.

Soms worden van de onderzochte bestanddelen de hoeveelheden in percentages opgegeven. Dikwijls worden verhoudings-getallen gebruikt, zoals onder meer door Madsen (1928) en van Straaten (1946). Volgens de methode Zeuner (1933) worden de uitkomsten omgerekend op een constante kwartshoeveelheid. Zeer terecht merkt Doeglas (1952) op, dat bij dergelijke berekeningen de schommelingen in het gehalte van kwarts niet meer te overzien zijn. Het beeld van de werkelijke samenstelling gaat er dus door verloren. Doeglas (1952) stelt verder voor om van de accessorische bestanddelen de onderlinge verhouding op te geven. Ontegenzeggelijk kunnen hiervan goede resultaten verwacht worden, doch de hiervoor benodigde hoeveelheid grind is bij verschillende afzettingen zo groot, dat deze methode niet bruikbaar is voor het materiaal dat bij boringen ter beschikking komt.

In verschillende publicaties werd reeds uitvoerig over het aantal te tellen deeltjes geschreven (van Andel, 1950; Baak, 1936; Muller, 1943; van Straaten, 1946) en wij willen hier dan ook slechts zeer in het kort op ingaan. Edelman en zijn leerlingen achten, evenals Frei (1912), de nauwkeurigheid van 100 getelde deeltjes per monster voldoende. Een zwaarwegend argument voor dit aantal is, dat de grotere nauwkeurigheid die bereikt wordt door b.v. 1000 korrels te tellen niet opweegt tegen het extra werk dat hiervoor verricht moet worden. Evenwel is bij het grindonderzoek verschillende malen gepleit voor het tellen van 1000 partikels per monster (Berger, 1931; van Straaten, 1946; Zeuner, 1933). Afgezien van het vele werk is het een zeer groot nadeel van dit grote aantal dat het uit boringen verkregen grove materiaal niet gebruikt kan worden. Van Andel (1950) vermeldt dat het volgens Dryden (1931) niet veel zin heeft om meer dan 300 deeltjes te tellen daar bij grotere hoeveel-

heden de nauwkeurigheid vrijwel niet toeneemt. Experimenteel is dit eigenlijk ook door van Straaten (1946) aangetoond. In fig. 3 zijn enige voorbeelden gegeven.



1. kwarts, locatie Filipsberg  
*quartz, location Filipsberg*
2. zirkoon, volgens gegevens van Muller (1943)  
*zircon, according to Muller (1943)*
3. z. groep, locatie Caberg (volgens van Straaten, 1946)  
*z. group, location Caberg (according to van Straaten, 1946)*
4. kwarts, locatie Caberg (volgens van Straaten, 1946)  
*quartz, location Caberg (according to van Straaten, 1946)*
5. Ti-mineralen, volgens gegevens van Muller (1943)  
*Ti-minerals, according to data of Muller (1943)*
6. toermalijn, volgens gegevens van Muller (1943)  
*tourmaline, according to data of Muller (1943)*
7. restgroep, locatie Filipsberg  
*group of other components, location Filipsberg*
8. restgroep, locatie Gronsveld (volgens van Straaten, 1946)  
*group of other components, location Gronsveld (according to van Straaten, 1946)*

0—1000 = aantal bewerkte deeltjes  
*number of particles*

FIG. 3. Het verband tussen het aantal bewerkte deeltjes en de afwijking van de werkelijke samenstelling.  
*Connection between the number of particles examined and deviation of the actual composition.*

## HOOFDSTUK III

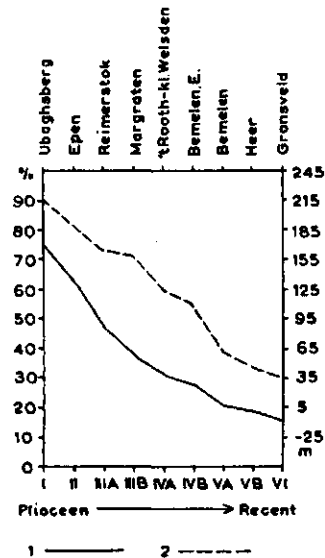
## FACTOREN DIE DE SAMENSTELLING BEINVLOEDEN

De samenstelling van het door de rivier vervoerde materiaal wordt in de eerste plaats bepaald door de verschillende gesteenten die de rivier aansnijdt en door hetgeen onder invloed van de zwaartekracht, enz. in de rivier terecht komt. De toestand waarin de gesteenten van het gebied van herkomst voorkomen is daarbij van groot belang. Zijn de gesteenten b.v. sterk chemisch verweerd dan zijn de weinig resistente gesteenten en mineralen geheel of gedeeltelijk verdwenen. De kwartsen kunnen dan zeer sterk op de voorgrond treden. Wordt een gebied, waar een dikke verweringslaag aanwezig is, door een rivier aangesneden, dan kan dus zeer kwartsrijk materiaal vervoerd worden. Wanneer de verweerde laag echter doorsneden is komt fris gesteente met het water in aanraking en men kan zich voorstellen dat hierdoor het aantal vervoerde kwartsen op de duur steeds minder wordt. Waarschijnlijk moet het fraaie voorbeeld dat van Straaten (1946) gaf van de afname van het kwartspercentage bij de Maas-sedimenten op deze wijze verklaard worden (fig. 4).

Niet alleen de verweringsgraad van het gesteente in het gebied van herkomst, doch ook de wijze waarop het gesteente voorkomt is voor de samenstelling van de sedimenten van belang. Zo verschijnt kwarts vaak als dunne aders en wordt, ten dele daardoor, bij de grovere bestanddelen minder veelvuldig dan bij de fijnere aangetroffen (fig. 5).

Grind bestaat uit gesteenten en mineralen. In het algemeen blijkt, dat de hoeveelheid gesteenten afhankelijk is van de korrelgrootte en dat het aantal mineralen bij het fijner worden van het materiaal toeneemt. Fig. 6 geeft enkele voorbeelden van het voorkomen van gesteenten bij Nederlandse grindtypen waaruit blijkt, dat de hier genoemde gesteenten bij een grootte die de 30 mm overschrijdt een maximale frequentie bezitten.

De grootte van de steen bij het begin van het transport wordt sterk bepaald door de in het moedergesteente aanwezige breuken. In verband hiermede schrijft van Straaten (1946) het relatief

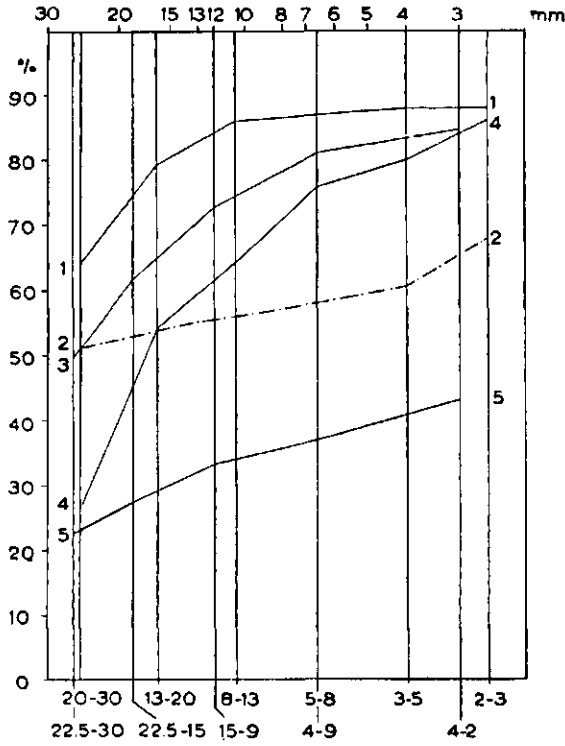


1. gemiddelde van de kwartspercentages van de fracties van 22,5—30 en 15—22,5 mm (de lokale componenten zijn buiten beschouwing gelaten)  
*mean of the quartzpercentages of the fractions of 22,5—30 and 15—22,5 mm (local components are not accounted for)*
2. hoogte van de basis van de terrasgronden in m + N.A.P.  
*(height of the base of the terrace-pebbles in metres above sea level)*

FIG. 4. Profiel door de terrassen van Zuid-Limburg, volgens van Straaten (1946).  
*Cross-section of the terraces of Southern Limburg, according to van Straaten (1946).*

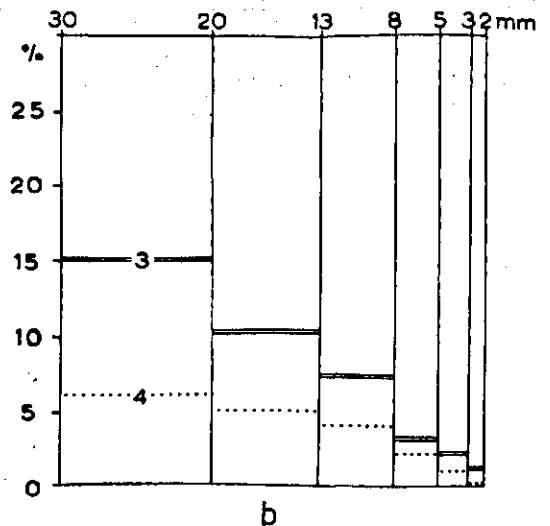
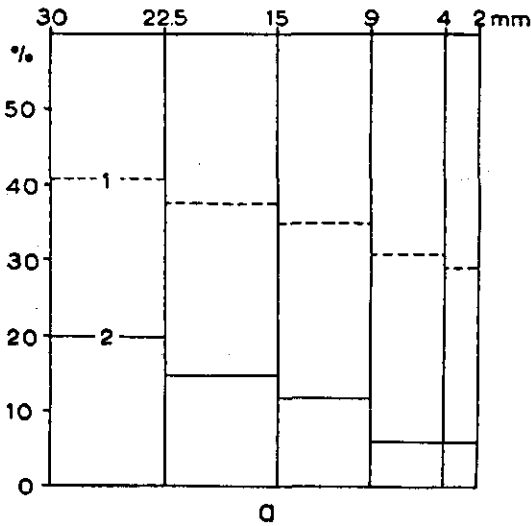
dikwijls voorkomen van grote Burnot-conglomeraten toe aan het wijd uiteenliggen van de diaklazen bij dit gesteente in het gebied van herkomst. Ongetwijfeld zal dus de grootte waarbij een gesteente het veelvuldigst voorkomt voor een zeer belangrijk deel afhankelijk zijn van de afmeting van het materiaal bij de aanvang van het transport.

Grote invloed heeft verder het relief op de maximale grootte van het vervoerde materiaal. Szadeczky-Kardoss (1932/1933) heeft hiervan enige voorbeelden gegeven. Zo bezit in een be-



1. Kaolienzand (Sylt)  
*Kaolin sand (Silt)*  
 2. het zeer weinig porfierbevattende Rijntype (kwartshoudend subtype)  
*type of the Rhine containing very little porphyry (quartz containing subtype)*  
 3. plioceen Maas-materiaal  
*pliocene material of the Meuse*  
 4. type Noord-Nederland  
*type Northern-Netherlands*  
 5. Maas-type IV B  
*type of the Meuse IV B*  
 Pliocceen Maas-materiaal en type IV B volgens gegevens van van Straaten (1916).  
*Pliocene material of the Meuse and type IV B according to data of van Straaten (1916).*

FIG. 5. Het verband tussen de korrelgrootte en het kwartzpercentage (20-30, etc. = fracties, waarvan de gemiddelde korrelgrootte in mm is aangegeven).  
*Connection between size of particles and the percentage of quartz (20-30, etc. = fractions of which the mean size of the particles in mm has been given).*



1. zandsteen en kwartsiet  
*sandstone and quartzite*  
 2. niet-gerolde vuursteen  
*non-rounded flint*  
 3. lydië/radiolariet  
*lydite and radiolarite*  
 4. porfier  
*porphyry*  
 a. Maasgrind, type III (volgens van Straaten, 1916)  
*pebble of the Meuse, type III according to van Straaten, 1916*  
 b. type Noord-Nederland  
*type Northern-Netherlands*

FIG. 6. Het verband tussen de korrelgrootte en de aanwezigheid van verschillende gesteenten.  
*Connection between size of particles and presence of different rocks.*

paald gebied amphiboliet een in verhouding geringe maximale korrelgrootte en het gesteente bleek afkomstig te zijn uit een vlakke streek. Gneis en graniet hebben in hetzelfde gebied een hoge maximale korrelgrootte en stammen dan ook uit een streek met veel relief.

De snelheid van het transport is niet alleen afhankelijk van de grootte van het materiaal en het aanwezige relief, doch tevens van de vorm van de stenen. Bolvormige stenen worden dan ook sneller in beweging gebracht dan platte (Zingg, 1935). Afgeronde stenen blijken sneller verplaatst te worden dan hoekige en hierdoor kan het percentage van zeer hoekige stenen plaatselijk hoog zijn (Szadeczky-Kardoss, 1934). Verder spelen bij het transport nog de diepte en het soortelijk gewicht van het water, het soortelijk gewicht van het getransporteerde materiaal en de aard van de rivierbodem een rol (Wentworth, 1919; Zing, 1935).

Aan de afslijping gedurende het vervoer is door veel onderzoekers aandacht besteed. De gegevens hierover lopen volgens Szadeczky-Kardoss (1932-1933) echter sterk uiteen. Wel blijkt, dat bij de ene gesteentesoort deze processen veel sterker werken dan bij de andere, terwijl bovendien ook bij één bepaald gesteente nog belangrijke verschillen optreden. Zo bleek uit de proeven van Wentworth (1919) dat graniet tienmaal resistenter was dan een bepaalde soort kalksteen. Bij de kalkstenen onderling bleken echter de verschillen dezelfde orde van grootte te bezitten. Hieruit blijkt wel hoe voorzichtig gegevens over de afslijping gehanteerd moeten worden. Desalniettemin hebben onderstaande gegevens, die de afstand aangeven welke een gesteente af moet leggen om tot de helft van het volume verkleind te worden, zeker waarde.

Mergelkalk	30 km
Dolomiet	100—150 "
Kwarts	150 "
Amfiboliet	200—250 "

TABEL 1. De afstand waarover een gesteente getransporteerd moet worden om tot de helft van het volume te worden verkleind (volgens gegevens van Heim, v. Hohenburgen en Sternberg, verzameld door Szadeczky-Kardoss, 1932-1933).

Het was aan Penck (1894) door een onderzoek van Daubrée reeds bekend, dat hoekige stenen bij de aanvang van het transport zeer snel worden afgerond en dat in dit traject het grootste gewichtsverlies ten opzichte van de afstand optreedt. Bijzondere aandacht verdienen de waarnemingen die volgens Barrell (1925) door Erdmann in 1879 zijn vermeld. Hierbij valt de sterkere slijtage gedurende het begin van het transport op (zie tabel 2).

Ook moet volgens Wentworth (1922) de

Gesteente-soort	Transportafstand in km		Gem. gewicht bij begin v/h transport in g.
	13.54	6.88	
Graniet	0.30	0.42	36.54
Orthoceras-kalksteen	1.29	1.83	61.22
Korrelige kalksteen	0.92	1.43	40.01
Rätische zandsteen	5.85	7.38	40.48

TABEL 2. Het verlies in gewichtspercenten per km van enige gesteentefragmenten na diverse transportafstanden en het gemiddelde gewicht van een steen bij de aanvang van het transport.

invloed van de grootte van het materiaal zeer belangrijk zijn. Zo is volgens deze onderzoeker het traject, dat afgelegd moet worden om kleine stenen tot de helft te verkleinen veel groter dan de afstand die grote stenen hiervoor nodig hebben. Wentworth (1922) vermeldt verder nog, dat Russell Fork-kwartsiet ongeveer 650 km getransporteerd moet worden om van 50 g tot 0,5 g gereduceerd te worden.

Daar experimenteel uitgemaakt is, dat de hardheid van gangkwarts driemaal groter is dan die van Russell Fork-kwartsiet, zal de afstand, nodig om een stuk kwarts met een gewicht van 50 g tot 0,5 g te verminderen, ongeveer 2000 km zijn. Dit betreft dus met andere woorden kwartsen met middellijnen van resp. ongeveer 34 mm en 7 mm. Voor kleiner materiaal moet, zoals hierboven reeds vermeld werd, volgens Wentworth de afstand nog veel groter zijn. Onderzoekingen in verband met de afronding van gesteenten vermelden gelijklopende resultaten. Zo werd aangetoond, dat de sterkste afronding bij het begin van het transport en wel over een kleine afstand plaats vindt (Cailleux, 1952; Poser & Hövermann, 1952).

Mogelijk zijn deze werkingen bij de aanvang van het transport de belangrijkste oorzaak van de zeer sterke kwartsstename die Berger (1931) en Zeuner (1933) in stroomafwaartse richting vonden (fig. 7). Dat een kwartsstename in deze

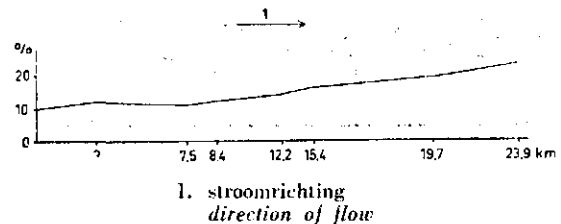


FIG. 7. De toename van het kwartspercentage in stroomafwaartse richting bij grind van 10 mm lengte. Voorbeeld uit het Bieleetal volgens gegevens van Berger (1931).

*Increase of the quartzpercentage in downstream direction for pebble with a length of 10 mm. Example from the Bieleetal according to data of Berger (1931).*

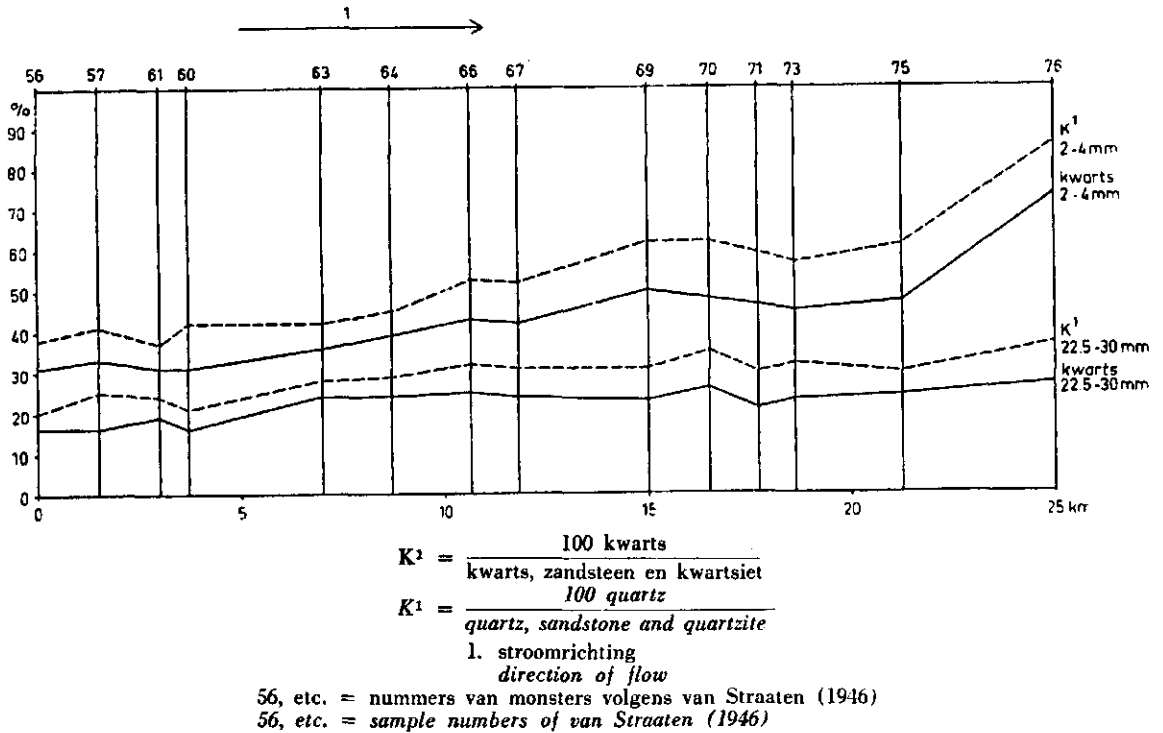


FIG. 8. De toename van het kwartspercentage in stroomafwaartse richting bij het Niveau van St Geertruid (volgens gegevens van van Straaten, 1946).  
 Increase of the quartzpercentage in downstream direction of the terrace of St Geertruid (according to data of van Straaten, 1946).

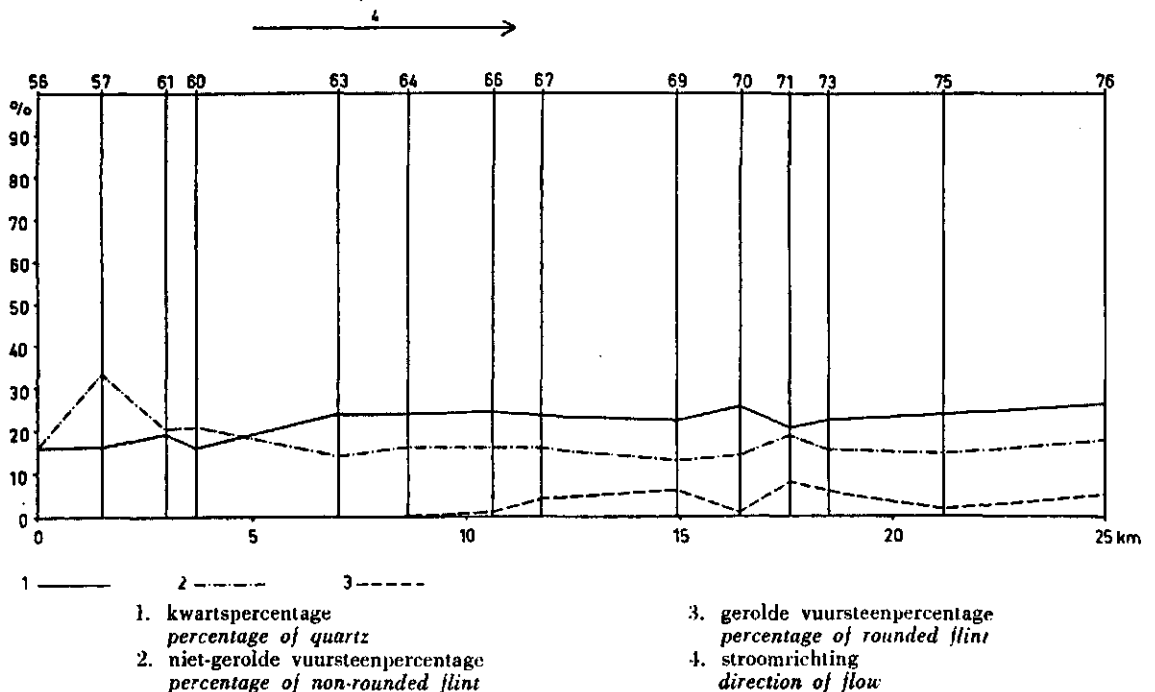


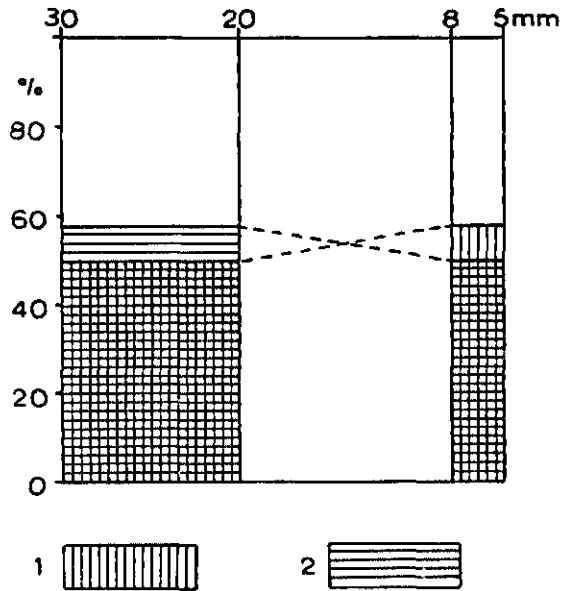
FIG. 9. De verandering in samenstelling bij rolstenen (22,5—30 mm) van het Niveau van St Geertruid in stroomafwaartse richting (volgens monsters no. 56, etc. van van Straaten, 1946).  
 Change in composition of pebble (22,5—30 mm) of the terrace of St Geertruid in downstream direction (according to samples of van Straaten, 1946).



richting niet steeds belangrijk is volgt duidelijk uit de publicatie van Zingg (1935). Deze onderzoeker vond bij een transportafstand van ruim 40 km geen noemenswaard verschil. Van Straaten (1946) meent voor Zd-Limburg, dat de toename van kwarts in stroomafwaartse richting (zie fig. 8) verklaard moet worden door de opname van reeds in vroegere tijden gesedimenteerd kwartsrijk materiaal. Het is verder een feit, dat bij het Maasmateriaal de vermeerdering van kwarts niet samengaat met die van andere vrijwel evenresistente gesteenten (fig. 9).

Dat bij het transport naast de afslijping, vergruizing en splijting een belangrijke rol spelen kan niet ontkend worden. Dit behoeft echter niet steeds aanleiding tot een toename van het kwartspercentage te zijn. Dit hangt onder meer af van de aard van de niet-kwartsen, zoals de aanwezigheid van kwartsaders bij de kwartsieten en zandstenen en van de wijze waarop de niet-kwartsen uiteenvallen. We willen echter de toename van kwarts door de hierboven vermelde factoren bij het transport niet geheel ontkennen en achten het mogelijk, dat genoemde processen bij enige Rijnafzettingen een rol spelen (zie fig. 27).

Na hetgeen in het bovenstaande geschreven is over de factoren die de samenstelling beïnvloeden, moet nog een ogenblik stilgestaan worden bij de veranderingen die na de sedimentatie op kunnen treden. We bedoelen hiermede de wijziging in samenstelling die vooral in de bovenste meters van een afzetting kan ontstaan. Een bekend voorbeeld is de ontkalking. Diep verweerde keileem bevat dan ook geen kalksteen meer. Tevens kunnen grovere stenen door verwerking in kleinere deeltjes uiteenvallen en dit is wel de oorzaak, dat de fijnere fracties in zo'n geval een bijzonder



1. onverweerd materiaal, locatie Schwanenhaus (D.)  
*unweathered material, location Schwanenhaus (G.)*
  2. verweerd materiaal, locatie Bracht (D.)  
*weathered material, location Bracht (G.)*
- 5-8, 20-30 = grootte van het materiaal  
*size of the pebble*

FIG. 10. Voorbeeld van het verschil in kwartspercentage tussen verweerd en onverweerd materiaal.  
*Example of the difference of quartzpercentages between weathered and unweathered material.*

hoog percentage niet-kwartsen bevatten. Fig. 10 geeft hiervan een voorbeeld.

Uit het bovenstaande kan tenslotte de conclusie getrokken worden, dat zeer vele factoren de samenstelling beïnvloeden en dat het vrijwel ondoenlijk is alle te herkennen.

## HOOFDSTUK IV

DE BIJ HET STENEN- EN GRINDONDERZOEK  
ONDSCHIEDEN COMPONENTEN

## § 1. KWARTSGROEP

Van vele afzettingen vormt kwarts een zeer belangrijk bestanddeel en aan deze component is dan ook door verschillende onderzoekers bijzondere aandacht besteed (Tesch, 1908; Steenhuis, 1937; van Straaten, 1946; Zeuner, 1933). Deze belangstelling heeft kwarts mede te danken aan het feit, dat de oudere afzettingen veelal rijker aan deze component zijn dan de jongere. Hierop werd reeds in hoofdstuk III nader ingegaan.

De herkenning van kwarts levert in het algemeen weinig moeilijkheden op. Bij het Kaolienzand en de hierop gelijkende afzettingen komen echter gevallen voor waarbij het niet geheel duidelijk is of een deeltje tot kwarts of tot kwartsiet gerekend moet worden. Hetzelfde verschijnsel merkte van Straaten (1946) bij de oud-pleistocene Maasgrinden op. Een belangrijke oorzaak hiervan is de aggregaatstructuur van een groot deel van de kwartsen (zie onderstaande tabel).

Korrelgrootte in mm	Aantal aggregatische kwarts per 100 kwartsen
20—30	63
13—20	58
8—13	49
5—8	43
3—5	40
2—3	34

TABEL 3. Aantal aggregatische kwarts ten opzichte van 100 kwartsen in Kaolienzand (vindplaats: Rotes Kliff, Syll).

Wanneer bij een op kwarts gelijkend deeltje geen donker plekje werd aangetroffen, werd het tot de kwartsen gerekend. De mogelijkheid bestaat dus dat kwartsieten, die uit zuivere kwarts-korreltjes zijn ontstaan, niet als zodanig herkend zijn en het is waarschijnlijk, dat hierdoor het kwartspercentage bij enige grinden te hoog is. Verder komt het voor, dat een gesteente sterk met kwarts dooraderd is. In zo'n geval werd, als

de hoeveelheid kwarts duidelijk meer dan de helft bedroeg de steen bij de kwartsen gevoegd.

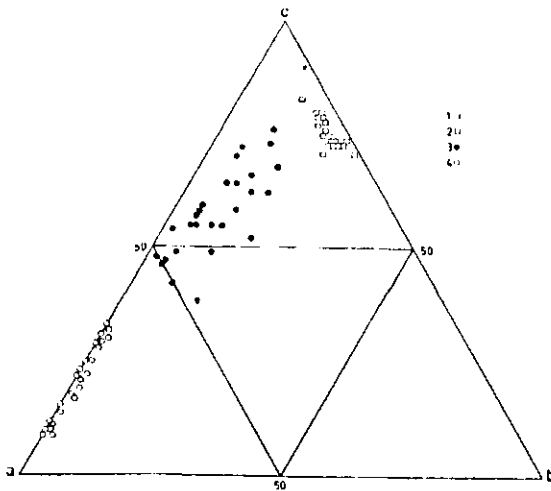
De variëteiten van kwarts zijn talrijk en moeilijk van elkaar te scheiden. Troebele, ondoorzichtige kwartsen met een meestal witte tot lichtgraauwe kleur staan bekend als melkkwartsen en komen in verschillende grinden zeer talrijk voor. Kleurloos-doorschijnende kwartsen zijn in weer andere grinden zeer algemeen, terwijl dan tevens blauwe en grijszwarte kwartsen regelmatig gevonden worden. Veel minder veelvuldig werden de kwartsen met rose of rode kleur gevonden. Zij nemen soms bij de fijnste grindfracties in aantal toe. Een zeer zeldzame verschijning is voorts amethyst, welke kwartsvariëteit slechts enkele malen werd aangetroffen.

Bedenkt men in hoe sterke mate kwarts bij vele zanden overheerst, dan verwekt het geen verwondering, dat door verschillende onderzoekers getracht werd ook bij de zanden kwartsvariëteiten te onderscheiden. Van Baren (1934) werkte met twee hoofdgroepen: de gekleurde en de ongekleurde kwarts. De laatste groep werd bovendien onderverdeeld en ondoorzichtige, grauw-witte kwartsen werden van de waterheldere kwartsen gescheiden.

Evenals van Baren onderzocht ook Koldewijn (1955) de kwartsen met een korrelgrootte van 0.05 tot 0.5 mm. Laatstgenoemde schrijver scheidde door middel van microscopisch onderzoek de aggregatische van de niet-aggregatische kwartsen. Verder werden door deze onderzoeker ook de rose kwartsen genoteerd. Lüttig (1952) onderzocht afzonderlijk de doorzichtige tot ondoorzichtige witte kwartsen, de waterheldere kwartsen en onder andere de kwartsen met een huidje van ijzer- of mangaanverbindingen.

Bij de grovere sedimenten werd, voor zover ons bekend, door de verschillende onderzoekers alleen het percentage van de gehele kwartsgroep opgegeven. Daar, zoals in dit hoofdstuk reeds vermeld werd, ook bij grind duidelijke verschillen voorkomen, bleek het de moeite te lonen om

enige aandacht aan de variëteiten te schenken. Dit komt zonder meer tot uitdrukking in fig. 11.



1. grind uit Kaolienzand  
*pebble from Kaolin sand*
2. grindtype Hellendoorn  
*type Hellendoorn*
3. grindtype Noord-Nederland  
*type Northern-Netherlands*
4. Rijngrind van de Veluwe  
*pebble of the Rhine (Veluwe)*
  - a. melkkwarts  
*milky quartz*
  - b. grijze, zwarte en blauwe kwarts  
*grey, black and blue quartz*
  - c. restkwarts  
*other quartz*

FIG. 11. De samenstelling van de kwartsgroep bij enige grindtypen (korrelgrootte 5—8 mm).  
*Composition of the quartz-group of some pebble types (size of particles 5—8 mm).*

Tussen de variëteiten komen echter zeer geleidelijke overgangen voor en dit is een zwaar wegend nadeel van het onderverdelen van de kwartsgroep. We hebben getracht de moeilijkheden te onderwerpen, door op een stuk karton enige deeltjes van de verschillende groepen te plakken en dit steeds ter controle te raadplegen. De Geologische Dienst te Haarlem en het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening te 's-Gravenhage bezitten voor het grindonderzoek soortgelijke voorbeelden en de tellingen blijken onderling hierdoor goed vergelijkbaar te zijn. Om de methode zo eenvoudig mogelijk te houden werd ervan afgezien de grijszwarte en de blauwe kwartsen afzonderlijk te noteren. Zij worden evenals de kleurloos-doorschijnende kwarts tot de kwarts-restgroep gerekend. Omtrent de grijszwarte en blauwe kwartsen dient overigens nog opgemerkt te worden, dat zij, vooral bij de fijne fracties, moeilijk van de kleurloos-doorschijnende kwarts te scheiden zijn, daar bij het kleiner worden van de deeltjes de kenmerken vervagen.

De blauwe en grijszwarte kwartsen kunnen voor een groot deel van Scandinavische origine zijn. Volgens Postelmann (1937) zou het gebied nabij Upsala en Smoland grote hoeveelheden geleverd hebben. Dat het merendeel van de blauwe en grijszwarte kwartsen van granieten en pegmatieten stammen is aannemelijk. Zo bleek, dat van de 100 deeltjes kwarts met een veldspaatfragment er 35 stuks waren waarbij kwarts een grijszwarte en blauwe kleur bezat.

Waterheldere kwarts is bij het grind >3 mm een zeldzame verschijning en het voorkomen ervan werd dan ook niet vermeld. Bij het fijner worden van de fracties neemt waterheldere kwarts sterk in aantal toe, welke toename gepaard gaat met een afname van de melkkwarts.

Tenslotte geeft fig. 12 een indruk omtrent de aanwezigheid van kwarts bij midden-pleistocene fluviaatiele afzettingen. Duidelijk komen de grote verschillen in kwartspercentages in diverse gebieden en tevens bij de onderzochte korrelgrootten tot uitdrukking.

## § 2. KRISTALLIJNE GROEP

Deze groep werd onderverdeeld in kwarts met een wit of grijs veldspaatfragment, witte tot grijze veldspaat, rode veldspaat, porfier en restgroep.

Kwarts met een wit of grijs veldspaatfragment is bij goed gereinigd grind gemakkelijk te herkennen. Bij vuil grind kunnen licht vergissingen voorkomen daar kleine holten van de kwarts-korrels met leem gevuld kunnen zijn. Het gedeelte van de korrel dat uit kwarts bestaat is kleurloos-doorschijnend, grijszwart of blauw. Witte kwartsen met veldspaatstukjes werden niet gevonden.

De witte tot grijze veldspaten worden herkend aan de meestal platte vlakken die bij een bepaalde licht-inval een zijde-achtige glans vertonen waardoor ze van de kwartsen te scheiden zijn. Deze veldspaten worden het veelvuldigst aangetroffen in de zeer kwartsrijke zanden die een hoog percentage vrij heldere kwarts bezitten, zoals Kaolienzand en de hierop gelijkende sedimenten in Noordwest-Duitsland en Noord-Nederland. De herkomst van een groot deel van deze bestanddelen moet dan ook in Scandinavië gezocht worden.

Rode veldspaat vinden we in het bijzonder bij de kwartsarme grinden, die veel bontgekleurde kristallijne componenten, zoals graniet, bevatten. De herkenning levert geen moeilijkheden op. Deze veldspaten komen evenals de witte tot grijze veldspaten het veelvuldigst in de fijnere fracties voor. Deeltjes groter dan 8 mm werden weinig aangetroffen. Rode veldspaat is het talrijkst in de grijze keileem. Overal waar een glaciale invloed merkbaar is, gaat dit gepaard met het voorkomen

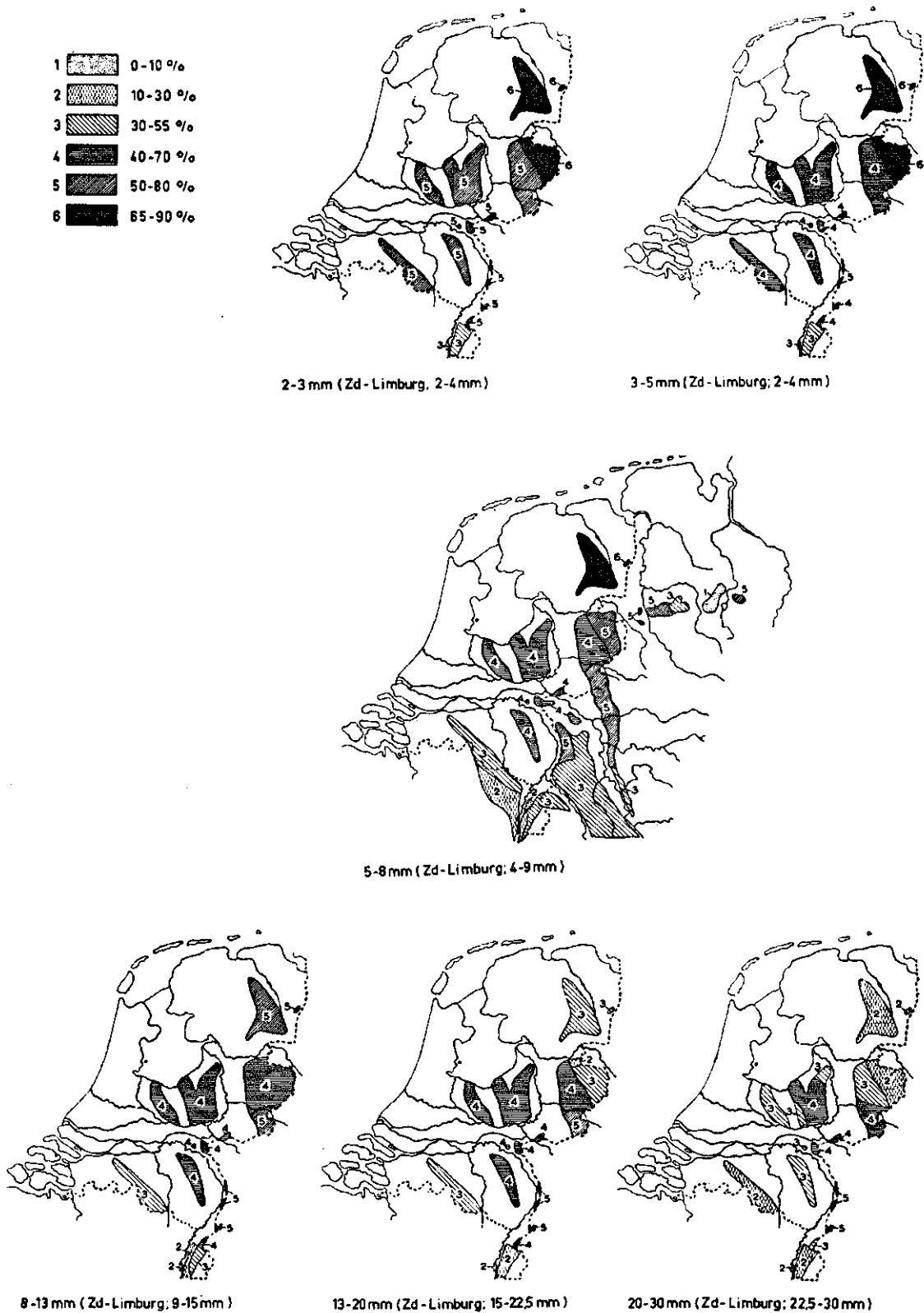


FIG. 12. De invloed van de korrelgrootte bij de nabij de oppervlakte gelegen midden-pleistocene fluviaatiele afzettingen (in Gelderland en Salland zijn de oostelijke afzettingen weggelaten).

#### KWARTS

*Influence of the size of quartz particles in the fluvial sediments from the Middle Pleistocene (the sediments of the Middle German rivers have been omitted in Guelders and Salland).*

van rode veldspaat en de meeste rode veldspaat moet dan ook van noordelijke oorsprong zijn. Dit houdt niet in, dat uit de aanwezigheid van rode veldspaat een glaciële invloed geconcludeerd mag worden. Zo werd b.v. rode veldspaat in het Hoofdterras nabij Venlo gevonden, waar de ligging van dit terras reeds een bewijs is, dat hier van glaciële invloed geen sprake is.

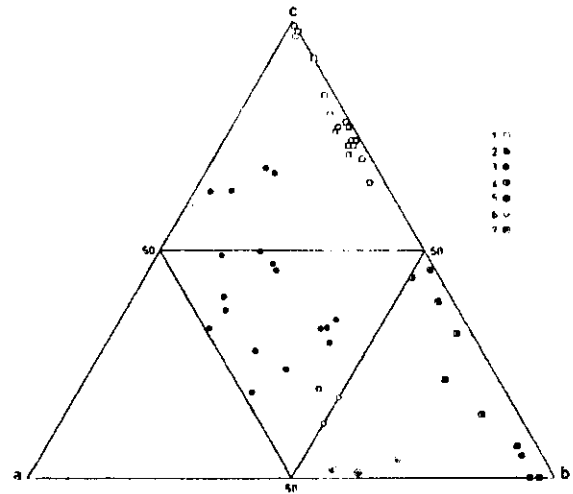
Porfier werd aan de hand van de structuur onderscheiden. Bepalend is de duidelijke aanwezigheid van fenokristen. Bij veel porfieren werd een fluidale structuur opgemerkt. Porfier komt weliswaar in vrijwel alle midden-pleistocene grinden voor, doch de hoeveelheid geeft belangrijke aanwijzingen omtrent de ouderdom van de Rijn- en Maasafzettingen. Hoewel porfieren zeer belangrijke gidsgesteenten kunnen zijn (Kurtz, 1926) werd vanwege de geringe afmeting (meestal 5—8 mm) van de onderzochte deeltjes, niet getracht het gesteente onder te verdelen.

De overige kristallijne bestanddelen werden bij de kristallijne restgroep ondergebracht. Deze groep bestaat veelal uit graniet en kwarts met een rood veldspaatdeeltje. In fig. 13 is de verhouding tussen porfier, kwarts met wit veldspaatdeeltje + witte tot grijze veldspaat en de kristallijne restgroep (ook rode veldspaat werd hiertoe gerekend) aangegeven. Uit deze fig. blijkt duidelijk hoezeer het voorkomen van de kristallijne restgroep tezamen met rode veldspaat aan de zuivere glaciële afzettingen gebonden zijn.

### § 3. VUURSTEENGROEP

De vuurstenen worden gescheiden in niet-gerolde en gerolde exemplaren. De niet-gerolde vuursteen wordt herkend aan het glanzende oppervlak, de schelpvormige tot splinterige breuk en de dikwijls grillige vorm. Het voorkomen van de niet-gerolde vuursteen in de verschillende fracties en gebieden wordt in fig. 14 tot uitdrukking gebracht. De belangrijkste herkomstgebieden van deze vuursteen zijn het Oostzegebied en het Limburgse Krijtgebied. De niet-gerolde vuurstenen omvatten dus zowel noordelijke als zuidelijke exemplaren. Het is niet eenvoudig, zo niet onmogelijk om van iedere vuursteen de herkomst te bepalen. We hebben de indruk gekregen, dat de zuidelijke niet-gerolde vuurstenen dikwijls ondoorzichtig en zeer arm aan fossielen zijn. Noordelijke vuurstenen zijn daarentegen rijk aan bryozoën en dikwijls doorzichtig.

Gerolde vuursteen bestaat ogenschijnlijk uit hetzelfde materiaal als de niet-gerolde vuursteen. De vorm van dit vuursteentype is zo duidelijk, dat verwarring met niet-gerolde exemplaren niet voorkomt (Oostingh, 1921; van Straaten, 1946). De gerolde vuursteen is rond tot ellipsvormig,



1. grind uit Kaolienzand  
*pebble from Kaolin sand*
2. grindtype Hellendoorn  
*type Hellendoorn*
3. grindtype Noord-Nederland  
*type Northern-Netherlands*
4. het kwartshoudende en kwartsrijke grindtype met bestanddelen van de kristallijne restgroep (het geen of zeer weinig lydite/radiolarietbevattende subtype met weinig melkkwarts)  
*quartz containing and rich in quartz type of pebble with components of the group of other crystalline pebble (the no or very little lydite-radiolarite containing subtype with little milky quartz)*
5. grind uit grijze Riss-keileem  
*pebble from grey Riss boulder clay*
6. Rijngrind van de Veluwe (vermoedelijk onzuiver)  
*pebble of the Rhine from the Veluwe (presumably impure)*
7. grind uit het Middelterras van de Weser  
*pebble from the Middle Terrace of the Weser*
- a. porfier  
*porphyry*
- b. kristallijne restgroep  
*group of other crystalline pebble*
- c. kwarts met wit veldspaatdeeltje en witte tot grijze veldspaat  
*quartz with white part of feldspar and white to grey feldspar*

FIG. 13. De samenstelling van de kristallijne bestanddelen van enige grindtypen (korrelgrootte 5—8 mm).

*Composition of crystalline components of some types of pebble (size of particles 5—8 mm).*

bezit geen holt en is meestal blauwgrijs van kleur. Oostingh (1921) beschouwde deze vuursteen als een zwerfsteen van zuidelijke herkomst. Dit is echter niet geheel juist daar tussen de glaciële grinden van Noordwest-Duitsland zich ook gerolde vuurstenen bevinden. Ze zijn hier echter zeldzaam (op 100 vuurstenen slechts 1 gerold exemplaar) en worden alleen bij grof materiaal aangetroffen. Exemplaren met concentrische ringen — de z.g. vuursteen-achaten (van der Lijn, 1935) — werden in Noordwest-Duitsland niet

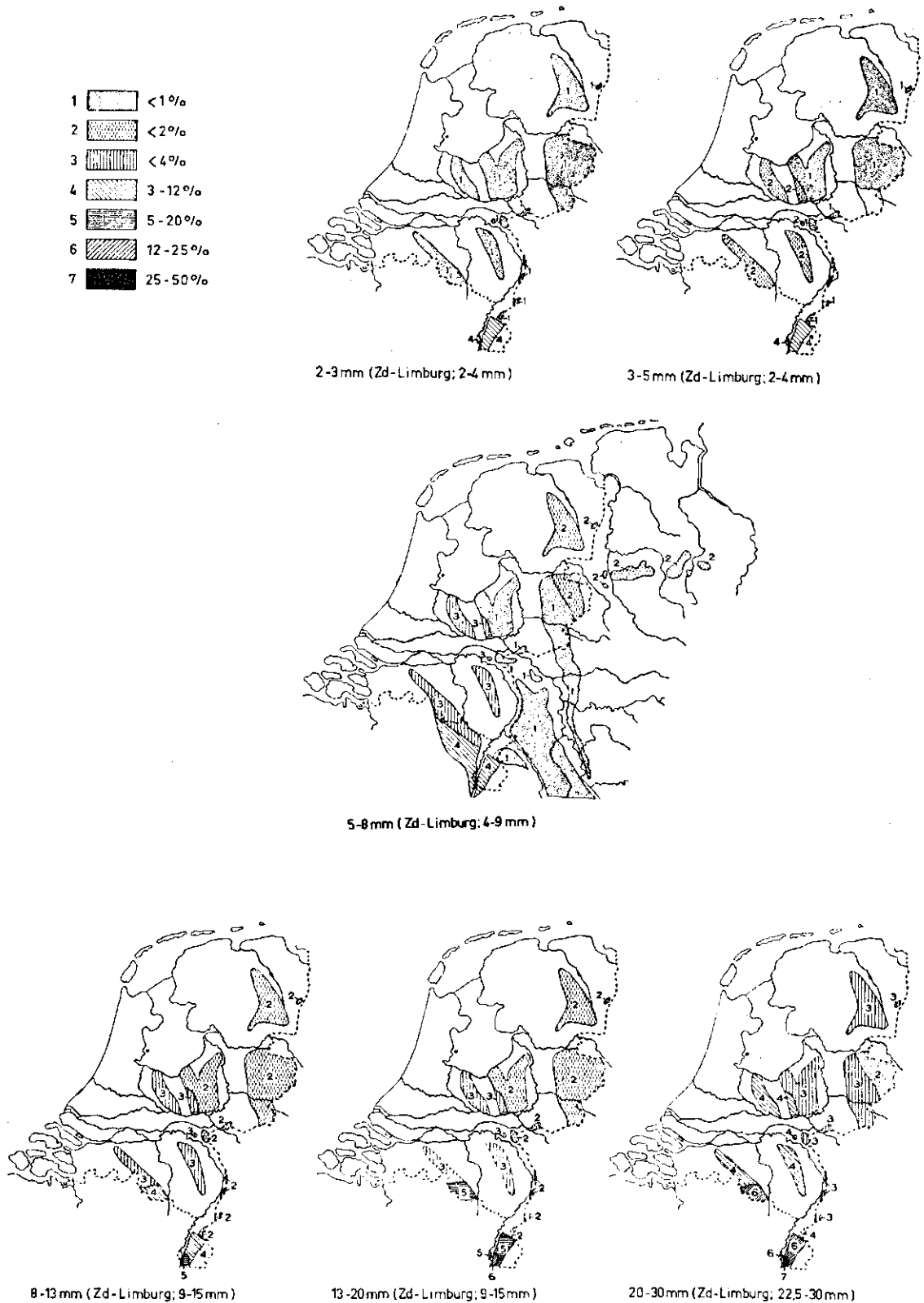


FIG. 11. De invloed van de korrelgrootte bij de nabij de oppervlakte gelegen midden-pleistocene fluviale afzettingen (in Gelderland en Salland zijn de oostelijke afzettingen weggelaten).

#### NIET-GEROLDE VUURSTEEN

*Influence of the size of non-rounded flint particles in the fluvial sediments from the Middle Pleistocene (the sediments of the Middle German rivers have been omitted in Gelders and Salland)*

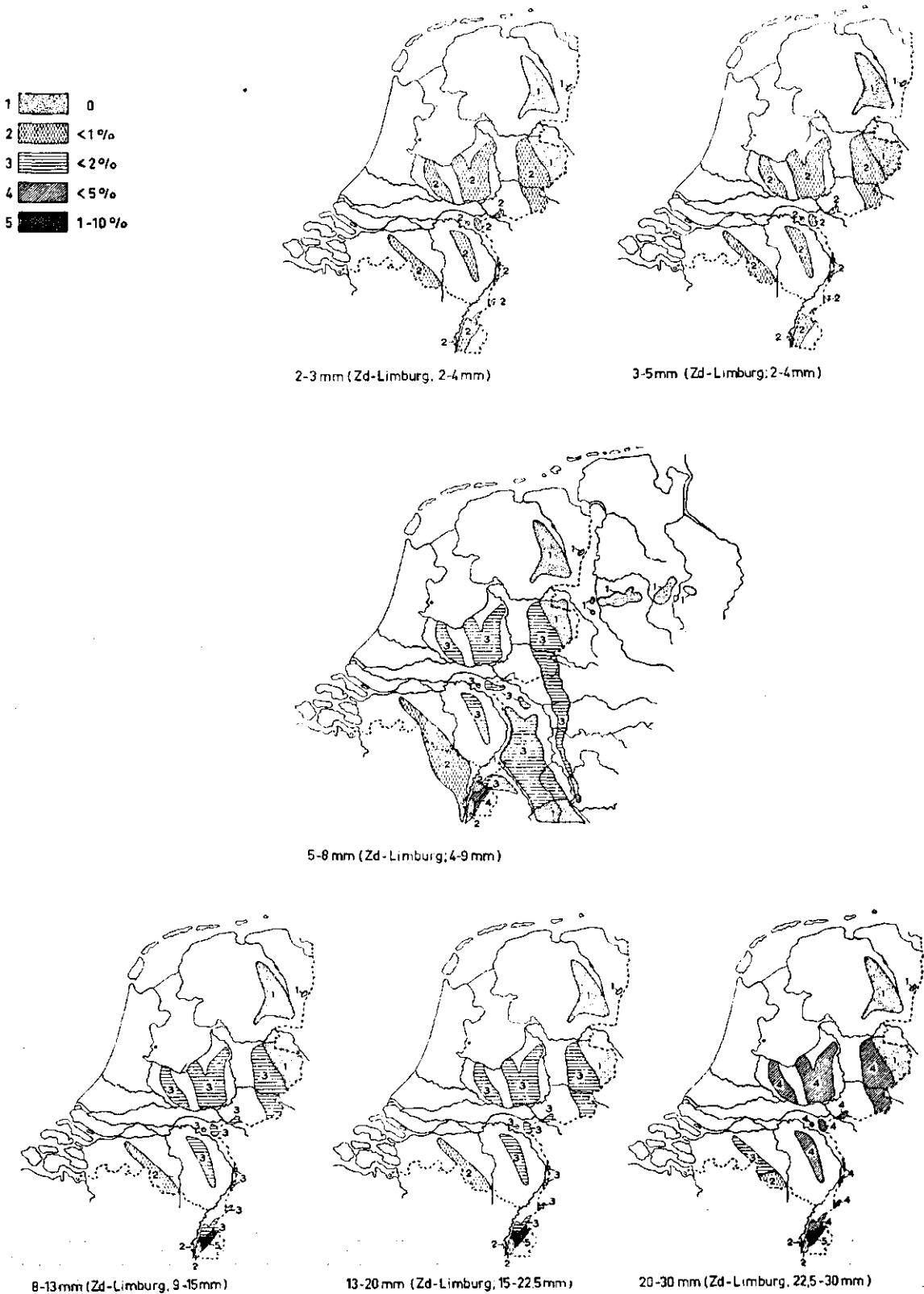


FIG. 15. De invloed van de korrelgrootte bij de nabij de oppervlakte gelegen midden-pleistoecne fluviaiele afzettingen (in Gelderland en Salland zijn de oostelijke sedimenten weggelaten).

GEROLDE VUURSTEEN

*Influence of the size of rounded flint particles in the fluvial sediments from the Middle Pleistocene (the sediments of the Middle German rivers have been omitted in*

gevonden. De verbreiding van de gerolde vuurstenen is in fig. 15 aangegeven. Veel van deze gesteenten stammen uit de miocene afzettingen van Zuid-Limburg. De zuidelijke grens van dit gesteente in het Rijngebied is die uit de publicatie van Breddin (1932). Er moet echter opgemerkt worden dat ten zuiden van deze grens tweemaal een steentje gevonden werd dat een sterke overeenkomst met gerolde vuursteen vertoonde.

#### § 4. RINGENKIEZEL

In enige sedimenten van Nederland en Noordwest-Duitsland wordt dit gesteente gevonden. Het voorkomen ervan is bekend bij het Kaolienzand (Dreyer Jörgensen, 1944). In Zuid-Limburg is ringenkiesel vrij algemeen bij de fijne grinden (van Straaten, 1946), terwijl het in de oostelijke afzettingen van het midden en het noorden van ons land eveneens geen zeer zeldzame verschijning is.

Het gesteente is gemakkelijk te herkennen aan de dikwijls zeer fraaie concentrische figuren bij fossielfragmenten. De vindplaatsen van ringenkiesel zijn in fig. 16 aangegeven.

#### § 5. PYRIET-KWARTSIET

Het gesteente is vooral bekend onder de naam Revinien-kwartsiet. Met opzet gebruiken we evenals Lorié (1893) de naam pyriet-kwartsiet, daar bij de tellingen slechts de grinddeeltjes met een pyriet-kristal of een afdruk van dit mineraal hiertoe gerekend werden. Wegens de grootte van het mineraal of mineraal-afdruk komt het gesteente natuurlijk het veelvuldigst in de grove fracties voor. Voor zover bekend werd het gesteente in Nederland slechts door de Maas aangevoerd. Van Straaten (1946) heeft het percentage van dit gesteente niet vermeld, zodat het aantal ervan in de verschillende Maas-afzettingen van Zuid-Limburg onbekend is. Vooral in Noord-Brabant komen de pyriet-kwartsieten algemeen voor, terwijl in Midden-Nederland het percentage beneden 2 blijft.

#### § 6. OÖLIET

Het veelvuldigst wordt dit gesteente bij de pliocene afzettingen van de Rijn en de Maas aangetroffen (Tesch, 1908). In Noord-Brabant en Midden-Limburg komt dit gesteente weinig voor en een aanwezigheid van 1% is een hoge zeldzaamheid. In het noorden van ons land en in Noordwest-Duitsland is het gesteente een zeldzame verschijning waardoor het percentage dan ook vrijwel steeds beneden 1 blijft.



FIG. 16. De vindplaatsen van ringenkiesel in Nederland met uitzondering van Zuid-Limburg.  
*Occurrence of pebble with silica rings in the Netherlands with the exception of Southern-Limburg.*

Hoewel de structuur van dit gesteente zeer typisch is worden toch bij de kleine deeltjes de oölieten licht over het hoofd gezien. De gevonden exemplaren behoren meestal tot het kogelronde type. Oölieten met graankorrel structuur (van der Lijn, 1935) zijn bij het materiaal van de tellingen vrijwel niet gevonden.

#### § 7. LYDIET/RADIOLARIET

Dit gesteente is zeer fijnkorrelig, is meestal gelaagd, heeft een glad oppervlak en bezit vaak kwartsadertjes. Bekend is verder de tabletvorm en de dikwijls zwarte kleur. Lydiet en radiolriet werden samengevoegd daar ook radiolriet met een gelijkmatige zwarte kleur voorkomt, waardoor deze met het blote oog niet van lydiet onderscheiden kan worden (Oostingh, 1922). De gesteenten zijn zowel door de Maas als door de Rijn aangevoerd. Bij de Maasafzettingen komt echter steeds minder dan 3% voor en het ontbreken van deze gesteenten is geen zeldzaamheid. Lange tijd werd aangenomen, dat de lydieten slechts door de Rijn en de Maas aangevoerd zijn. Zo worden bij de beschrijving van boringen in Noord-Nederland deze gesteenten dan ook herhaaldelijk als bewijsstukken van de aanwezigheid van het zuidelijk materiaal aangevoerd (van Cappelle, 1910; Lorié, 1893). De Midden-Duitse rivieren hebben evenwel ook veel van deze gesteenten aangevoerd. In de sedimenten van laatstgenoemde rivieren komen echter ook zwarte



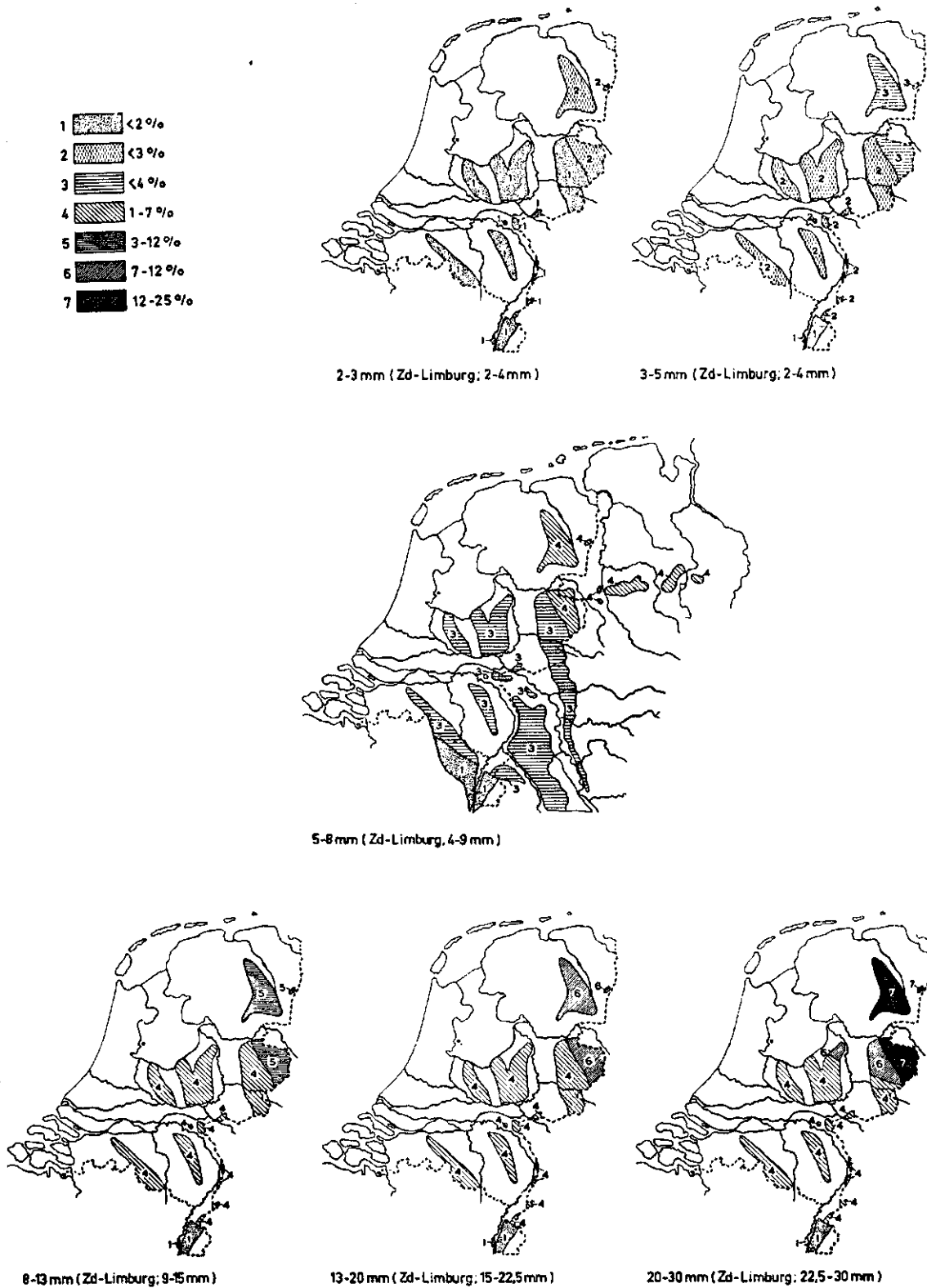


FIG. 17. De invloed van de korrelgrootte bij de nabij de oppervlakte gelegen midden-pleistocene fluviaale afzettingen (in Gelderland en Salland zijn de oostelijke afzettingen weggelaten).

LYDIET/RADIOLARIET

*Influence of the size of lydite-radiolarite in the fluvial sediments from the Middle Pleistocene (the sediments of the Middle German rivers have been omitted in Guelders)*

kwartsieten van Lias-ouderdom voor. Deze stenen hebben een wat ruwer oppervlak dan de lydieten en zijn ook wat onregelmatiger van vorm. Bij kleine deeltjes is echter verwisseling niet uitgesloten, zodat soms het percentage lydiet/radiolariet bij de oostelijke afzettingen iets te hoog kan zijn. Voor de verbreiding en de wijze van voorkomen van lydiet/radiolariet bij de midden-pleistocene fluviale afzettingen kan naar fig. 17 verwezen worden.

### § 3. RESTGROEP

Deze groep bestaat vrijwel geheel uit zandsteen en kwartsiet. Er is getracht de soms vrij grote

groep onder te verdelen. Dit stuitte echter op vele moeilijkheden. Zo is het dikwijls lastig uit te maken of een steen als zandsteen of als kwartsiet beschouwd moet worden. Wat de kleur betreft bestaat de moeilijkheid, dat er talrijke overgangen tussen de kleuren zijn, terwijl na de sedimentatie de kleur door bodemkundige processen vaak sterk beïnvloed is. Overigens kan niet ontkend worden, dat de oude pleistocene afzettingen van de Maas en ook het Kaolienzand veel licht getinte zandstenen en kwartsieten bevatten. Een opvallend rode kleur bezit de restgroep van de Wezer-afzettingen. Het percentage rode en violet gekleurde zandstenen en kwartsieten bedraagt hier bij het grind van 5—20 mm ruim 10.

## HOOFDSTUK V

## DE GEVOLGDE METHODE VAN ONDERZOEK

In het vorige hoofdstuk werd kort stilgestaan bij de verbreiding van enige bestanddelen van het grind. Uit de figuren 12, 14, 15 en 17 blijkt, dat het betrekken van slechts één component in het onderzoek reeds resultaten op kan leveren. Het grootste aantal onderscheidingen wordt met kwarts bereikt en ook vroeger werd hier te lande (Tesch, 1908; Steenhuis, 1937) met succes met dit bestanddeel gewerkt. Toch noopt de verwerking van alleen kwartspercentages tot grote voorzichtigheid. Het volgende moge als voorbeeld dienen. In het gebied zuidelijk van Hamburg wordt grind aangetroffen, dat vrijwel geheel uit glaciaal materiaal bestaat dat minder dan 10% kwarts bij een korrelgrootte van 5—8 mm bezit. Bij een stuwwal tussen de Eems en Wezer (Damerberge) komt materiaal voor van dezelfde afmeting dat eveneens minder dan 10% kwarts bevat, doch door de Wezer afgezet is. Hoe waardevol de gegevens betreffende het kwartspercentage overigens ook zijn, betere resultaten worden verkregen door naast kwarts nog andere componenten te onderscheiden.

In hoofdstuk II werd erop gewezen, dat verschillende onderzoekers voorstanders zijn van een sterk gefractioneerde bewerking van het grind, doch dat naast de moeizame bewerking een groot bezwaar van deze methode is, dat de gegevens ervan niet of nauwelijks te overzien zijn. Het gebeurt dan ook, dat voor het trekken van conclusies ten behoeve van de stratigrafie toch slechts één fractie gebruikt wordt.

Bij het eigen onderzoek werden de eerste monsters steeds gefractioneerd bewerkt. De grenzen waren 30, 20, 13, 8, 5, 3 en 2 mm. Bovendien werden van enige monsters nog de deeltjes met afmetingen van 1,2—2, 0,8—1,2 en 0,5—0,8 mm bewerkt. Het bleek dat, om fijn grind te herkennen, het nuttig is met de bewerking van stenen aan te vangen. Tijdens dit onderzoek viel het verder op, dat bij de deeltjes, die kleiner dan 5 mm zijn, de kenmerkende eigenschappen dikwijls vervagen. In dit verband merkt van Straaten (1946) op, dat verschillende partikels kleiner dan 4 mm met de binoculair gedetermineerd moeten worden. Volgens Lüttig (1952) nemen de moeilijkheden van het herkennen bij het kleiner worden vanaf 6,3 mm reeds toe. Hoe dit ook zij,

onze ervaring is, dat grinddeeltjes groter dan 5 mm voor eenvoudig onderzoek geschikt zijn. Een gelukkige omstandigheid is, dat in het materiaal van verschillende boringen nog voldoende grind van deze grootte voorkomt. In bepaalde gevallen, zoals bij boringen in het noorden van ons land, moet evenwel dikwijls door gebrek aan grind van deze grootte, wel fijner materiaal bewerkt worden.

Gelukkig bevindt zich in verschillende boringen echter voldoende grind >5 mm. Het aantal deeltjes is evenwel te gering voor gefractioneerd onderzoek waardoor het dan ook uitgesloten is om materiaal van 5—8, 8—13 mm, etc. afzonderlijk te bewerken. Om deze, en de hier reeds eerder genoemde redenen werden de fractiegrenzen verder uit elkaar gelegd waarbij bleek, dat beneden 20 mm met slechts één fractie volstaan kon worden en wel met die van 5—20 mm. Een ogenschijnlijk bezwaar tegen deze wijze van onderzoek is dat, tussen de grove en de fijne delen binnen de fractie van 5—20 mm verschillen in samenstelling voorkomen. Bij alle onderzochte gevallen bleek dit bezwaar ongegrond te zijn daar ten eerste de hoeveelheid grovere bestanddelen binnen deze fractie ten opzichte van de fijnere gering is en vervolgens omdat het verschil in samenstelling tussen het fijne en het grove deel binnen deze fractie meestal onbelangrijk is (zie fig. 18-21). Het moet echter niet denkbeeldig geacht worden, dat bij zeer grove afzettingen weinig, of zelfs geen, fijn materiaal aanwezig is. Daarom wordt voorgesteld bij de bewerking van het materiaal van 5—20 mm het aantal deeltjes van 5—8, 8—13 en 13—20 mm afzonderlijk te noteren (zie onderstaand voorbeeld):

Componenten				Totaal aantal	Fractie grootte
a	b	c	d		
20	—	3	7	30	13—20 mm
50	—	1	29	80	8—13 mm
123	2	18	47	190	5—8 mm
193	2	22	83	300	5—20 mm

TABEL 4. Voorbeeld van het afzonderlijk noteren van grind van 5—8, 8—13 en 13—20 mm bij het materiaal van 5—20 mm.





## HOOFDSTUK VI

## DE SAMENSTELLING VAN DE STENEN- EN GRINDASSOCIATIES

In hoofdstuk V werd medegedeeld dat verschillende monsters zeer gefractioneerd onderzocht zijn. Fig. 18-21 zijn voorbeelden hiervan terwijl van de meeste Nederlandse typen een indruk omtrent de samenstelling van het materiaal van 0.5—30 mm wordt gegeven.

Reeds werd uiteengezet dat het de voorkeur verdient bij het grindonderzoek het materiaal van 5—20 mm te bewerken en tevens, dat de samenstelling van deze fractie vrijwel gelijk is aan die van het grind van 5—8 mm. Naast het grind werden hoofdzakelijk de rolstenen van 20—30 mm onderzocht. Bij enige afzettingen is gebleken, dat de samenstelling van het grind aanzienlijk afwijkt van die der rolstenen. Dit wordt niet alleen veroorzaakt door de invloed van de korrelgrootte, doch is in enige gevallen ook te wijten aan het verschil in herkomst. De grindassociatie zou hierbij dan ook een andere naam moeten bezitten dan de stenenassociatie. Evenwel is er met opzet naar gestreefd dit zo min mogelijk door te voeren. In het onderstaande zal zeer in het kort op enige kenmerken van verschillende grind- en stenentypen gewezen worden.

## § 1. KAOLIENZAND

Fig. 18a geeft de gemiddelde samenstelling weer van 2 monsters uit het Kaolienzand van het eiland Sylt (Duitsland). Voor de rolstenen-associatie (20—30 mm) zijn het hoge percentage restkwarts en verder het ontbreken van vuursteen en lydiet/radiolriet kenmerkend. Het grind wordt getypeerd door het hoge percentage restkwarts en de geringe hoeveelheid melkkwarts. Ook kwartsen met witte veldspaatdeeltjes en sterk gebleekte (witte) veldspaten komen talrijk voor.

## § 2. AFZETTINGEN VAN DE MIDDEN-DUITSE RIVIEREN

Van een grindtype in Nederland, dat veel gelijkenis met het Kaolienzand vertoont, is de samenstelling in fig. 18b aangegeven. Deze ver-

schilt bij de grove bestanddelen in hoofdzaak van die van Kaolienzand door de aanwezigheid van enige deeltjes lydiet/radiolriet. Soms worden ook enkele rode veldspaten gevonden. Vuursteen wordt niet aangetroffen. Dit type werd de grindassociatie Hellendoorn genoemd.

Fig. 18c verschilt slechts in geringe mate van fig. 18b. Hierbij is eveneens de hoeveelheid restkwarts groot en het voorkomen van kwartsen met witte veldspaatdeeltjes en witte en grijze veldspaat is veelvuldig. Het aantal melkkwarts is duidelijk groter dan bij het vorige voorbeeld en er worden in het grind soms zowel gerolde als niet-gerolde vuurstenen gevonden. Ook is het percentage rode veldspaat en kristallijne restgroep soms iets hoger. Dit verschil is veroorzaakt door een bijmenging van Rijn-bestanddelen en mogelijk door een iets grotere invloed van glaciaal materiaal.

De typen waarvan fig. 18d en e voorbeelden zijn, worden gekenmerkt door een groot verschil in samenstelling tussen het grove en het fijne materiaal. Ze onderscheiden zich van het type Hellendoorn hoofdzakelijk door een grotere hoeveelheid lydiet-radiolriet, porfier en de restgroep, terwijl het aantal melkkwartsen ten opzichte van de restkwartsen eveneens groter is. Zowel aan de stenen- als aan de grind-associatie werd de naam Noord-Nederland gegeven.

## § 3. AFZETTINGEN VAN DE RIJN

Fig. 19a is een voorbeeld van een type waarbij de Rijn-invloed domineert. Vergelijkt men deze fig. met fig. 18d en e dan valt de veel minder sterke kwartstoename vanaf 30 tot 5 mm op. Het percentage lydiet/radiolriet is lager en ook de kwartsen met witte veldspaatdeeltjes en de witte en grijze veldspaten zijn minder talrijk dan bij type Noord-Nederland. Onder de kwartsen komen verder zeer veel melkkwartsen voor. Tussen de rolstenen wordt de typische Maas-component pyriet-kwartsiet aangetroffen terwijl tevens vuurstenen aanwezig zijn. Bij de fractie van 5—8 mm komen de vuurstenen en de pyriet-kwartsieten

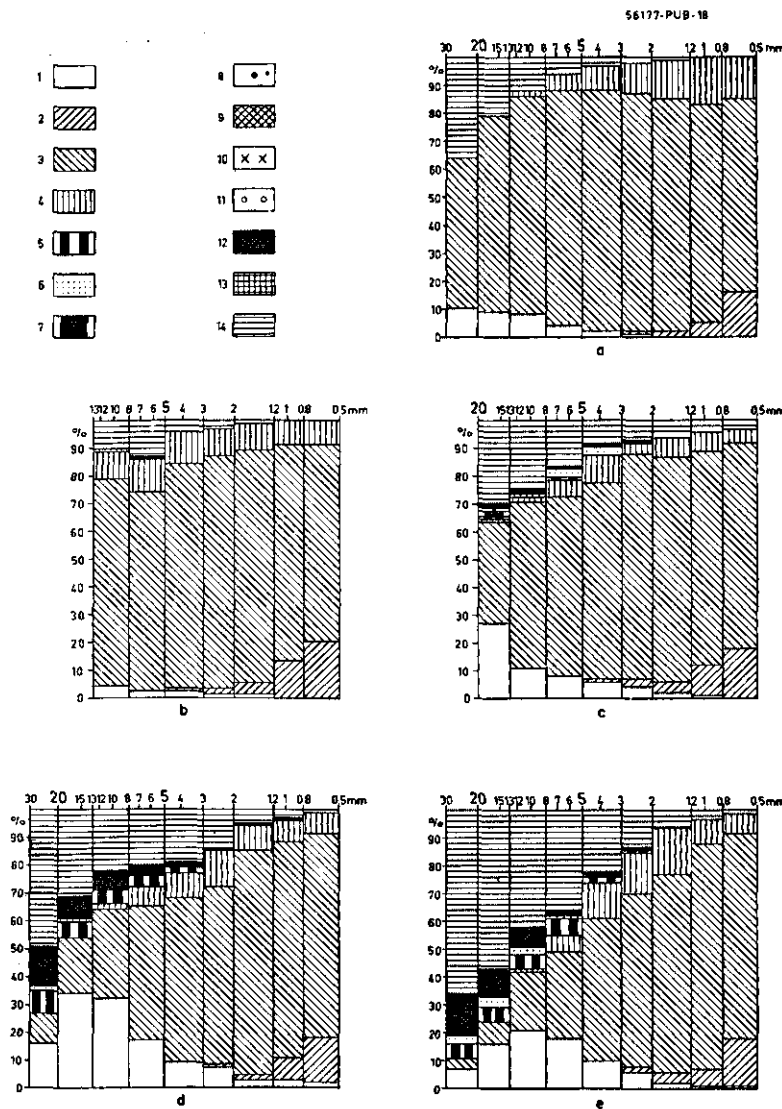


FIG. 18. De samenstelling van enige stenen- en grindtypen.  
Composition of some stones- and pebbletypes.

**KAOLIENZAND EN AFZETTINGEN VAN DE MIDDEN-DUITSE RIVIEREN**  
**KAOLIN SAND AND DEPOSITS OF THE RIVERS OF MIDDLE-GERMANY**

1. melkkwarts  
*milky quartz*
  2. waterheldere kwarts  
*waterclear quartz*
  3. rest kwarts  
*other quartz*
  4. kwarts met wit veldspaatdeeltje en witte tot grijze veldspaat  
*quartz with white part of feldspar and white to grey feldspar*
  5. porfier  
*porphyry*
  6. rode veldspaat en rest-kristallijn  
*red feldspar and group of other crystalline particles*
  7. niet-gerolde vuursteen  
*non-rounded flint*
  8. gerolde vuursteen  
*rounded flint*
  9. ringenkiezel  
*particles with silica rings*
  10. pyriet-kwartsiet  
*pyrite-quartzite*
  11. oöliet  
*oolite*
  12. lydië/radiolarië  
*lydite-radiolarite*
  13. kalksteen  
*limestone*
  14. restgroep  
*group of other particles*
- a. Kaolienzand, locaties Rotes Kliff en Keitum, Sylt  
*Kaolin sand, locations Rotes Kliff and Keitum, Sylt*
- b. type Hellendoorn, locaties Filipsberg en Markelo  
*type Hellendoorn, locations Filipsberg and Markelo*
- c. type Hellendoorn, locatie Dieren  
*type Hellendoorn, location Dieren*
- d. type Noord-Nederland, locaties Emmerschans en Kostvliës  
*type Northern-Netherlands, locations Emmerschans and Kostvliës*
- e. type Noord-Nederland, locatie Sibculo  
*type Northern-Netherlands, location Sibculo*

zelden voor: een feit, dat voor een deel veroorzaakt wordt door de geringe frequentie van deze gesteenten in de fijnere fracties. De Maas-invloed is dus bij het grind vrijwel niet herkenbaar. Verder wordt meestal een geringe hoeveelheid porfier aangetroffen en zowel de stenen als het grind worden tot het kwartshoudende subtype van het zeer weinig porfierbevattende Rijntype

gerekend, waarbij een belangrijke bijmenging met materiaal van type Noord-Nederland aanwezig is. Het grind waarvan de samenstelling in fig. 19b is aangegeven werd uit het zandpakket tussen de Klei van Reuver en de Klei van Tegelen verzameld en staat bij onze oostelijke burens bekend als „aeltste Diluvialschotter”. Opvallend is bij dit materiaal het hoge kwartspercentage en het

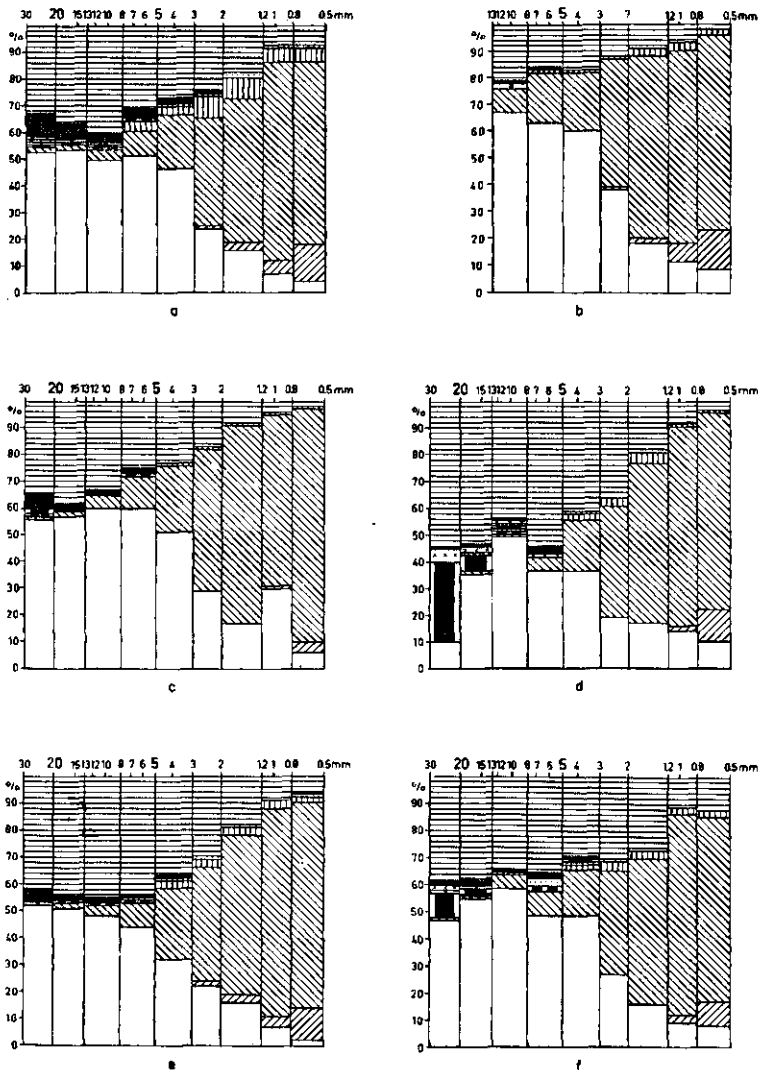


FIG. 19. De samenstelling van enige stenen- en grindtypen.  
Composition of some stones- and pebbletypes.

AFZETTINGEN VAN DE RIJN (uitgezonderd fig. 19f). Voor legenda zie fig. 18.  
DEPOSITS OF THE RHINE (except fig. 19f). Legend on fig. 18.

ontbreken van porfier. Een geringe bijmenging van Maas-materiaal moet aangenomen worden, doch valt bij het grind <13 mm vrijwel niet op. Wij willen dit type het porfiervrije grindtype van de Rijn noemen.

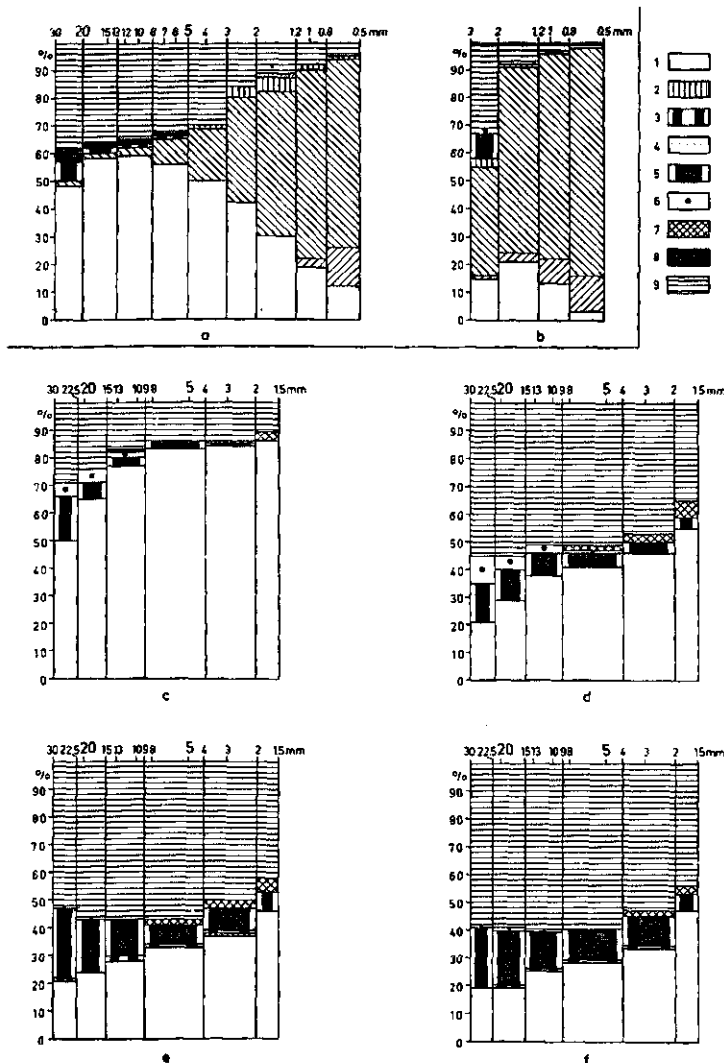
Fig. 19c toont overeenkomst met fig. 19b. Het grind >5 mm bevat echter aanzienlijk minder kwarts dan het bovengenoemde porfiervrije grindtype, terwijl een geringe hoeveelheid porfier aangetroffen wordt. Tussen de rolstenen van 20—30 mm werden dikwijls Maas-componenten gevonden, doch de hoeveelheid is gering. De stenen en het grind worden tot het kwartsrijke subtype van het zeer weinig porfierbevattende Rijn-type gerekend.

Bij het monster, waarvan de samenstelling in fig. 19d is weergegeven, bevatten in het bijzonder de bestanddelen groter dan 20 mm zeer veel Maas-componenten. De Rijn-invloed valt hierbij slechts op door het percentage lydiet/radiolariet. Bij het grind van 5—8 mm is de Maas-bijmenging evenwel zeer gering. Het grind kan tot het kwartsrijke subtype van het zeer weinig porfierbevattende type van de Rijn gerekend worden. Het monster is afkomstig uit de Serie van Sterksel.

Fig. 19e wijkt slechts in geringe mate van fig. 19c af. Hierbij komen minder kwartsen voor, terwijl meer porfieren aanwezig zijn. De belangrijkste verschillen in kwartshoeveelheid tussen

- het zeer weinig porfierbevattende type van de Rijn (het kwartshoudend subtype) vermengd met type Noord-Nederland, locatie Holten  
*type of the Rhine containing very little porphyry (quartz containing subtype) mixed with type Northern-Netherlands, location Holten*
- het porfiervrije type van de Rijn, locatie Reuver  
*the non-porphyric type of the Rhine, location Reuver*
- het zeer weinig porfierbevattende type van de Rijn (het kwartsrijke subtype), locatie Lielvelde  
*type of the Rhine containing very little porphyry (the subtype rich in quartz), location Lielvelde*
- materiaal van de Zone van Sterksel, locatie Valkenswaard/Borkel  
*material from the Zone of Sterksel, location Valkenswaard/Borkel*
- het zeer weinig porfierbevattende type van de Rijn (het kwartshoudend subtype), locaties Uchelen en Terlet  
*type of the Rhine containing very little porphyry (quartz containing subtype), locations Uchelen and Terlet*
- afzetting met vrij veel Maasstenen (20—30 mm), locatie Emmikhuizenberg  
*deposits with fairly many pebbles (20—30 mm) of the Meuse, location Emmikhuizenberg*





1. kwarts  
*quartz*
  2. veldspaat  
*feldspar*
  3. porfier  
*porphyry*
  4. rest kristallijn  
*other crystalline particles*
  5. niet-gerolde vuursteen  
*non-rounded flint*
  6. gerolde vuursteen  
*rounded flint*
  7. ringenkiesel  
*particles with silica rings*
  8. lydiet  
*lydite*
  9. restgroep  
*group of other particles*
- a. materiaal van de Zone van Veghel, locatie Handel  
*material from the Zone of Veghel, location Handel*
- b. type Halsteren, locatie Halsteren  
*type Halsteren. location Halsteren*

- c. het porfiervrije type van de Maas (het zeer kwartsrijke subtype met veel gerolde vuurstenen), locatie Brunsummerheide IV  
*the non-porphyric type of the Meuse (the subtype very rich in quartz with many rounded flints), location Brunsummerheide IV*
- d. het kwartshoudende subtype met veel gerolde vuurstenen, locatie Vaesrade  
*the quartz containing subtype with many rounded flints, location Vaesrade*
- e. het kwartshoudende subtype met ringenkiesel en tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen, locatie Ulestraten  
*the quartz containing subtype with silica rings and fairly many non-rounded flints, location Ulestraten*
- f. het kwartsarme subtype met tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen, locatie Urmond  
*subtype poor in quartz with fairly many non-rounded flints, location Urmond*

het zeer weinig porfiervattende type van de Maas  
*the very little porphyry containing type of the Meuse*

FIG. 20.

De samenstelling van enige stenen- en grindtypen.  
*Composition of some stones- and pebbletypes.*  
**AFZETTINGEN VAN DE MAAS**  
voor legende van fig. 20 a en b zie fig. 18; c, d, e en f volgens van Straaten (1946).  
**DEPOSITS OF THE MEUSE**  
legend of fig. 20 a and b on fig. 18; c, d, e and f according to van Straaten (1946).

het materiaal van fig. 19c en e treden bij deeltjes van 2—13 mm op. Het grind waarvan fig. 19e een voorbeeld is, behoort tot het kwartshoudende subtype van het zeer weinig porfierbevattende stenen- en grindtype. De aanwezigheid van enig Maas-materiaal valt ook hier bij de stenen op.

#### § 4. AFZETTINGEN VAN DE MAAS

Het monster, waarvan de samenstelling in fig. 19f is weergegeven, toont bij het materiaal, dat grover dan 20 mm is, een belangrijk verschil met het voorgaande type. Niet alleen dat het kwartspercentage lager is, doch vooral het voorkomen van een belangrijke hoeveelheid vuurstenen is typisch. Het aantreffen van niet-gerolde vuursteen gaat gepaard met het gesteente pyriet-kwartsiet, zodat ook hier Maas-materiaal aanwezig is. De Maas-invloed komt slechts bij de stenen duidelijk tot uitdrukking waarbij er waarschijnlijk sprake is van materiaal, dat door een rivier afgezet is die hoofdzakelijk water van de Maas en tevens water van de Rijn ontving (zie hoofdstuk XI).

Ongeveer hetzelfde beeld als fig. 19f vertoont fig. 20a. Om redenen in hoofdstuk XI uiteengezet, moet dit monster afkomstig zijn van een Maas-afzetting vermengd met veel Rijnmateriaal. Daar het grind vrijwel geheel uit Rijnmateriaal bestaat en de rolstenen veel Maascomponenten bevatten, zou aan de grindassociatie een andere naam dan aan de stenenassociatie gegeven moeten worden. Om verwarring te voorkomen werd hiervan afgezien. Daar het hier bedoelde materiaal uit de Zone van Veghel afkomstig is, willen we deze naam ook aan het grind en de stenen verbinden.

Bij de fig. 19f en 20a zien we, dat de melkquartsen sterk in hoeveelheid afnemen als het materiaal kleiner dan 3 of 5 mm is. Verder treft men geen belangrijke verschillen aan in kwartspercentages bij de fracties tussen 3 en 30 mm.

Nabij Bergen op Zoom werd in de oud-pleistocene afzettingen fijn grind gevonden. Het materiaal van 2—3 mm (fig. 20b) bevat uitzonderlijk veel vuurstenen en de herkomst van het materiaal is niet geheel zeker (zie hoofdstuk XI). We willen het grindtype de naam Halsteren geven.

De gegevens betreffende de samenstelling van de monsters die in fig. 20c-f zijn uitgebeeld, zijn ontleend aan van Straaten (1946). Fig. 20c betreft een voorbeeld van het pliocene Maasmateriaal (van Straaten's groep I). Vooral valt het, voor een Maassediment, hoge kwartspercentage op. Porfier is afwezig en het percentage lydiet/radiolriet is minder dan 2. Vuurstenen komen

bij alle grovere Maassedimenten voor, hetgeen duidelijk in fig. 20c-f tot uitdrukking komt. Het vuurstenenpercentage, het vrij lage kwartspercentage en de geringe hoeveelheid lydiet/radiolriet zijn kenmerkend voor de Maasafzettingen waardoor zij belangrijk verschillen van de Rijn-sedimenten.

Bij fig. 20d wordt een lager kwartspercentage aangetroffen dan bij fig. 20c en het grind bevat — hoewel minder dan 1% — porfier. Het betreft hier van Straaten's groep IV B. Het kwartspercentage is bij fig. 20e (van Straaten's groep IV C) nog lager en vertoont slechts een gering verschil met fig. 20f (van Straaten's groep V B). Porfier is in beide figuren duidelijk vertegenwoordigd. Bij het materiaal beneden 9 mm wordt bij de Maasafzettingen dikwijls ringenziezel gevonden, een gesteente dat bij de andere onderzochte afzettingen slechts zelden voorkomt.

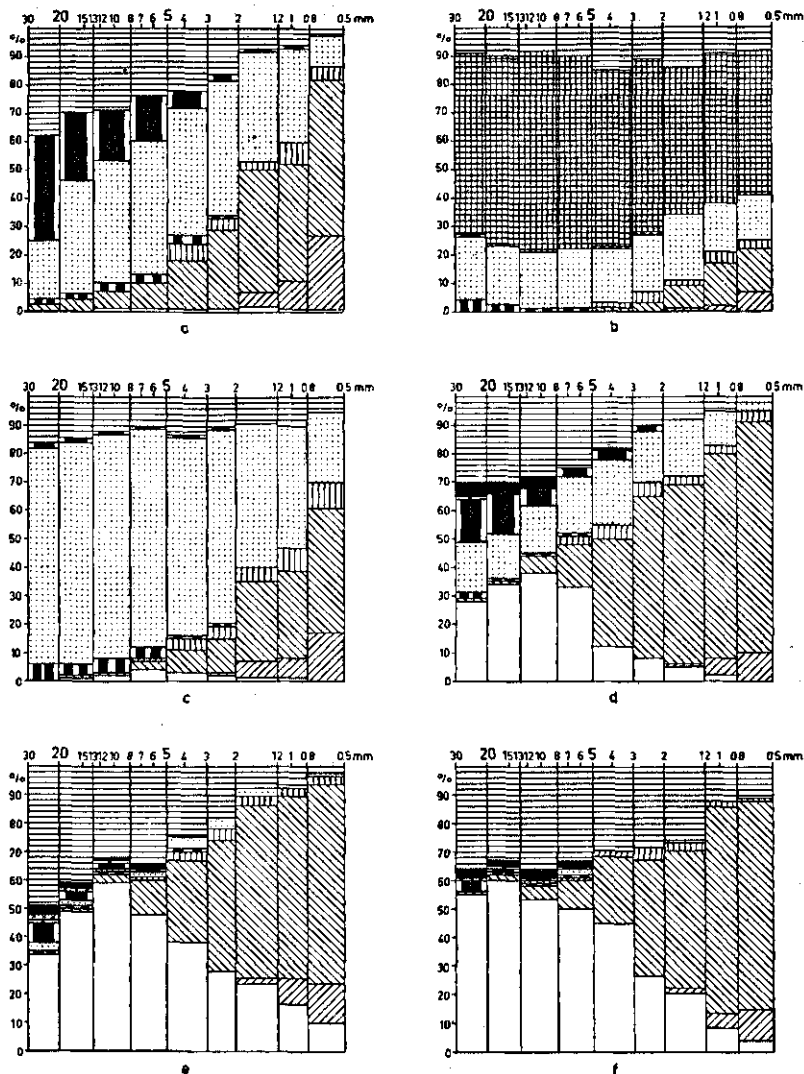
#### § 5. GLACIALE AFZETTINGEN

Fig. 21 toont voorbeelden van materiaal uit glaciële afzettingen. De grijze, ook wel normale keileem genoemd, bevat veel niet-gerolde vuurstenen, hetgeen gepaard gaat met een grote hoeveelheid deeltjes van de kristallijne restgroep. Fig. 21a is hiervan een voorbeeld. Bij de deeltjes <5 mm neemt het kwartspercentage vrij snel toe, terwijl het aantal melkquartsen zeer gering is.

De onverweerde rode keileem wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van zeer veel kalkstenen (fig. 21b). Vuurstenen komen niet of zeer weinig voor. Het kwartspercentage neemt beneden 5 mm bij het fijner worden van de deeltjes in aantal toe.

Op enige plekken wordt keileem aangetroffen waarin weinig vuurstenen voorkomen. Er zijn aanwijzingen, dat het hier een rode keileem met een geringe bijmenging van grijze keileem betreft. Door de verwerking moet de kalksteen verdwenen zijn met als gevolg een zeer hoog percentage kristallijne restgroep (fig. 21c).

De fluvio-glaciële sedimenten bestaan in Nederland bijna nooit uit zuiver glaciële materiaal. Integendeel, vaak zijn de noordelijke bestanddelen schaars en het komt zelfs voor dat ze vrijwel afwezig zijn. Fig. 21d en f zijn voorbeelden van deze glaciële sedimenten. Blijkens fig. 21d bevat deze afzetting vrij veel niet-gerolde vuurstenen en bestanddelen van de kristallijne restgroep. Het materiaal, dat voor fig. 21e gebruikt is, bezit enige procenten aan glaciële componenten. In fig. 21f wordt tenslotte de samenstelling getoond van materiaal van een fluvio-glaciële afzetting die al zeer weinig glaciële bestanddelen bevat.



het zeer kwartsarme type met veel bestand-  
delen van de kristallijne restgroep  
type very poor in quartz with many com-  
ponents of the other crystalline pebbles

- a. het veel niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype (grijze keileem), locatie Sleen  
subtype containing many non-rounded flints (grey boulder clay), location Sleen
- b. het zeer weinig of geen niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype (rode keileem), locatie De Voorst  
subtype containing very little or no non-rounded flints (red boulder clay), location De Voorst
- c. het zeer weinig of geen niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype (onzuiver), locatie Stakenberg (Vel.)  
subtype containing very little or no non-rounded flints (impure), location Stakenberg
- d. het kwartshoudende tot kwartsrijke grindtype met bestanddelen van de kristallijne restgroep (het subtype met betrekkelijk veel melkkwarts), locatie Koerberg (Vel.)  
quartz containing to rich in quartz type with components of the other crystalline pebbles (subtype with relatively much milky quartz), location Koerberg
- e. idem, locatie Zeist  
item, location Zeist
- f. idem, locatie Wolfheze  
item, location Wolfheze

FIG. 21. De samenstelling van enige stenen- en grindtypen.  
Composition of some stones- and pebbletypes.  
GLACIALE AFZETTINGEN  
Voor legenda zie fig. 18.  
GLACIAL DEPOSITS  
Legend on fig. 18.

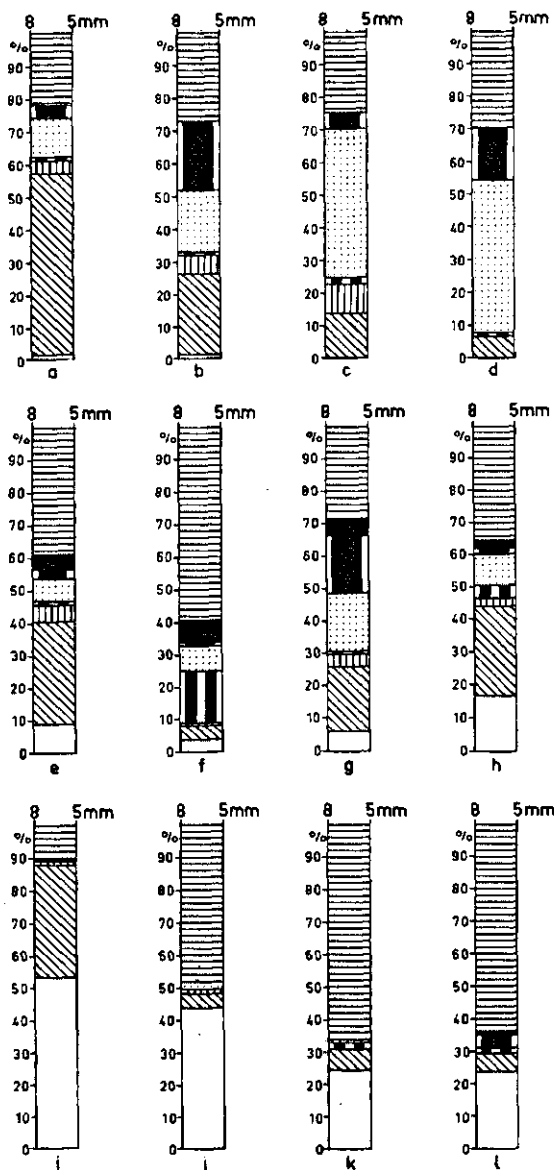


FIG. 22. De samenstelling van de deeltjes van 5—8 mm van enige buitenlandse afzettingen.  
Voor legenda zie fig. 18.  
*Composition of the pebble from 5—8 mm of some foreign deposits.  
Legend on fig. 18.*

## § 6. DIVERSE BUITENLANDSE AFZETTINGEN

Van enige buitenlandse typen wordt slechts de samenstelling van 5—8 mm getoond. Het type waarvan fig. 22a een voorbeeld is komt ten oosten van de provincies Groningen en Drente voor en bevat zeer veel restkwarts. De vermenging met

- a. het kwartshoudende tot kwartsrijke type met bestanddelen van de kristallijne restgroep (het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype met weinig melkkwarts), locatie Mollberg, Nethen (D.)  
*quartz containing to rich in quartz type with components of the other crystalline pebbles (the no or very little lydite-radiolarite containing subtype with little milky quartz), location Mollberg, Nethen (G.)*
- b. het kwartsarme type met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne restgroep (het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype), locatie Steinloge (D.)  
*type poor in quartz with relatively many components of the other crystalline pebbles (the no or very little lydite-radiolarite containing subtype), location Steinloge (G.)*
- c. idem, locatie Meijenburg (D.)  
*idem, location Meijenburg (G.)*
- d. het zeer kwartsarme type met veel bestanddelen van de kristallijne restgroep (het veel niet-gerolde vuurstenen bevattende subtype), locatie Essel (D.)  
*type very poor in quartz with many components of the other crystalline pebbles (subtype containing many non-rounded flints), location Essel (G.)*
- e. het kwartshoudende tot kwartsrijke type met bestanddelen van de kristallijne restgroep (het lydiet/radiolarietbevattende subtype), locatie Hamberg (D.)  
*quartz containing to rich in quartz type with components of the other crystalline pebbles (subtype containing lydite-radiolarite), location Hamberg (G.)*
- f. midden-pleistocene grind van de Wezer, locatie Holdorf (D.)  
*pebble from the Middle Pleistocene of the Weser, location Holdorf (G.)*
- g. het kwartsarme type met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne restgroep (het subtype met lydiet/radiolariet), locatie Eilvese (D.)  
*type poor in quartz with relatively many components of the other crystalline pebbles (subtype with lydite-radiolarite), location Eilvese (G.)*
- h. recent grind van de Elbe, locatie K.M. 320  
*recent pebble from the Elb, location K.M. 320*
- i. het porfiervrije type van de Rijn, locatie Eschlohn (D.)  
*the non-porphyric type of the Rhine, location Eschlohn (G.)*
- j. het zeer weinig porfierbevattende type van de Rijn (het kwartsrijke subtype), locatie Miel (D.)  
*type of the Rhine containing very little porphyry (the subtype rich in quartz), location Miel (G.)*
- k. het porfierbevattende type van de Rijn, locatie Bonn (D.)  
*type of the Rhine containing porphyry, location Bonn (G.)*
- l. het zeer weinig porfierbevattende type van de Maas (het kwartshoudende subtype met ringenziezel en tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen), locatie Asch (B.)  
*the very little porphyry containing type of the Meuse (the quartz containing subtype with silica rings and fairly many non-rounded flints), location Asch (B.)*

glaciaal materiaal is duidelijk (zie het percentage niet-gerolde vuursteen en rode veldspaat + kristallijne restgroep). Bij de volgende figuur komen meer niet-gerolde vuurstenen, deeltjes van de kristallijne restgroep + rode veldspaat voor. Het nog meer oostelijk verzamelde monster is nog rijker aan dit materiaal en tenslotte wijkt bij het oostelijk van de Wezer voorkomende type

(fig. 22d) de samenstelling niet of vrijwel niet van die van grijze keileem uit de Riss-tijd af. Bij de hier gekozen voorbeelden valt verder de afwezigheid van lydiet/radiolriet op.

De volgende 4 typen verschillen van de hierboven genoemde 4 vooral door de aanwezigheid van lydiet/radiolriet. Verder komen bij deze 4 typen meer melkkwartsen voor en de restgroep is meestal groter. Fig. 22e vertoont gelijkenis met type Noord-Nederland (zie fig. 18e). Het verschil komt tot uitdrukking in de hoeveelheid niet-gerolde vuursteen en de kristallijne restgroep + rode veldspaat. Bij fig. 22f valt het grote aantal porfieren op. Verder is de restgroep zeer groot. Het is typisch Wezer-grind met een bijmenging van glaciaal materiaal. Bij fig. 22g is de hoeveelheid glaciale bestanddelen veel groter dan bij het vorige type, hetgeen duidelijk blijkt uit het percentage niet-gerolde vuursteen en kristallijne

restgroep. Verder is de overeenkomst met fig. 22e groot.

De samenstelling van een monster recent Elbe-materiaal wordt in fig. 22h uitgebeeld. Dit Elbe-grind gelijkt wat de samenstelling betreft sterk op het grind van fig. 22e.

Tussen Winterswijk en Stadtlohn werd grind gevonden dat overeenkomst vertoont met het grind van de „aeltsten Diluvialschotter” (fig. 22i). Fig. 22j stelt de samenstelling van een Rijngrind van het Hoofdterras ten westen van Bonn voor. Het kwartspercentage is belangrijk lager dan bij het vorige monster en ook komen veel minder restkwartsen voor. Nog minder kwarts wordt bij het Midenterras-grind van de Rijn gevonden (fig. 22k), terwijl 2 of meer procent porfier aanwezig is.

Tenslotte toont fig. 22l de samenstelling van een monster uit de Belgische Kempen. Typisch is de hoeveelheid niet-gerolde vuurstenen.

## HOOFDSTUK VII

## STENEN-, GRIND-, ZAND- EN KLEI-ONDERZOEK: EEN VERGELIJKING

De wijze waarop zowel zand als grind voor het onderzoek gereed gemaakt worden is zeer verschillend. Zo wordt het zand in zuren gekookt en met behulp van bromoform in lichte en zware mineralen gescheiden. Stenen en grind worden slechts met water gereinigd, zodat de voorbehandeling van dit grove materiaal minder tijdrovend is.

Bij de zware mineralen worden 100 doorzichtige deeltjes gedetermineerd. De opake mineralen zijn hier dus niet bij inbegrepen en het totaal aantal deeltjes dat bewerkt wordt bedraagt dikwijls meer dan 200. Hetzelfde geldt voor de lichte mineralen. Daar hierbij de ongekleurde kwartsen op dezelfde wijze als de opake mineralen bij het zware mineralenonderzoek behandeld worden, moet ook hier een veel groter aantal dan 100 bewerkt worden. Van het grind worden indien mogelijk 300 deeltjes per monster genoteerd en wat het aantal te bewerken componenten betreft bestaat er dus geen groot verschil met het zand.

Enige tijd geleden gaf Zonneveld (1953) een overzicht van de verschillende oorzaken waardoor het beeld van de zware mineralensamenstelling voor stratigrafische doeleinden onduidelijk kan zijn. We willen slechts in het kort nagaan in hoeverre bij stenen en grind dezelfde oorzaken een rol spelen, vooral daar hierop reeds groten-deels in hoofdstuk III is ingegaan. Zowel bij het zand als bij stenen en het grind komen grote verschillen in samenstelling voor, die gebonden zijn aan de korrelgrootte. Zou het grind van 2—20 mm in z'n geheel bewerkt worden dan zouden de hierdoor veroorzaakte verschillen van dien aard zijn, dat de methode onbruikbaar zou zijn. Bij het grind wordt het bezwaar van de granulaire variatie (Doeglas, 1952) ondervangen door de deeltjes van 5—20 mm te bewerken en tevens aan te geven hoeveel deeltjes per monster aanwezig zijn van 5—8, 8—13 en 13—20 mm. Bij het zand is de kleinste grens van de fractie 10-maal kleiner dan de grootste (0.05—0.5 mm). Dit is dus te vergelijken met de grindfractie (2—20 mm). Het verwekt dan ook geen verwondering, dat bij het zand door de granulaire

variatie belangrijke verschillen kunnen optreden. Het lijkt daarom wel nuttig om bij het zware mineralen-onderzoek gegevens omtrent de grootte te vermelden.

Het is mogelijk, dat de samenstelling van het zand na de sedimentatie verandert door de oplossing van weinig resistente mineralen. Het verschijnsel, dat bepaalde grindbestanddelen door verwerking verdwijnen, is algemeen bekend en in hoofdstuk III zijn hier voorbeelden van gegeven. Hoe dit bij het zand ook zij, bij het grind moet hiermede terdege rekening gehouden worden.

De opname door een rivier van ouder materiaal kan de samenstelling in zo'n sterke mate beïnvloeden, dat geen conclusies omtrent de ouderdom van een afzetting mogelijk zijn. Het kan voorkomen, dat het oudere materiaal alleen uit zand bestaat en in dit geval blijft de samenstelling van het grind onveranderd. Dit alleen reeds is een belangrijk argument om niet alleen het zand, doch ook het grind in het onderzoek te betrekken.

Uit het bovenstaande blijkt, dat men bij het zand, het grind en de stenen ongeveer dezelfde problemen ontmoet. Evenwel is de invloed van het transport nog buiten beschouwing gelaten. Bij het grind is deze zeker van belang. In hoofdstuk III is reeds uiteengezet, dat deze invloed het sterkst is gedurende het begin van het transport en dat nadien de samenstelling weinig meer verandert. Dit neemt echter niet weg dat bij de Rijn-afzettingen in stroomafwaartse richting een kwartstoename van ongeveer 10% per 100 km geconstateerd werd. Dat er ook een verandering in deze mate bij het transport van zanden optreedt, valt te betwijfelen. Zeker zal de wijze van transport hierbij een belangrijke rol spelen terwijl bovendien het verschil in de resistentie tussen de grindcomponenten onderling veelal groter is dan bij de zware mineralen.

Interessant is natuurlijk de vraag, of met de methoden van zandonderzoek meer onderscheidingen bij de sedimenten mogelijk zijn dan bij die van het grindonderzoek. Vergelijken we b.v. de zware mineralensamenstelling van de witte zanden van Midden-Nederland met de grind-

samenstelling dan blijkt, dat er bij het zand 2 verschillende associaties voorkomen die onderling slechts zeer weinig verschillen. Bij het grind van 5—20 mm zijn de verschillen echter veel meer uitgesproken dan bij het zand. Dit geval staat niet op zich zelf. In dit verband willen we nog wijzen op de pleistocene Rijnsedimenten. Afzettingen van de Rijn ouder dat het Bovenste Midden-terras bezitten de S(aussuriet)-associatie. Het grind geeft echter meer verschillen, die tevens van belang zijn voor de stratigrafie. Deze voorbeelden nemen niet weg, dat er ook gevallen voorkomen waarbij in één pakket 2 verschillende zware mineralen-associaties en slechts 1 grind-associatie te onderscheiden zijn.

Naast de hierboven omschreven verschillen zijn er ook gevallen bekend waarbij, blijkens de samenstelling, het zand en de stenen van één afzetting een verschillende herkomst bezitten. Dit doet zich bijvoorbeeld voor bij een afzetting in de provincie Noord-Brabant. Het zand bestaat hierbij uit Rijnmateriaal, terwijl de zeer grove bestanddelen vrijwel geheel uit Maas-componenten samengesteld zijn. We willen er tenslotte op wijzen dat door röntgenografisch onderzoek het duidelijkst verschil tussen het witte zand van Midden-Nederland (type Hellendoorn) en dat van Lieth en Sylt (Kaolienzand) gevonden wordt.

Duidelijk blijkt dus het belang van de bewerking van het gehele sediment. Fig. 23 geeft een overzicht van de verschillende methoden van onderzoek hiervan. Voor die van grind en stenen kan naar hoofdstuk V verwezen worden. Het zand van 0.05—0.5 mm wordt veelal in z'n geheel bewerkt en alleen in speciale gevallen is het materiaal zeer gefractioneerd onderzocht (van Andel, 1950; Gullentops, 1954; Zonneveld, 1946). In dit verband moet nog vermeld worden, dat volgens Crommelin (1953) bij de fractie van 0.21—0.5 mm het zware mineralenbeeld de duidelijkste verschillen geeft tussen de bruine en de witte zanden van Midden-Nederland.

De silt-fractie werd door Crommelin (1947, 1949) bewerkt. Hierbij worden niet, zoals bij het zand, de zware van de lichte mineralen gescheiden. Crommelin onderzocht bij het silt de fracties van 0.01—0.025 en van 0.025—0.05 mm. De belangrijkste verschillen in samenstelling tussen beide fracties worden veroorzaakt door de glimmers (Crommelin, 1949).

Het materiaal kleiner dan 0.01 mm wordt röntgenografisch onderzocht. Favejee (1951) bewerkt het materiaal van 0.002—0.01, 0.0005—0.002 en <0.0005 mm afzonderlijk. Tussen deze fracties kunnen belangrijke verschillen in samenstelling optreden en als voorbeeld vermeldt deze onderzoeker dat het kwartspercentage van het Waddenslib in de fractie 0.0005—0.002 mm 30—

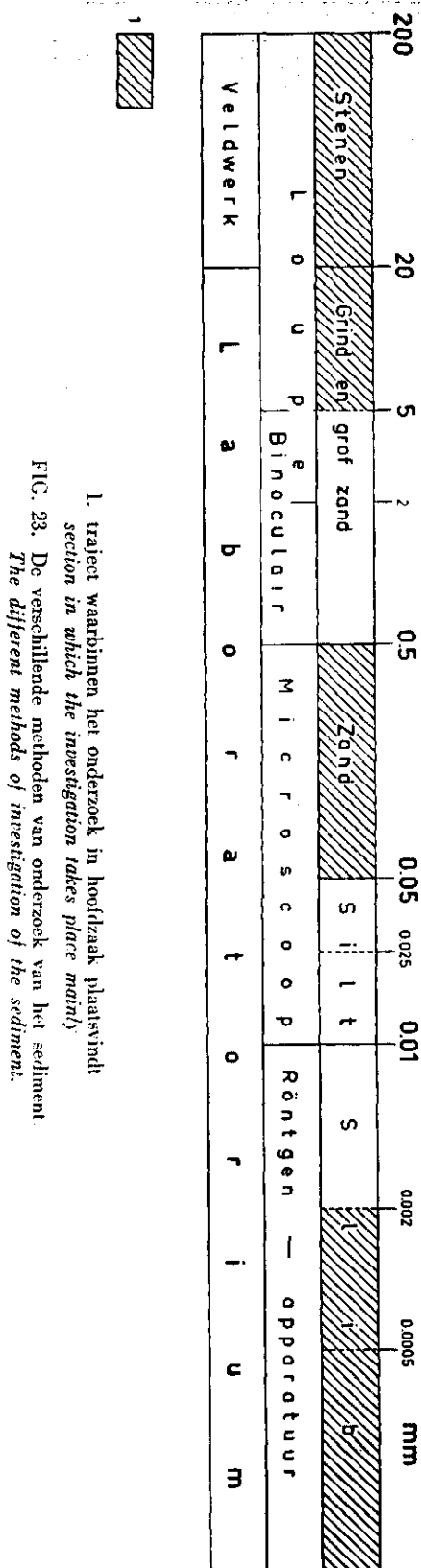


FIG. 23. De verschillende methoden van onderzoek van het sediment. The different methods of investigation of the sediment.

40 en in de fractie  $< 0.0005$  mm in het algemeen minder dan 5 is. In hoofdzaak wordt echter het materiaal van  $0.0005$ — $0.002$  en  $< 0.0005$  mm onderzocht (Dr J. C. L. Favejee, mondel. meded.). In het onderzoek van het gehele sediment zullen dus wel ongeveer 10 verschillende fracties betrok-

ken moeten worden. Wanneer alleen de fracties bewerkt worden die het gemakkelijkst voor onderzoek toegankelijk zijn en waarbinnen het onderzoek in hoofdzaak plaatsvindt dan wordt dit aantal echter teruggebracht tot 5 (zie fig. 23).



DEEL II  
RESULTATEN

## HOOFDSTUK VIII

## KAOLIENZAND

Op het eiland Sylt (Noord-Duitsland) vindt men verscheidene goede ontsluitingen. Van de aldaar te bestuderen sedimenten heeft vooral de als Kaolienzand gekarteerde afzetting bekendheid verworven. Ook in Nederland bestaat voor dit sediment belangstelling vooral door het voorkomen van zand dat in verschillende opzichten op dat van het eiland Sylt gelijkt.

Kaolienzand blijkt zeer kwartsrijk te zijn, terwijl verder de niet-kwartsen gebleekt zijn. Hierdoor bezit het sediment een opvallend witte kleur. Voorts draagt het voorkomen van kaolinit hier in belangrijke mate toe bij (Gripp, 1933). Ook de in deze afzetting voorkomende veldspaten zijn wit. De kwartsen zijn grotendeels doorschijnend en slechts een gering aantal moet als melkkwarts beschouwd worden. Bij de stenen die groter dan 30 mm zijn, neemt het aantal melkkwartsen snel toe hetgeen de reden is waarom Wirtz & Illies (1951a) vermeld hebben, dat de pegmatitische kwartsen geheel ontbreken. Van de kwartsen van 5—20 mm bezit ongeveer 20% een grijszwarte en blauwe kleur. Verder komen enige rose kwartsen voor. De kwartsen zijn in het algemeen duidelijk afgerond, terwijl de niet-kwartsen dit veel minder zijn (Wirtz & Illies, 1951a). Vrij bekend zijn de vele verkiezelde kalkstenen uit het Kaolienzand en talrijke sponzen en koralen zijn beschreven (Stolley, 1900).

Daar Kaolienzand op het eerste gezicht een sterke gelijkenis vertoont met de witte zanden van Midden-Nederland werden op Sylt enige monsters van dit materiaal verzameld. Tabel 8 toont de gemiddelde samenstelling van de stenen, het grind en het zand. Verder geeft fig. 18a een indruk omtrent de samenstelling van enige fracties.

Een ander vrij bekende vindplaats van deze witte zanden ligt te Lieth nabij Elmshorn (Noord-Duitsland). Ook het materiaal hiervan werd in het onderzoek betrokken. Dr Crommelin, die het zand onderzocht, vond dat de zanden van Sylt en die van Lieth belangrijk in samenstelling verschillen. Crommelin (1953, 1954) rekent daarom de witte zanden van Lieth niet tot het echte

Kaolienzand. Nadien werd het Kaolienzand van Sylt opnieuw onderzocht. Er werden onder meer zowel monsters uit een grove laag, als uit een zandlaag tussen leemlagen verzameld. Dit onderzoek had tot resultaat, dat het zand tussen de leemlagen een volkomen andere samenstelling vertoont dan het andere zand. Zo werd uit het zand, afkomstig van de zandlens tussen de leemlagen, bij de niet-opake mineralen 5 epidoten, 20 granaten en 1 topaas gevonden (Weyl, Rein & Teichmüller, 1955). Hieruit blijkt dus, dat een deel van het Kaolienzand van Sylt ongeveer dezelfde samenstelling bezit als dat van Lieth (zie tabel 8). Bij het grind van Lieth werd naast enkele grijze veldspaten 1 veldspaat met een zwak rode kleur gevonden. De grindmonsters van Sylt bevatten slechts witte veldspaten zodat er wel enig verschil tussen de grinden van Sylt en Lieth schijnt te bestaan. Het verschil in samenstelling is echter al zeer gering en *wij zien vooral in verband met bovenvermeld zandonderzoek hierin dan ook geen reden het Kaolienzand van Sylt als een andere afzetting te beschouwen dan het witte zand van Lieth*. We willen er niet op ingaan in hoeverre de verwerking bij deze afzettingen een rol gespeeld heeft. Hiervoor zij naar de publicaties van van Andel (1952), Weyl, Rein & Teichmüller (1955) en Weyl (1949) verwezen.

Het materiaal van 0.5—2  $\mu$  en < 0.5  $\mu$  uit het zand van Lieth werd door Dr Favejee te Wageningen onderzocht. Volgens een mondelinge mededeling van genoemde onderzoeker vormt bij het zand van Lieth kaolinit het hoofdbestanddeel. Dr Favejee merkte dan ook op, dat, wat deze component betreft, het sediment van Lieth terecht de naam Kaolienzand draagt.

Kaolienzand is op talrijke plekken aangetoond en de verbreiding komt op het kaartje van Anderson (1953) goed tot uitdrukking. In Denemarken is Kaolienzand bekend uit het Grejsdal bij Vejle (Ravn, 1928) en ook het continentale Tertiair van Oost-Duitsland (Berger, 1941; Hucke, 1928) toont een zeer sterke overeenkomst met de hier genoemde zanden van Sylt en Lieth. Volgens Wildvang (1936) komen de zanden ook

	totaal kwarts total quartz	melkkwarts milky quartz	resikwartz group of other quartz pebble	kristallijn crystalline										vuursteen flint		groep van de andere pebble group of the other pebble	grootte in mm size in mm	
				kw. met wit vldsp. deeltje quartz with white part of feldspar	witte en grijze vldsp. white and grey feldspar	porfier porphyry	rode vldsp. red feldspar	rest group of other crystalline pebble	niet-gerold non-rounded	gerold rounded	ringenkiezel silica rings	pyriet-kwartziet pyrite-quartzite	oöliet obolite	hydriet/radiolariet hydrite/radiolarite	restgroep group of the other pebble			
Kaolienzand, Sylt (D.)	65	10	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	20—30
" " Lieth (D.)	86	2	84	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	5—20
" " Lieth (D.)	78	1	77	8	6	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—	8	5—20

	toermalijn tourmaline	zirkoon zircon	granaat garnet	rutiel rutile	stauroliet staurolite	disheen kyanite	andalusiet andalusite	sillimaniet sillimanite	topaas topaz	chloritoid chloritoid	epidoot epidote	saussuriet saussurite	groene hoornblend green hornblende	augiet augite	titaniet titanite	enstatiet enstatite	hyperstheen hypersthene	grootte in mm size in mm
Kaolienzand, Sylt (D.) <sup>1)</sup>	15	1	1	2	24	32	3	19	—	×	1	1	×	×	—	×	1	0.21—0.5
" " Lieth (D.) <sup>1)</sup>	7	—	52	—	9	9	1	7	2	—	11	—	2	—	—	—	—	0.21—0.5

<sup>1)</sup> volgens Crommelin (1953), betr. 1 monster

TABEL 8. De gemiddelde samenstelling van enige Kaolienzandmonsters.

nabij Nederland voor. Ze zijn uit boringen van het eiland Spiekerroog bekend, terwijl bij Norden deze zanden op 23 m beneden de zeespiegel moeten voorkomen. Nabij Wilhelmshafen werd volgens Häntzschel, Brand, Brockmann, Oldewage & Pfaffenberg (1941) Kaolienzand op 35—58 m beneden de zeespiegel aangeboord. Helaas is het materiaal van de hierboven genoemde vindplaatsen echter niet petrografisch onderzocht. Meer waarde moet daarom gehecht worden aan het onderzoek van Dechend & Sindowski (1956). Het door deze onderzoekers in de omgeving van Emden bewerkte materiaal van boringen blijkt, uit de aanwezigheid van vuurstenen en fris kristallijn materiaal, geen Kaolienzand te zijn. Een deel ervan is van Mindel-ouderdom. In hoeverre de door Richter (1955) naar voren gebrachte mening omtrent een parallelisatie van een deel van het Kaolienzand van Sylt met een afzetting in het Neder-Eemsgebied juist is, dient nog nader onderzocht te worden. Waarschijnlijk kunnen goede resultaten van röntgenografisch onderzoek verwacht worden.

Reeds werd vermeld, dat in de Kaolienzanden veel verkieselde fossielen uit het Siluur voorkomen. Aan de hand hiervan gelukte het Hucke (1928) en Stolley (1900) het gebied van herkomst hiervan tussen Midden-Zweden en Estland vast te stellen. Postelmann (1937) onderzocht de

blauwe kwartsen en kwam tot de conclusie, dat het gebied nabij Upsala en Smoland veel materiaal geleverd moet hebben. Verschillende gegevens wijzen er op, dat er een rivierstelsel geweest is, dat van Scandinavië in zuid-westelijke richting afwaterde (zie ook fig. 1 bij Woldstedt, 1950).

Het Kaolienzand is blijkens de ligging jonger dan Limonietzandsteen. Volgens Wirtz (1949) heeft laatstgenoemde afzetting een Poederliouderdom. Verder wordt Kaolienzand bedekt door de grondmorene uit de Mindel (Elster)-tijd. Daar in het Kaolienzand stenen tot 15 cm lengte gevonden zijn, achten Jörgensen (1944) en Wirtz & Illies (1951a) een gedeeltelijk transport van het materiaal door middel van ijs waarschijnlijk. Jörgensen (1944) denkt, dat dit in het Pliocene plaatsgevonden heeft. Wirtz & Illies (1951a, 1951b) plaatsen de afzettingen in de Günz-tijd. Richter (1952) heeft de afrondingsgraad van de niet-kwartsen bepaald en meent, dat een glaciële beïnvloeding van de vorm mogelijk is. Door pollen-analytisch onderzoek is onlangs echter aangetoond, dat het Kaolienzand van Sylt ouder dan de Günz-tijd is en volgens Rein (1955), Weyl, Rein & Teichmüller (1955) heeft de afzetting absoluut dezelfde ouderdom als de bovenpliocene Klei van Reuver.

## HOOFDSTUK IX

## AFZETTINGEN VAN DE MIDDEN-DUITSE RIVIEREN

## § 1. HET GRIND- EN ZANDTYPE HELLENDOORN

Bij de Nederlandse stuwwallen komen op talrijke plekken zanden voor die vrijwel dezelfde witte kleur vertonen als het Kaolienzand van Sylt. Vooral in het midden van de provincie Overijssel worden de zanden vaak gevonden om welke reden zij type Hellendoorn werden genoemd. Wanneer deze zanden aan de oppervlakte voorkomen, worden zij veelal gekenmerkt door een sterk ontwikkeld heidepodzolprofiel. Evenals het Kaolienzand zijn de bedoelde witte zanden zeer kwartsrijk en bezitten ook veel veldspaten (tabel 9). Deze veldspaten hebben echter niet de intens witte kleur van die van het Kaolienzand van Sylt. Bij Lieth werd tevens een zwak rode en enige grijze veldspaten gevonden. Het verschil

in samenstelling van het grind is dan ook het geringst tussen het grind uit het Kaolienzand van Lieth en dat van de erop gelijkende zanden van Midden-Nederland.

Daar het kwartspercentage van de afzettingen zeer hoog is, werden van een aantal monsters 100 kristallijne deeltjes verzameld. Bij het grindtype Hellendoorn werden op de 100 kristallijne bestanddelen gemiddeld 2 porfieren gevonden, bij het Kaolienzand van Sylt en Lieth daarentegen gemiddeld minder dan 1. Verder bleek op dit aantal kristallijne bestanddelen de kristallijne restgroep bij het grindtype Hellendoorn veel groter te zijn. Belangrijk is ook, dat bij het Kaolienzand geen lydiet/radiolariet aangetroffen werd.

Beide witte zanden bevatten talrijke fossielen uit het Siluur. In Nederland werd echter tevens

	totaal kwarts	melkkwarts	restkwarts	kristallijn						vuursteen		ringankiesel	pyriet-kwartsiet	oöljet	lydjet/radiolariet	restgroep	grootte in mm
				kw. met wit vldsp. deeltje	witte en grijze vldsp.	porfier	rode vldsp.	rest	niet-gerold	gerold							
Grindtype Hellendoorn	78	2	76	6	5	×	×	×	—	—	×	—	—	—	—	10	5—20
" "	82	2	80	5	7	—	×	×	—	—	×	—	—	—	×	6	3—5
" "	87	1	86	4	5	—	×	×	—	—	×	—	—	×	×	3	2—3

	toermalijn	zirkoon	granaat	rutiel	stauroliet	distheen	andalusiet	sillimaniet	topaas	chloritoid	epidoot	saussuriet	groene hoornblende	bruine hoornblende	augiet	titaniet	korund	hyperstheen	grootte in mm
M.-associatie :																			
Hellendoorn-type <sup>1)</sup>	14	1	27	1	13	8	2	7	2	×	13	5	5	×	1	—	×	1	0,21—0,5
" " <sup>2)</sup>	11	3	22	4	10	11	2	7	×	×	26	1	3	—	—	×	×	—	0,05—0,5

<sup>1)</sup> volgens Crommelin (1953) <sup>2)</sup> volgens de Jong (1955)

TABEL 9. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van type Hellendoorn.

een ammonietfragment (Filipsberg) gevonden, enige stukjes spons, waarschijnlijk Rhizopoterion (Lemelerberg en Dieren) en verder verscheidene belemniet- en schelpfragmenten (Elten, Ermelo, (Filipsberg, Hellendoorn, Lemele, Uchelen, Wyler). We zullen in § 4 van dit hoofdstuk nog verder bij deze fossielen stilstaan doch willen hierop vooruitlopend, reeds constateren, dat in de witte zanden van Nederland enige bestanddelen voorkomen die uit oostelijke richting aangevoerd moeten zijn.

De samenstelling van het grind van de zuidelijkst aangetroffen witte zanden (vindplaatsen Lochem, Terlet, Dieren, Arnhem, Elten en Wyler) vertoont een geringe bijmenging van Rijn-materiaal. We willen thans echter niet verder ingaan op de samenstelling van het Rijngrind en verwijzen hiervoor naar hoofdstuk X. Er moet verder gewezen worden op het hogere percentage melkkwarts bij de genoemde monsters en de soms iets grotere hoeveelheid rode veldspaat en deeltjes van de kristallijne restgroep (zie ook fig. 18c).

Het zware mineralen-onderzoek van deze Nederlandse witte zanden werd, onder meer, door Crommelin (1953) verricht, die voorstelde de namen M. associatie: Hellendoorn type te gebruiken (zie tabel 9). Er werd geen belangrijk verschil gevonden tussen de zuidelijk (vindplaatsen: Dieren, Lochem, etc.) en de noordelijk gelegen witte zanden met M. associatie: Hellendoorn type.

Van Baren (1934) heeft indertijd de lichte fractie van de witte zanden onderzocht. Bij de Scheemda-provincie, die in wezen volgens Crommelin (1953) identiek is met de Enschede-provincie en de M.-associatie, toonde van Baren aan, dat de veldspaten grotendeels uit mikroklien bestaan. Crommelin (1953) heeft de veldspaten van een monster van het type Hellendoorn onderzocht en vond, dat vooral dit type wit zand rijk aan mikroklien is. Zo bleek van 100 willekeurig verzamelde veldspaten het aantal mikrokliendeeltjes bij het zandtype Hellendoorn 43 en verder bij Kaolienzand 49 te zijn. Ook in dit opzicht is de overeenkomst tussen Kaolienzand en het zandtype Hellendoorn dus treffend.

De resultaten van röntgenografisch onderzoek zijn echter niet gelijklopend. Zo deelde Dr Favejee mondeling mede, dat bij het monster van Lieth het hoofdbestanddeel van de fracties  $0.5-2 \mu$  en  $> 0.5 \mu$  kaoliniet is. Bij een monster van type Hellendoorn bevatten deze fracties eveneens kaoliniet, doch in een zo'n geringe hoeveelheid dat in dit opzicht de samenstelling niet afwijkt van die van de andere gestuwde lemen. Bij het type Hellendoorn bleek het hoofdbestanddeel van de fractie  $0.5-2 \mu$  kwarts te zijn en van de fractie  $< 0.5 \mu$  illiet. Hoewel

het onderzoek slechts betrekking had op een gering aantal monsters blijkt toch hieruit, dat in dit geval bij de fijnste fracties het belangrijkste verschil in samenstelling gevonden wordt. Hierdoor wordt weer het belang aangetoond van het onderzoek van het hele sediment.

We hebben er op gewezen, dat enige grove bestanddelen van het type Hellendoorn het bewijs zijn, dat een bijmenging van materiaal van Midden-Duitse rivieren, zoals de Eems onmiskenbaar is.

Verder blijkt uit de samenstelling, dat er een grote overeenkomst aanwezig is tussen het grind uit het Kaolienzand en het grind van het Hellendoorn type. Het is daarom zeer wel mogelijk, dat het grind van type Hellendoorn zeer veel bestanddelen uit het echte Kaolienzand en slechts een geringe bijmenging van oostelijk materiaal bevat. De aanwezigheid van glauconiet in enige monsters uit het noorden van het land maken het echter waarschijnlijk, dat ook materiaal ouder dan Kaolienzand opgenomen is. Een deel van de kristallijne restgroep van het type Hellendoorn bestaat misschien uit glaciaal materiaal. Een nader onderzoek hieromtrent is evenwel nog gewenst.

Crommelin (1953) is onder meer uitvoerig op de herkomst van topaas bij type Hellendoorn ingegaan. Rost (1933) heeft dit mineraal uit het Tertiair van Leipzig beschreven en de oorsprong ervan in het Elbe-zanden bevatten dit mineraal (Crommelin & Maaskant, 1940). Het is echter, blijkens de verhouding van de verschillende metamorfe mineralen, niet waarschijnlijk, dat het Tertiair van Leipzig als gebied van oorsprong van de witte zanden van Nederland beschouwd moet worden. Crommelin (1953) neemt voor deze Nederlandse zanden een menging van het materiaal uit het Elbegebied en van Kaolienzand aan.

Edelman (1938) heeft de mogelijkheid geopperd, dat bij de Scheemda-provincie sprake is van een afzetting uit de Mindeltijd. Ook Crommelin (1953) kwam door de gegevens van de boring te Harderwijk tot een soortgelijke conclusie. Edelman & Maarleveld (1956) hebben deze afzetting de Zone van Harderwijk genoemd. Wiggers (1955) heeft onlangs een boring van Schokland beschreven. Hier komt het Icenien (zie Brouwer, 1948) op een diepte van meer dan 200 m. - N.A.P. voor (Voorthuysen, 1954) en aangezien boven de witte zanden een afzetting uit het Needien ligt, plaatste Wiggers (1955) de zanden met de M.-associatie dan ook met zekerheid in het Taxandrien (zie voor Taxandrien: van der Vlerk & Florschütz, 1953). Brouwer (1948) vond in het materiaal van boring S3 van

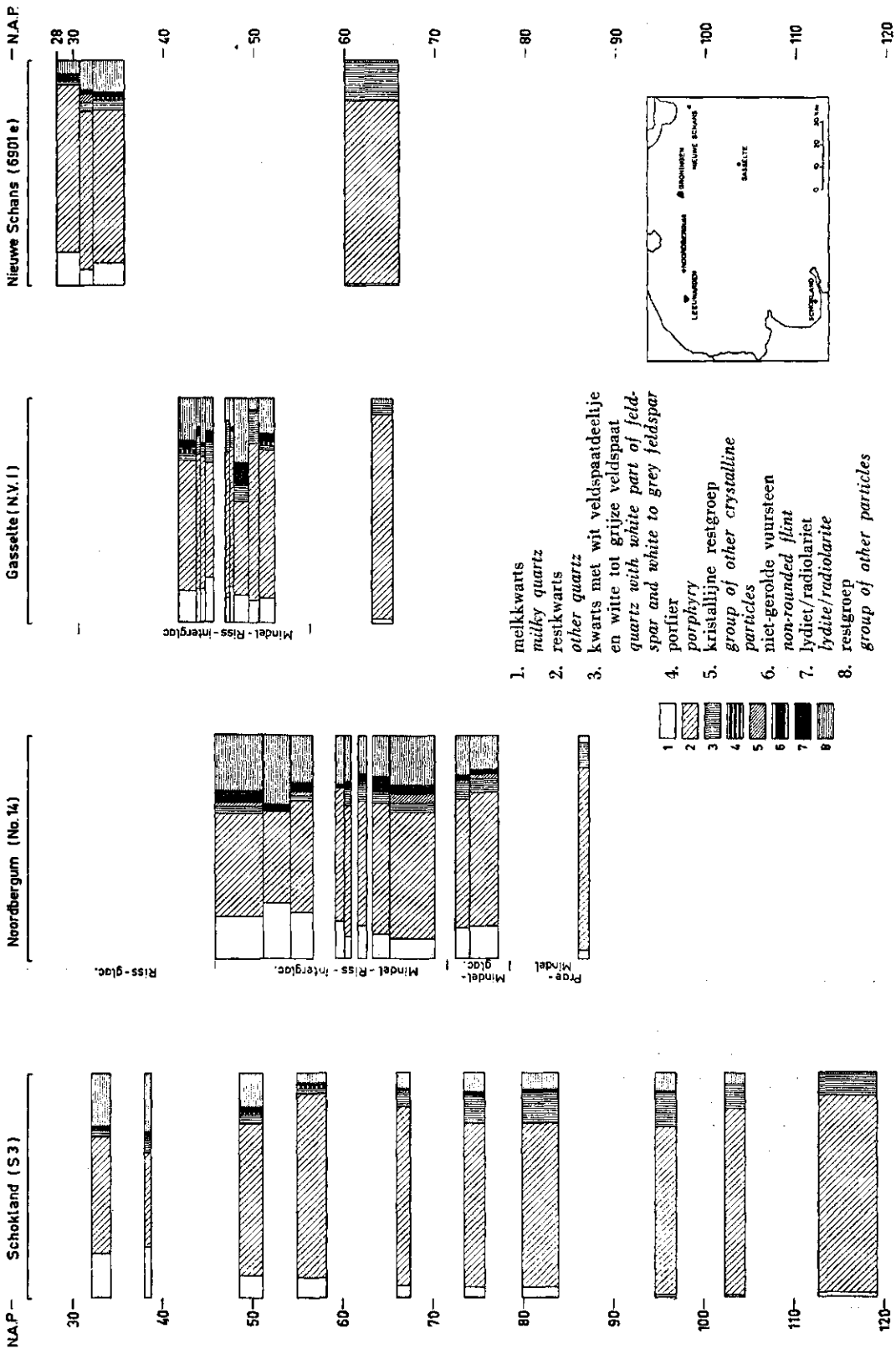


FIG. 24. De samenstelling van het grind uit enige boringen in het noordelijk deel van Nederland (stratigrafie volgens Brouwer, 1948).  
Composition of the pebble from some borings in the northern part of the Netherlands (stratigraphy according to Brouwer, 1948).

Schokland op een diepte van 61.75—63.75 m—N.A.P. een koud spectrum. Brouwer meent, dat deze „koude” afzetting zich op overeenkomstige diepte te Lemsterland en Spannenburg bevindt en meent verder, dat de laag een Mindel-ouderdom bezit. Daar eerst op ongeveer 100 m beneden N.A.P. te Schokland (fig. 24) het type Hellendoorn aangetroffen werd, volgt hieruit, dat dit sediment na het Tiglien en voor of gedurende de Mindeltijd afgezet werd.

Brouwer (1948) heeft veel materiaal voor zijn profiel Bergumerheide ter beschikking gehad, zodat het mogelijk was om in hoofdzaak veenlensjes te bewerken. Hier werd het type Hellendoorn op ongeveer 85 m - N.A.P. gevonden en dit bevindt zich, evenals te Schokland, boven het mariene Onder-Pleistoceen. Op een diepte van 46—63 m—N.A.P. wordt hier het mariene Mindel-Riss interglaciaal gevonden, terwijl, volgens platen XLIV en XLVI uit het proefschrift van Brouwer (1948), tussen 71 en 79 m—N.A.P. afzettingen uit de Mindeltijd voorkomen. Volgens de tabel op pag. 333 uit genoemde studie moeten echter de afzettingen tussen 71 en 87 m—N.A.P. tot het Mindel-glaciaal gerekend worden en houdt Brouwer rekening met een Mindel-interstadaal. Hierbij moet echter opgemerkt worden, dat de Pinus-top van het door Brouwer genoemde Mindel-stadaal I zeer flauw en belangrijk minder duidelijk is dan die van zijn Mindel-stadaal II. Aangezien weinig met zekerheid bekend is omtrent de aanwezigheid van Mindel-interstadialen volgen wij Brouwer's indeling van zijn platen XLIV en XLVI.

Het materiaal van boring Gasselte werd ook pollenanalytisch door Brouwer (1948) onderzocht. Hij vond op een diepte, waar type Hellendoorn aanwezig is een afzetting waarin, blijkens de polleninhoud, thermofiele bomen niet geheel ontbreken. Over dit onderste deel van de grove afzetting wordt geen duidelijke uitspraak gedaan. De boring Nieuwe Schans kan helaas niet met de door middel van de pollen-analyse verkregen gegevens vergeleken worden (fig. 24).

Brouwer (1948) heeft verder uitvoerig stilgestaan bij de resultaten van het zware mineralen onderzoek van Edelman (1933) en Böhmers (1937), zodat wij hiernaar kunnen verwijzen.

Steenhuis (1937) heeft van veel materiaal uit de boringen het kwartspercentage bepaald. Bij de boring S3 te Schokland rekent genoemde schrijver, op grond van dit percentage, het materiaal tussen 85.50 en 137.6 m tot het Prae-Riss Ho: Ouder Niveau, waarmede dus de afzetting bedoeld is waarin type Hellendoorn gevonden werd. Verder vond Steenhuis te Blankenham op een diepte tussen 82.10 en 113.60 m dezelfde afzetting.

Het materiaal van een boring uit het zuidelijk deel van de Dollart werd door Dechend & Sindowski (1956) bewerkt. *Het grind, dat ongeveer dezelfde samenstelling bezit als type Hellendoorn, werd van 15 tot 30 m beneden N.A.P. gevonden. Op grond van pollen-analytisch en petrografisch onderzoek werd de grindbevattende afzetting een prae-Mindel-ouderdom toegekend. Mede op grond van de door Brouwer bij boring Bergumerheide verkregen gegevens (zie fig. 24) willen wij, in afwachting van nadere gegevens, ons hierbij aansluiten.*

## § 2. GRIND EN ZAND VAN DE ELBE

Van de recente Elbe-afzettingen zijn een groot aantal zandmonsters door Crommelin & Maaskant (1940) onderzocht. De samenstelling van het grind werd slechts bij een drietal monsters uit de omgeving van Maagdenburg nagegaan (zie tabel 10). Het materiaal nabij deze stad is interessant omdat zich hierin componenten bevinden uit de Harz (aangevoerd door de Bode), het Thüringse Woud en het Ertsgebergte.

Het recente Elbe-grind blijkt in samenstelling sterk te verschillen van het grindtype Hellendoorn. Blijkens het percentage niet-gerolde vuursteen en de kristallijne restgroep moet een belangrijke bijmenging van reeds aanwezig glaciaal materiaal aangenomen worden. Het kwartspercentage bedraagt gemiddeld 45, doch het is aannemelijk, dat bij de oudere afzettingen dit percentage aanzienlijk hoger is.

Volgens Crommelin & Maaskant (1940) is het mineraal topaas uit het Tertiair van Leipzig en uit het Ertsgebergte afkomstig. Stroomafwaarts van de plek waar de Saale in de Elbe mondt, neemt het percentage topaas toe, zodat aangenomen mag worden dat ook de Saale en Elster een belangrijk aandeel in de leverantie van topaas hebben.

De sillimanieten van de Elbe behoren uitsluitend tot de vezelige variëteit en wijken hierdoor af van de sillimanieten van het Kaolienzand en de witte zanden van Nederland, waar een groot gedeelte uit de doorzichtige soort bestaat (Crommelin, 1953).

## § 3. GRIND EN ZAND VAN DE WEZER

In hoofdzaak werd Wezer-materiaal nabij de Basberg, oostelijk van Hameln verzameld. Dit materiaal moet volgens Grupe (1912) tot het Middenteras behoren. Volgens Lüttig (1952) bevinden zich hierin noordelijke componenten die van Mindelafzettingen afkomstig zijn. Opvallend is het, dat in dit materiaal van het Middenteras geen vuursteen aangetroffen werd, hoewel het

	totaal kwarts	melkkwarts	restkwarts	kristallijn						vuursteen		pyriet-kwartsiet	oëliet	lydiët/radiolariet	restgroep	grootte in mm
				kw. met wit vldsp. deeltje	witte en grijze vldsp.	porfier	rode vldsp.	rest	niet-gerold	gerold						
Elbe-materiaal nabij Maagdenburg	45	17	28	2	1	4	1	7	2	—	—	—	—	2	36	5—20

	toermalijn	zirkoon	granaat	rutiel	stauroliet	distheen	andalusiet	sillimaniet	topaas	chloritoid	epidoot	sausuriet	groene hoornblendende	bruine hoornblendende	augiet	titaniet	enstatiet	hyperstheen	grootte in mm
Elbe-materiaal nabij Maagdenburg <sup>1)</sup>	5	×	17	×	3	1	2	4	7	—	1	5	8	3	44	—	—	×	0,05—0,5

<sup>1)</sup> volgens Crommelin & Maaskant (1940)

TABEL 10. De gemiddelde samenstelling van enige monsters uit de recente Elbe.

aantal rode veldspaat en de kristallijne restgroep in overeenstemming is met het beeld van een glaciële bijmenging. Het Wezer-materiaal bezit een opvallend rode kleur en het heeft een zeer laag kwartspercentage. Typisch is verder het betrekkelijk grote aantal porfieren. Het verschil met het recente Elbe-materiaal is bij het grind zeer duidelijk hetgeen tevens geldt voor de zware

mineralen (tabel 11). Hierbij komt nog, dat bij de sillimaniet een ongeveer gelijke hoeveelheid doorzichtige als vezelige soort voorkomt (Crommelin & Maaskant, 1940).

*Het materiaal met vrijwel dezelfde samenstelling werd op vele plaatsen noordelijk van de Porta Westfalica gevonden. Dat hier Wezer-materiaal voorkomt, was reeds lang bekend. Zo ver-*

	totaal kwarts	melkkwarts	restkwarts	kristallijn						vuursteen		pyriet-kwartsiet	oëliet	lydiët/radiolariet	restgroep	grootte in mm		
				kw. met wit vldsp. deeltje	witte en grijze vldsp.	porfier	rode vldsp.	rest	niet-gerold	gerold								
Wezer-materiaal (Middenterras)	2	2	—	—	—	9	—	1	—	—	—	—	—	—	—	3	85	20—30
Wezermateriaal (Middenterras)	5	4	1	1	—	5	2	6	—	—	×	—	×	—	—	2	79	5—20

	toermalijn	zirkoon	granaat	rutiel	stauroliet	distheen	andalusiet	sillimaniet	topaas	chloritoid	epidoot	sausuriet	groene hoornblendende	bruine hoornblendende	augiet	titaniet	enstatiet	hyperstheen	grootte in mm
Wezer-materiaal (Middenterras) <sup>1)</sup>	3	3	25	1	3	2	4	2	×	—	20	—	24	2	10	—	—	—	0,05—0,5

<sup>1)</sup> volgens Crommelin & Maaskant (1940)

TABEL 11. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van het Middenterras van de Wezer nabij Hameln.



meldde Stoller (1923) uit het gebied tussen Nienburg en de Dammerberge porfieren uit het Thüringse Woud. Deze porfieren zijn wel de gidsgesteenten van de Wezer genoemd. Nu wordt echter een deel van de porfieren door de Werra en de Hörssel in de Wezer gebracht, terwijl een ander deel van de porfieren uit het Thüringse Woud door de Gera en Ilm naar de Elbe vervoerd worden. Kurtz (1928) acht het voor een gebied, waar zowel invloeden van de Elbe als die van de Wezer aanwezig kunnen zijn, niet mogelijk aan de hand van deze componenten een uitspraak te doen over de aanvoer. Zo'n gebied ziet Kurtz ten westen van de Hunte. Hoewel dus blijkt, dat porfier — als een gidsgesteente bij uitstek — ons in de steek laat, menen we toch, dat het vooral door middel van het kwantitatieve onderzoek, mogelijk is het Wezer-materiaal van dat van de Elbe te onderscheiden.

Hierboven werd erop gewezen, dat verschillende onderzoekers reeds pleistoceen Wezer-materiaal in het gebied ten noorden van het middelgebergte hebben gevonden. Zo wezen Martin (1882), Weingärtner (1918) en vooral Dewers (1928) op het voorkomen van dit materiaal in de gestuwde afzettingen van de Dammerberge. Dewers denkt, dat dit materiaal waarschijnlijk tijdens de Risstijd afgezet is. Dienemann (1942) merkte op, dat dit materiaal gelijk is aan dat van het Midenterras van de Wezer. Volgens Keller (1954) gaat het hier om Wezer-materiaal met bijmenging van noordelijke bestanddelen die daar in de Mindeltijd neergelegd zijn. De mineralogische onderzoeken van Crommelin & Maaskant ondersteunen in sterke mate de gedachte, dat het materiaal dat het Midenterras bij Hameln vormt, in gestuwde positie in de Dammerberge voorkomt. Uit deze opvattingen blijkt, dat er vrijwel geheel overeenstemming bestaat omtrent de veronderstelling dat de gestuwde Wezer-pakketten identiek zijn met de Midenterras-afzettingen nabij Hameln.

Niet onvermeld mag echter blijven, dat het gemiddelde kwartspercentage van het Wezer-materiaal van de stuwwal van Damme 9 (monsternummers 45, 47—52, kaart I en tabel 25) bedraagt, hetgeen dus 4% hoger is dan bij Hameln. Een belangrijker verschil komt voor bij de restgroep. Bedraagt deze bij Hameln 79%, bij de afzettingen van de Dammerberge is dit ongeveer 60%. Ook is het aantal porfieren bij Hameln aanzienlijk lager dan in de Dammerberge, hetgeen eveneens geldt voor lydiet/radiolariet. Hierbij moet echter niet over het hoofd gezien worden, dat de afstand van Hameln naar de Dammerberge ongeveer 100 km bedraagt, zodat met een verandering in stroomafwaartse richting rekening gehouden moet worden. Moge-

lijk is de toename van het aantal resistente gesteenten toe te schrijven aan het verdwijnen van een aantal minder resistente gesteenten van de restgroep.

#### § 4. HET STENEN-, GRIND- EN ZANDTYPE NOORD-NEDERLAND

Het grindtype, dat deze naam bezit, komt zowel in het midden als in het noorden van Nederland voor. Aangezien in de noordelijke provincies vrijwel alleen deze associatie onder de keileem wordt aangetroffen, werd aan dit grindtype de naam Noord-Nederland gegeven. Afzettingen met dit grindtype hebben een witte kleur, doch zijn iets minder wit dan de reeds genoemde zanden van type Hellendoorn. Beide afzettingen worden tot de witte zanden van Midden- en Noord-Nederland gerekend.

Type Noord-Nederland bezit dikwijls een heidepodzolprofiel. Volgens het onderzoek van Schelling (1956) bevat bij Nierssen (westelijk van Vassen) 37% van deze witte zanden genoemd bodemprofiel.

*Het type Noord-Nederland werd ten zuiden van de lijn Garderen-Beekbergen niet meer bij de dagzomende lagen gevonden (zie ook fig. 33).* Men zou echter de mogelijkheid kunnen opperen, dat het materiaal meer zuidelijk op zo'n grote diepte voorkomt, dat het niet bij de glaciële stuwing betrokken werd. Het valt echter op, dat in de vrij lage stuwwal van Garderen het type Noord-Nederland gevonden wordt, terwijl in de ongeveer even hoge stuwwal van Ede deze afzetting tevergeefs gezocht werd. Het is daarom waarschijnlijk, dat de zuidgrens van het type Noord-Nederland op de Veluwe de genoemde ligging heeft.

Blijkens het bovenstaande wordt het type Noord-Nederland in een groot deel van Nederland gevonden. De samenstelling ervan is echter niet overal gelijk. Zo bedraagt het gemiddelde kwartspercentage van deze afzetting in Groningen en Drente 74, in Twente 55 en op de Veluwe 67. Het monster dat in het westelijk deel van Friesland werd gevonden bezit 63% kwarts. Verder werd nabij Winschoten (monsternummer 80), Gasselte (monsternummer 86) en Vasse (monsternummers 110 en 111) grind gevonden, dat in samenstelling niet of nauwelijks afwijkt van die van type Hellendoorn en het is hier dan ook blijkens kaarten II en III toe gerekend. Wat de monsters 80 en 86 betreft: zij behoren kennelijk tot dezelfde afzetting als de vele andere onderzochte monsters van Groningen en Drente. Binnen deze ene afzetting komen dus monsters voor die in verband met de samenstelling tot 2 verschillende typen gerekend moeten worden. De monsters bij Vasse (kaart III) bezitten, evenals de boven-

genoemde monsters, een iets hoger percentage melkkwarts dan bij type Hellendoorn voorkomt, zodat type Hellendoorn mogelijk niet geheel zuiver aanwezig is.

In het algemeen is het verschil tussen type Noord-Nederland en type Hellendoorn duidelijk. Zo bezit type Noord-Nederland een veel hoger percentage melkkwarts, meer porfieren en een grotere hoeveelheid lydiet/radiolriet (tabel 12).

*tingen, grind van de Midden-Duitse rivieren, een geringe hoeveelheid glaciaal grind en bovendien misschien een weinig Rijngrind (Maarleveld, 1952).*

Crommelin (1953) onderzocht de zware mineralen-samenstelling van 0.21—0.5 mm en vond, dat het mineraal topaas bij type Noord-Nederland duidelijk meer voorkomt dan bij type Hellendoorn. Dit geldt echter in mindere mate voor het

	totaal kwarts	melkkwarts	restkwarts	kristallijn						vuursteen		pyriet-kwartsiet	ooliet	lydiet/radiolriet	restgroep	grootte in mm
				kw. met wit vldsp. deeltje	witte en grijze vldsp.	porfier	rode vldsp.	rest	niet-gerold	gerold	ringenkiezel					
Stenentype Noord-Nederland	17	13	4	—	—	5	—	4	×	—	—	—	—	15	59	20—30
Grindtype " "	67	18	49	3	2	3	×	1	×	—	×	—	×	4	20	5—20
" " "	72	12	60	4	2	1	×	1	×	—	—	—	—	2	18	3—5
" " "	78	6	72	5	3	×	×	1	—	—	—	—	—	1	12	2—3
" " " (O. van de Eems)	58	13	45	5	2	5	×	2	×	—	—	—	—	3	25	5—20

	toermalijn	zirkoon	garnaal	rutiel	anaats	stauroliet	distheen	andalusiet	sillimaniet	topaas	chloritoid	epidoot	saussuriet	groene hoornblend	brune hoornblend	augiet	titaniet	enstatiet	hyperstheen	grootte in mm
M-associatie: Noord-Nederlandtype (Gelderland-Overijssel) <sup>1)</sup>	13	1	19	1	—	13	8	2	6	9	—	9	12	5	1	×	—	—	1	0,21—0,5
(Overijssel) <sup>2)</sup>	7	3	27	3	×	8	4	3	3	1	—	18	11	12	×	×	×	—	×	0,05—0,5
(Drente)	5	11	13	5	—	3	7	1	2	×	×	32	6	15	—	—	×	—	—	0,05—0,5

<sup>1)</sup> volgens Crommelin (1953) <sup>2)</sup> volgens Wiggers (1955)

TABEL 12. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van type Noord-Nederland.

Evenals het grindtype Hellendoorn heeft het type Noord-Nederland veel materiaal aan het Kaolienzand of oudere tertiaire afzettingen ontleend, terwijl — zoals we hierna zullen zien — het grotere aantal porfier en lydiet/radiolriet wijst op een grote hoeveelheid materiaal van de Midden-Duitse rivieren. Door het geheel ontbreken van Maas-bestanddelen moet het voorkomen van niet-gerolde vuursteen bij het type Noord-Nederland verklaard worden door aanwezigheid van glaciële bestanddelen. Al het noordelijk materiaal is sterk afgerond en kan dus niet in verband gebracht worden met een op zeer korte afstand liggend ijsfront (Steenhuis, 1916a). *Het Noord-Nederland type zal volgens het bovenstaande dus samengesteld zijn uit grind afkomstig uit het Kaolienzand of oudere tertiaire afzet-*

materiaal van 0.05—0.5 mm. Verder blijkt, dat het gemiddelde percentage saussuriet bij type Noord-Nederland veel hoger is dan bij type Hellendoorn en verder, dat het totaal aantal metamorfe mineralen bij het laatstgenoemde type groter is. Betreffende de lichte mineralen merkte Crommelin (1953) nog op dat het aantal mikroklien bij type Noord-Nederland geringer is dan bij type Hellendoorn.

Vooraf bij de amateur-geologen is de fossielenrijkdom van de witte zanden van Midden-Nederland bekend. Vermaardheid bezitten in het bijzonder de grindgroeven van Sibculo, Kloosterhaar en enige andere groeven in Twente. Hier zijn naast vele fossielen uit het Siluur tientallen Jura- en Krijt-fossielen gevonden. Minder talrijk komen deze fossielen in Drente voor (Ligterink,

1954). We willen hier niet de vele gevonden fossielen noemen. Van talrijke vondsten bestaan goede afbeeldingen (van der Lijn, 1935, 1949; Krul, 1954). Krul noemt als gebieden van herkomst voor de Twentse krijtsponzen, het Westfaalse Senoon en het Senoon uit de omgeving van Hannover. Verder acht hij nog een derde gebied van herkomst in de Oostzee mogelijk. Bernink (1926) en van der Lijn (1935) hadden reeds eerder het vermoeden uitgesproken, dat een deel van de Twentse fossielen door de Vecht en andere Midden-Duitse rivieren aangevoerd is en dit wordt ook thans nog algemeen aangenomen.

Hierboven werd vermeld, dat de hoeveelheid porfier en lydiët/radiolariet van type Noord-Nederland wijst op de aanwezigheid van materiaal van de Midden-Duitse rivieren. *Een onderzoek in Noordwest-Duitsland had tot resultaat, dat het type Noord-Nederland in oostelijke richting tot de stuwwal van Kellenberg (monster-nummers 42 en 43) gevonden werd.* Fig. 25 toont duidelijk, dat er hier sprake is van één grindafzetting. Uit de beschrijving van het grind, dat Stoller (1923) in de omgeving van Kellenberg boven de leem van tertiaire ouderdom aantrof, valt op te maken, dat dit al zeer sterk gelijkijkt op het grind, dat eveneens boven leem te Steinfeld in de stuwwal van Damme gevonden werd en door Dewers (1928) beschreven is. Dit grind bleek de samenstelling van type Noord-Nederland te bezitten en is volgens de laatstgenoemde twee schrijvers ouder dan de onder § 3 van dit hoofdstuk genoemde Wezer-afzettingen. Stoller (1923) geeft aan de afzetting dan ook een Mindel-ouderdom. Wij zijn verder over de afwatering van de Midden-Duitse rivieren in de Noord-Duitse laagvlakte gedurende de Mindeltijd slecht ingelicht. Volgens Kurtz (1915) stroomde het water uit Bohemen en Sachsen ten noorden langs de Harz. Illies (1954) vermoedt, dat het water van hier in de richting van de huidige Eemsmonding verder stroomde. *Het ontbreken van lydiët/radiolariet bij de door Illies bedoelde afzetting van Oost-Friesland (beschreven in § 3 a van hoofdstuk XII) bewijst, dat op zijn minst geen grof materiaal in deze richting vervoerd is.* Over de herkomst en de ouderdom van de afzettingen die nabij de oppervlakte voorkomen is overigens veel geschreven. Keller (1940) heeft de meningen van onze oostelijke burens kort samengevat. Schucht (1906) beschreef grind van de Midden-Duitse rivieren uit boringen in sedimenten van prae-Mindelouderdom. Tietze (1914) meende, dat genoemd grind van het Midden-Eemsgebied een

prae-Mindel, mogelijk een pliocene ouderdom heeft. Dewers (1928) dacht, dat het landijs zover vooruit gedrongen zal geweest zijn, dat op een gegeven ogenblik de Wezer gedwongen werd voor het landijs uit te wijken en in westelijke richting af te wateren. Ook Kurtz (1928) en Udluft (1932) die het grind vanaf Nienburg in westelijke richting onderzochten, veronderstellen dat de Wezer en de andere Midden-Duitse rivieren op een bepaald ogenblik door het landijs verhinderd werden in noordelijke richting te stromen. Terwijl Kurtz (1928) meende, dat de Wezer uit deze tijd ver in het westen te vervolgen is, veronderstelde Udluft (1932), dat de Wezer in het Aue-Hunte-Hase-oerstroomdal uitmondde en dat het materiaal daarna door het water van zowel het landijs als van de rivieren westwaarts vervoerd werd. Beyenburg (1934), die het grind van de Duitse stuwwallen ten westen van de Eems beschreef, verwonderde zich over de zeer geringe hoeveelheid glaciële componenten en ziet daarom hierin een afzetting ouder dan de Mindeltijd. De herkomst van het materiaal van de stuwwal van Uelsen zoeken Richter, Schneider & Wager (1950) in zuidelijke tot zuid-oostelijke richting. Zij verklaren de aanwezigheid van glaciële bestanddelen door de opname van Mindel-materiaal.

Om meer zekerheid omtrent de ouderdom van het type Noord-Nederland te verkrijgen werden de reeds eerder genoemde boringen uit het noordelijk deel van Nederland bewerkt <sup>1)</sup> (fig. 24). In het vorige hoofdstuk hebben we bij de boring Schokland gezien, dat het grindtype Hellendoorn onder een afzetting van Neede-ouderdom voorkomt en boven het mariene Onder-Pleistoceen ligt. Dit geldt eveneens voor het grindtype Noord-Nederland. Steenhuis (1937) rekt het grind van boring S3 te Schokland, hier als grindtype Noord-Nederland beschreven, tot het Prae-Riss II<sub>0</sub>: Jonger Niveau. Een deel van de afzetting, dat door ons nog als het genoemde type beschouwd wordt, is door Steenhuis tot het Hoogterras II<sub>1</sub> gerekend. Brouwer (1948) trof op een diepte waar grindtype Noord-Nederland voorkomt een spectrum aan met een koud karakter en vergelijkt dit met de afzettingen uit de Mindel-tijd die hij te Lemsterland en Spannenburg aantrof. De Mindel-ouderdom van een deel van grindtype Noord-Nederland wordt verder nog bevestigd door het pollen-analytisch onderzoek van Brouwer te Noordbergum. Hier blijkt echter bovendien, dat het gedeelte boven 71 m—N.A.P. bij deze afzetting (fig. 24) een Mindel-Riss-interglaciële ouderdom bezit. Het is evenwel door de zeer

<sup>1)</sup> Hierbij dient opgemerkt te worden, dat het niet geheel zeker is in hoeverre type Noord-Nederland zuiver voorkomt. Vermenging met Rijn-materiaal is in enige gevallen zeer wel mogelijk. Nader onderzoek van de afzettingen van de Midden-Duitse rivieren, vooral die van de Elbe en Eems, is gewenst.

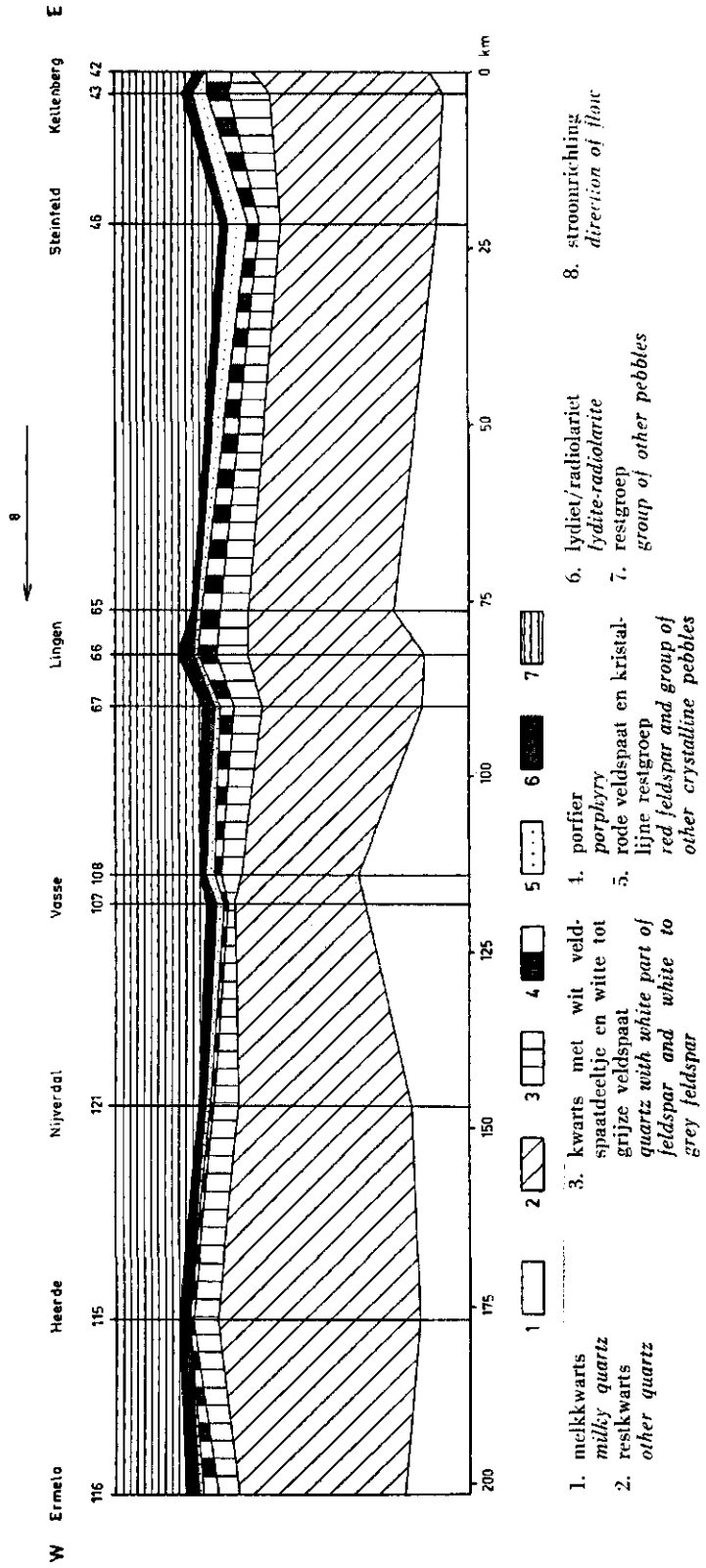
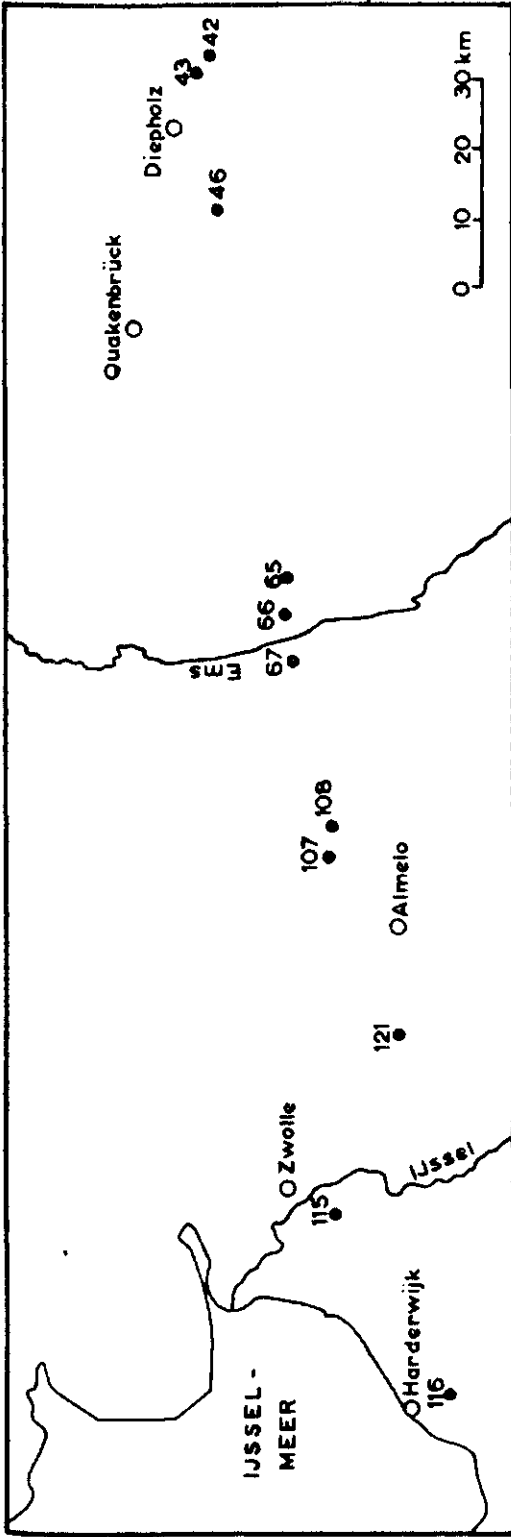


FIG. 25. De samenstelling van type Noord-Nederland bij enige grindmonsters vanaf Kellenberg in westelijke richting. Composition of type Northern-Netherlands in some pebble samples from Kellenberg going westward.

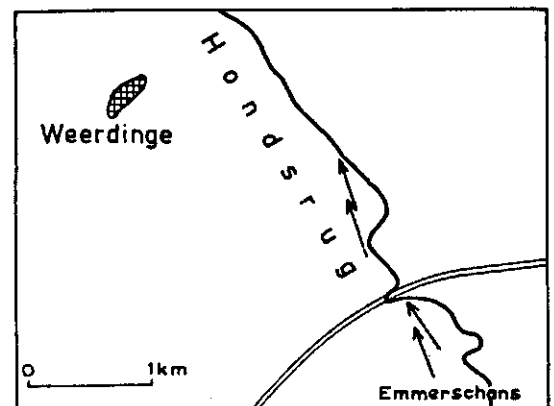
grote restgroep mogelijk, dat in deze interglaciale afzetting een bijmenging van Rijn-materiaal aanwezig is. De afzetting van Noordbergum met een Mindel-ouderdom en die van Schokland tussen 48—97—N.A.P. noemen Edelman & Maarleveld (1956) de Zone van Enschede. Boring Gasselte bevestigt dat gedurende het Mindel-Riss-interglaciaal een grote hoeveelheid oostelijk materiaal in het noorden van ons land afgezet werd (zie fig. 24). Hieruit blijkt dus, dat terdege met de mogelijkheid rekening gehouden moet worden, dat de Midden-Duitse rivieren niet alleen in de Mindeltijd, doch ook daarna naar Noord-Nederland grote hoeveelheden materiaal gebracht hebben. Over welke tijd een afwatering van deze rivieren in Nederland plaats vond, verschaft de door Brouwer (1948) bewerkte boring Gasselte ons gegevens. Zo komt in de nabijheid van Gasselte type Noord-Nederland nabij de oppervlakte voor en bezit blijkens de gegevens van Brouwer een Riss-ouderdom. Een deel van dit grind zal volgens dit pollen-analytisch onderzoek kort voor de komst van het landijs afgezet zijn. Hiervoor pleit ook de ligging onmiddellijk onder de keileem. In dezelfde richting wijst het voorkomen van het grind in het prae-morenale zand in het Gaasterland (bij Koudum en het Rode Klif) en bij Hoogeveen (monsternummer 100). Volgens het door de Jong (1955) en Wiggers (1955) afgebeelde profiel is het bovenste deel van het prae-morenale zand gedurende de Riss-tijd afgezet. Deze grindrijke afzetting werd de Zone van Emmen genoemd (Edelman & Maarleveld, 1956). Het betreffende grind behoort dus tot het bovenste deel van het prae-morenale zand en komt dikwijls onmiddellijk onder de keileem voor.

Het is een bekend verschijnsel, dat het kwartspercentage bij het materiaal van hetzelfde herkomstgebied afneemt naarmate het materiaal jonger wordt. Dit veel voorkomend fenomeen ontbreekt in het noorden van ons land. Op vele plaatsen werd bij afzettingen die nabij de oppervlakte liggen zelfs een hoger kwartspercentage aangetroffen dan bij het grind uit de diepere ondergrond. Wat het kwartspercentage betreft, zou dus aan een oudere afzetting gedacht kunnen worden. Hetzelfde beeld vond Brouwer (1948) bij de potklei. Het aantal pollen uit het Tertiair bleek bij de jongere afzettingen hoger te zijn dan bij de oudere. Zowel de gegevens van het grind als die van het pollen-onderzoek wijzen er dus op, dat een grotere bijmenging van materiaal uit het Tertiair bij de Riss-afzettingen heeft plaats gevonden dan bij die uit de Mindel-tijd.

Het lage kwartspercentage van de grinden nabij Sibculo wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een grote hoeveelheid materiaal uit het Bekken van Munster.

*Samenvattend kan gezegd worden, dat het type Noord-Nederland het eerst gedurende de Mindel-tijd in Nederland aangetroffen wordt. Waarschijnlijk was de toenmalige uitbreiding van het landijs de oorzaak van een afwatering van de Midden-Duitse rivieren in westelijke richting. De rivieren die een afwatering in noordelijke richting hadden, zijn door de uitbreiding van het landijs gedwongen geweest de stroomrichting te veranderen. Hierbij was slechts een afwatering in westelijke tot zuid-westelijke richting mogelijk. Ook na het smelten van het Mindel-landijs handhaafde de sedimentatie zich waarschijnlijk in Nederland. Deze vond plaats tot kort voor de komst van het Riss-landijs in Nederland.*

We willen tenslotte een ogenblik stilstaan bij de vraag in hoeverre het grindonderzoek licht werpt op het ontstaan van de Hondsrug. De Hondsrug vormt de meest oostelijk gelegen opwelling van een aantal n.n.w.—z.z.o. georiënteerde ruggen in een ongeveer 15 km breed gebied (van Veen, 1925) en is vooral bekend door de ligging aan de westelijke rand van de tegenwoordige Hunze-laagte. Boissevain (1950) en Faber (1942) beschouwen de ruggen van van Veen als kames. *Het grindonderzoek wijst echter uit, dat het grind vrijwel geen noordelijk materiaal bevat en vrijwel dezelfde samenstelling bezit als dat van Twente en andere plekken van Midden-Nederland.* Er bestaat, wat de samenstelling van het onderzochte grind betreft, dus geen aanleiding om aan een directe nabijheid van het landijs te denken.



- 1 ——— 2 ←
1. oostelijke grens van de Hondsrug (volgens de Geol. Kaart)
  2. eastern boundary of the Hondsrug (according to the Geological Map)
  2. stroomrichting direction of flow

FIG. 26. De stroomrichting bij het prae-morenale grind-zand oostelijk van Emmen.  
Direction of flow of the prae-moraine gravel-sand east of Emmen.

In § 1a van hoofdstuk XII zullen we nog nader op de samenstelling van het materiaal van de kames ingaan.

Nabij Emmen werd de afwateringsrichting van de grindrijke afzettingen aan de hand van metingen bepaald (fig. 26). Hieruit blijkt, dat het materiaal uit z.z.o. richting werd aangevoerd. Dit is dezelfde richting als de hierboven genoemde opwelingen. In Emmen konden we een fraaie dwarsdoorsnede van een opwelling bestuderen. Bij het hoogste deel van de flauwe rug werden glaciële storingen waargenomen. Ook bij de Hondsrug zijn deze werkingen van het landijs bekend (Boissevain, 1950; van Calker, 1888;

Ligterink, 1954; Visscher, 1931). Daar de glaciële storingen slechts zeer plaatselijk voorkomen zien we hierin geen reden om aan stuwwallen te denken. Hiertegen pleit ook het rechtlijnig verloop van de ruggen en de zeer geringe hoogte van de opwelingen. Juister lijkt het ons om van een glaciële storingszone te spreken. Het, vóór de komst van het landijs, aanwezige dal aan de oostzijde van de huidige Hondsrug (Hol, 1948; Visscher, 1931) zal een obstakel in de weg van het landijs geweest zijn. Het dal was echter te zwak ontwikkeld om aanleiding tot de vorming van een stuwwal te zijn.

## HOOFDSTUK X

## AFZETTINGEN VAN DE RIJN

## § 1. HET PORFIERVRIJE GRINDTYPE EN DE S. ZWARE MINERALEN-ASSOCIATIE

Oostelijk van Reuver werd aan de Duitse zijde van de grens grind verzameld uit een grof pakket, dat rust op de Klei van Reuver en bedekt is door de Klei van Tegelen.

Deze grove afzetting is in het algemeen aan de basis het grindrijkst en bezit door de kwartsrijkdom een witte kleur. Bij het grind van 5—20 mm werd gemiddeld 81% kwarts gevonden (monsternummers 132, 133 en 134). Fig. 19b verschaft inlichtingen omtrent de samenstelling van de verschillende fracties. Het blijkt dat oölieten niet gevonden werden, doch mogelijk houdt dit verband met het geringe aantal monsters (voor het voorkomen van oölieten zie Wölk, 1941). Het percentage lydiet/radiolriet is voorts zeer laag. Maas-componenten komen in deze afzetting voor.

Zij zijn het sterkst bij het materiaal > 13 mm vertegenwoordigd.

Een monster dat, wat de samenstelling betreft, op deze afzetting gelijk, werd tussen Winterswijk en Stadtlohn gevonden (monster nummer 235). Het is echter mogelijk dat het nog ouder is. Zie voor de samenstelling ook fig. 22i.

Op de mineralogische samenstelling werd onlangs door Nota (1956) ingegaan (tabel 13). Kenmerkend voor de afzetting is het hoge percentage epidoot en saussuriet. Verder bevat het zand geen augiet.

Het zand maakt deel uit van Nota's Onderste Saussuriet Zone. Het hiergenoemde sediment is uit het Duits-Nederlandse grensgebied door Herbst (1952) en Wolters (1954) beschreven en staat bij onze oostelijke burens bekend als „aeltste Diluvialschotter". De afzetting heeft veelal een geringe dikte en ontbreekt dan ook op vele plaatsen. In welk verband de „aeltste Dilu-

	totaal kwarts	melkkwarts	restkwarts	kristallijn						vuursteen		pyriet-kwartsiet	oöliet	lydriet/radiolriet	restgroep	grootte in mm
				kw. met wit vldsp. deelye	witte en grijze vldsp.	porfier	rode vldsp.	rest	niet-gerold	gerold	ringenkeizel					
Het kwartsvrije grindtype	81	62	19	×	—	—	—	—	—	×	—	—	—	1	18	5—20

	toermalijn	granaat	rutiel	stauroliet	distheen	andalusiet	sillimaniet	epidoot	saussuriet	groene hoornblendende	augiet	rest	grootte in mm

<sup>1)</sup> volgens Nota (1956)

TABEL 13. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van het porfiervrije grindtype van de Rijn en de S.-associatie nabij Tegelen.

vialschotter" staat tot de „Höhenterrasse" van de Viersense Horst is volgens Steeger (1952) onbekend. Het kwartspercentage van het geringe aantal verzamelde monsters in dit gebied bedraagt gemiddeld 56, terwijl het percentage porfier 1 is, *zodat wat de samenstelling van het grind betreft, twijfel gerechtvaardigd is aangaande de correlatie van de afzetting van de Viersense Horst met de Oudste-Pleistocene-Rijnafzetting*. Wolters (1954) heeft er de aandacht op gevestigd, dat vorstspelen gevuld met zand uit de Oudste-Pleistocene-Rijnafzetting in de Klei van Reuver voorkomen. Deze vorstspelen eindigen steeds in de Oudste-Pleistocene-Rijnafzetting en zijn niet tot in de Klei van Tegelen te vervolgen. Hiermede is het bewijs geleverd, dat tijdens de sedimentatie zeer koude omstandigheden geheerst hebben, op grond waarvan een pleistocene ouderdom aangenomen moet worden. Hetzelfde beeld tonen de gegevens van de afronding. Hieruit werd tot een glaciaal klimaat geconcludeerd (Richter, 1952). Volgen we de indeling van Woldstedt (1953), dan moet deze oudste pleistocene Rijnafzetting een Butley-ouderdom bezitten.

## § 2. HET ZEER WEINIG PORFIERBEVAT- TENDE STENEN- EN GRINDTYPE

### A. HET KWARTSRIJKE SUBTYPE EN DE S. ZWARE MINERALEN-ASSOCIATIE

Onder zeer weinig porfier wordt hier een aanwezigheid van minder dan 2% van dit gesteente verstaan. Kwarts komt veelvuldig voor en bij het grind van 5—20 mm stijgt het kwartspercentage van ongeveer 50 bij de in het zuidelijk deel van het Neder-Rijngebied gelegen afzetting, tot 75 bij het sediment in Midden-Nederland. Van de afzetting werd vanaf een plek westelijk van Bonn in noordelijke richting gaande vrij veel materiaal verzameld. De monsternummers 135 en 136 zijn uit een gebied waar volgens Kurtz (1910) en Oostingh (1922) geen Maas-gesteenten voorkomen. Het is mogelijk, dat monsternummer 135 zowel een niet-gerolde als een gerolde vuursteen bevat, zodat misschien een zeer klein deel van deze componenten ook door de Rijn aangevoerd zijn. De kwartspercentages zijn bij Bonn het laagst en ze nemen in noordelijke richting geleidelijk toe (zie fig. 27). De toename van kwarts bedraagt op een afstand van ongeveer 100 km 8%. Noordelijk van Venlo stijgt het kwartspercentage vrij plotseling, 11 van de 13 monsters van de terrassen van Twistede en Wemb bezitten meer dan 60% kwarts. De hoge kwartspercentages in het gebied ten noorden van Venlo passen niet in het beeld van de geleidelijke toename van kwarts in stroomafwaartse richting en zullen verklaard moeten worden door sterke bijmenging

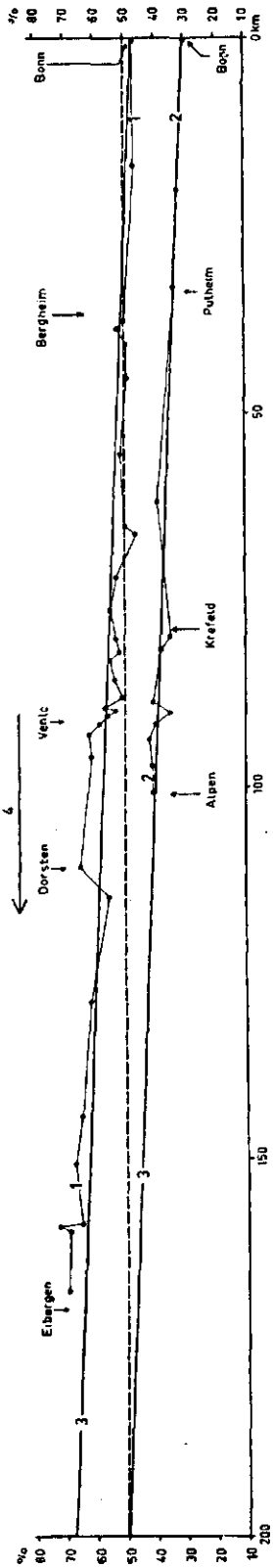
van kwartsrijker materiaal. Zoals hierna uitvoeriger uiteengezet zal worden, tonen een paar monsters hier een afwijkend beeld en geven mogelijk een indruk van het sediment in onvermengde toestand.

In fig. 27 staan verder kwartspercentages van monsters aangegeven die vanaf Dorsten in noordelijke richting verzameld zijn. Ook hier blijkt de toename van kwarts regelmatig te zijn. Deze bedraagt gemiddeld 1% per 10 km en is dus iets meer dan tussen Bonn en Venlo gevonden werd. In de provincie Noord-Brabant wordt bij deze afzetting een vrij laag kwartspercentage gevonden waarop later nog zal worden teruggekomen. Er kunnen 3 gebieden onderscheiden worden waar dit grindtype en deze mineralen-associatie voorkomen: ten eerste dat van Bonn tot Venlo, vervolgens dat van Dorsten tot Eibergen en tenslotte de grindrijke afzetting tussen Aldenhoven en Breda (zie fig. 28). We zullen deze gebieden in de genoemde volgorde bespreken en tevens stilstaan bij de terrassen ten noorden van Venlo.

Het gebied tussen *Bonn en Venlo* toont, zoals vermeld werd, een toename van kwarts in stroomafwaartse richting. Verder is het gemiddelde kwartspercentage bij de stenen van 20—30 mm 59 en bij het grind van 5—20 mm 54 (tabel 14). Het merkwaardige feit doet zich hier dus voor, dat het grofste materiaal het kwartsrijkst is. Nu zijn de verschillen in kwartshoeveelheid bij het materiaal van 5—20 en 20—30 mm niet groot, zodat het door toevallige variatie (Doeglas, 1952) wel eens mogelijk kan zijn dat de stenen iets meer kwarts bevatten dan het grind. Verder zal de vele meters dikke verweringslaag van deze afzetting van belang zijn. Zo vallen bij het verzamelen van materiaal soms verweerde stenen, zoals leisteen, in brokjes uiteen en veroorzaken daardoor een ander kwartspercentage dan verwacht zou mogen worden.

Rode veldspaat werd enige keren gevonden, evenals deeltjes die tot de kristallijne restgroep behoren. De aanwezigheid van vuurstenen en pyriet-kwartsiet verraden de bijmenging van Maas-materiaal en het is vooral Kurtz (1910) geweest die de verbreiding van Maas- en Rijn-gesteenten in het veld nagegaan heeft. In het reeds eerder genoemde werk van Oostingh (1922) wordt de lijn die Jülich met Grevenbroich verbindt, de zuidgrens genoemd van het gebied waarin geen Maas-gesteenten voorkomen (zie kaart IV). De gegevens van het stenen- en grind-onderzoek zijn, wat het voorkomen van pyriet-kwartsiet betreft, hiermede in overeenstemming. Overigens is het percentage Maas-componenten zeer laag. Slechts bij de stenen is de invloed van deze rivier in vele gevallen herkenbaar en het stenentype werd daarom Rijn (+ Maas) ge-





5 \*

1. Hoofdterras  
Main Terrace
2. Onderste- en Krefeldse Middenterras-  
Lower- and Crefeld Middle Terrace
3. de toename bij 10% per 100 km  
increase at 10% per 100 km
4. stroomrichting  
direction of flow
5. monster  
sample

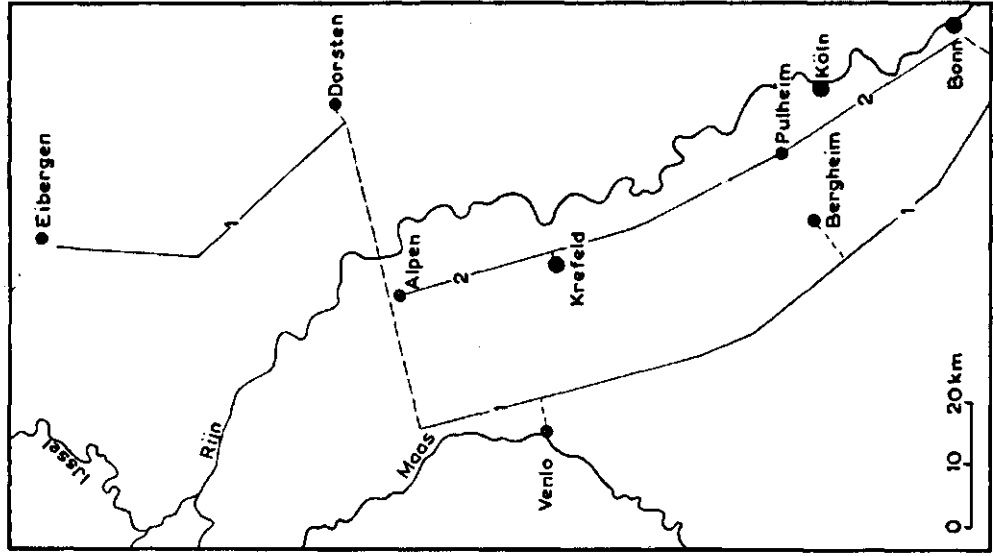


FIG. 27. De toename van kwarts (5—20 mm), bij het Hoofdterras en het Onderste- en Krefeldse Middenterras van de Rijn, in stroomalwaartse richting.  
Increase of quartz (5—20 mm) in the Main Terrace and the Lower- and Crefeld Middle Terrace of the Rhine in downstream direction.

	totaal kwarts	melkkwarts	restkwarts	kristallijn						vuursteen		ringenkezel	pyriet-kwartsiet	oöliet	lydiët/radiolariët	restgroep	grootte in mm
				kw. met wit vldsp. deeltje	witte en grijze vldsp.	porfier	rode vldsp.	rest	niet-gerold	gerold							
Bonn-Venlo	59	59	×	—	—	×	—	—	×	×	1	—	×	×	3	37	20—30
" "	54	42	12	1	×	1	×	—	1	×	—	—	—	2	41	5—20	
Dorsten-Eibergen	56	56	×	—	—	×	—	×	1	1	—	×	×	6	36	20—30	
" "	67	51	16	×	×	×	—	×	×	×	—	—	×	3	30	5—20	
Aldenhoven-Breda	34	34	×	—	—	×	—	×	10	1	—	3	×	2	50	20—30	
" "	50	39	11	1	×	1	×	×	1	×	×	×	×	2	45	5—20	
Mook <sup>5)</sup>	64	63	1	—	—	×	—	—	×	1	—	—	—	3	32	20—30	
" "	78	65	13	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	19	5—20	
Nijverdal <sup>5)</sup>	61	61	×	—	—	—	—	×	2	2	—	×	—	6	29	20—30	
" "	68	50	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	31	5—20	

	toermalijn	zirkoon	granaat	rutiel	anaats	stauroliet	distheen	andalusiet	sillimaniet	topaas	chloritoid	epidoot	saussuriet	groene hoornblende	augiet	titaniet	enstatiet	hyperstheen	grootte in mm
Omgeving Venlo <sup>1)</sup>	5	3	2	3	2	3	1	1	×	—	×	47	22	11	—	×	—	×	0,05—0,5
Aalten-Eibergen <sup>2)</sup>	8	9	6	7	×	6	3	1	×	—	×	48	9	3	×	×	—	—	0,05—0,5
Westerhoven <sup>3)</sup>	2	12	3	3	—	5	—	—	—	—	—	25	44	6	—	—	—	—	0,05—0,5
Mook <sup>5)</sup>	1	9	3	3	—	3	4	1	1	—	—	41	24	10	—	—	—	—	0,05—0,5
Nijverdal <sup>4)</sup>	5	—	10	1	—	4	3	—	4	—	—	36	32	4	1	—	—	—	0,21—0,5

<sup>1)</sup> volgens Edelman (1933) en Zonneveld (1947) <sup>2)</sup> zeer onzuiver <sup>3)</sup> volgens Edelman (1933), betr. 1 monster <sup>4)</sup> volgens Crommelin (1953), betr. 1 monster <sup>5)</sup> betr. 1 monster

TABEL 14. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van het zeer weinig porfierbevattende stenen- en grindtype van de Rijn (het kwartsrijke subtype) en de S.-associatie.

noemd (Maarleveld, 1952). Bij het grind zijn de Maas-bestanddelen meestal niet aan te tonen. De afrondingsgraad van harde zandsteen en kwartsiet werd bij enige gesteenten door Richter (1952) bepaald. Verder vond Steenhuis (1937) nabij Venlo door wegen een gemiddeld kwartspercentage van 53,3 bij het materiaal van 7—30 mm. Over de samenstelling van het zand zijn we voorts door van Baren (1934), Edelman (1933) en Zonneveld (1947) ingelicht. Bij de zware mineralen is epidoot sterk vertegenwoordigd en verder komen saussuriet en groene hoornblende in grote hoeveelheden voor (tabel 14, monster omgeving Venlo). Deze groep staat bekend als de Oudere Saussuriet-associatie (Edelman, 1938) of de S.-associatie (Crommelin, 1953). De samenstelling verschilt volgens de gegevens van Nota (1956) niet van die van de

Oudste-Pleistocens-Rijnafzetting (zie § 1 van dit hoofdstuk) en deze onderzoeker beschrijft de in deze paragraaf genoemde afzetting als de Bovenste Saussuriet-Zone. Naast de lichte mineralen vermeldt van Baren (1934) de aanwezigheid van „Rhein-Schiefer” en van rood of zwart gekleurde, tot de groep van radiolarieten behorende, fragmenten.

Mückenhausen (1952) heeft de verschillende bodemprofielen van het Neder-Rijngedebied beschreven. Hij merkte op, dat de terrassen-afzettingen zich in de richting van de podzolen ontwikkeld hebben. Er worden hier volgens het Amerikaanse systeem „Brown Podzolic Soils” en „Red-Yellow Podzolic Soils” aangetroffen. Dit laatste profiel wordt dikwijls beschouwd als een fossiele bodemvorming uit een tijd, waarin het warmer dan thans was. Er wordt echter ook wel

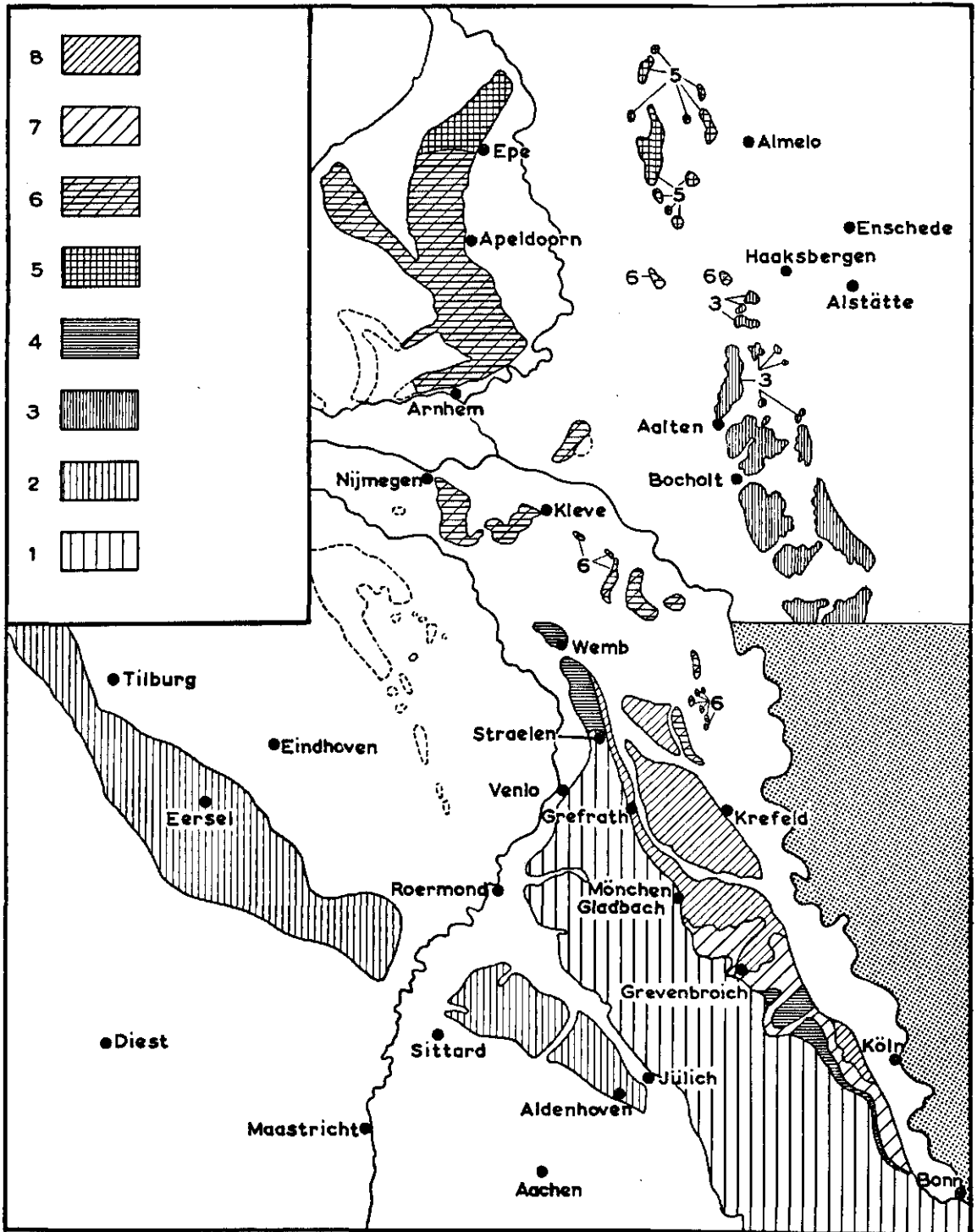


FIG. 28. De verbreiding van de nabij de oppervlakte voorkomende Rijnafzettingen (grenzen ten dele volgens Quitzow & Zonneveld, 1956).

*Distribution of the Rhine deposits occurring near the surface (boundaries partly according to Quitzow & Zonneveld 1956).*

8. Krefeldse Middenterras  
*Crefeld Middle Terrace*
  7. Onderste Middenterras  
*Lower Middle Terrace*
  6. gebied met overwegend gestuwd Middenterras-materiaal van de Rijn  
*area with predominating contorted material of the Middle Terrace of the Rhine*
  5. gebied waar veel Rijn-materiaal gemengd met materiaal van de Midden-Duitse rivieren aanwezig is  
*area in which much Rhine material mixed with material of the Middle German rivers is found*
  4. gebied Straelen—Wemb en Bovenste Middenterras  
*area Straelen—Wemb and Upper Middle Terrace*
- |                                    |   |   |
|------------------------------------|---|---|
| Hoofdterras<br><i>Main Terrace</i> | } | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. gebied Dorsten—Eibergen<br/><i>area Dorsten—Eibergen</i></li> <li>2. gebied Aldenhoven—Breda<br/><i>area Aldenhoven—Breda</i></li> <li>1. gebied Bonn—Venlo<br/><i>area Bonn—Venlo</i></li> </ol> |
|------------------------------------|---|---|
- Oostelijk van Krefeld—Bonn = niet bewerkt gebied.  
*East of Crefeld—Bonn = non investigated area.*

verondersteld, dat de vorming van dit bodemprofiel onafhankelijk hiervan geschiedde en alleen met een grote ouderdom te maken heeft (Benne-  
ma, Schelling & Veenbos, 1953).

Het tweede in deze paragraaf te behandelen gebied strekt zich uit van *Dorsten tot Eibergen*. Blijkens tabel 14 werd hier bij de stenen van 20—30 mm een paar procent minder kwarts gevonden dan in het hiervoor beschreven gebied. Dit geringe aantal kwarts houdt enerzijds mogelijk verband met een iets sterkere bijmenging van Maas-materiaal, anderzijds kan de invloed van stenen uit het nabije Westfalen (de Vries, 1952) een rol spelen. Op vele plaatsen heeft de afzetting een geringe dikte en treedt bovendien een vermenging met noordelijk materiaal op (Wunstorf & Fliegel, 1910). Hoewel bij het bemonsteren er op gelet werd dat geen met noordelijke bestanddelen vermengd materiaal verzameld werd is het echter toch niet geheel uitgesloten, dat enigszins onzuiver materiaal bewerkt is. Wat de samenstelling van de zware mineralen betreft, kan opgemerkt worden dat ook hier augiet vrijwel ontbreekt (tabel 14, monsters Aalten-Eibergen). Het aantal saussuriet is echter veel lager dan bij de afzetting nabij Venlo en de hoeveelheid metamorfe mineralen is groter. Het is mogelijk dat dit door bijmenging van materiaal uit het Tertiair veroorzaakt is.

De samenstelling van de stenen uit het gebied tussen *Aldenhoven en Breda* verschilt van die van de twee reeds besproken gebieden. Het hoge percentage niet-gerolde vuursteen en de aanwezigheid van veel pyriet-kwartsiet wijzen op een grote Maas-invloed, die bij de stenen zo sterk kan zijn dat de samenstelling niet van de zuivere Maas-afzetting verschilt. Deze stenen-associatie kreeg de naam Maas (+ Rijn). Ook het vrij lage kwartspercentage valt hierdoor te verklaren. Bij het grind wordt het vermelde verschil veel minder duidelijk gevonden en beneden 13 mm is het

aantal niet-gerolde vuursteen reeds gering (zie fig. 29). Het feit, dat het grove materiaal geheel

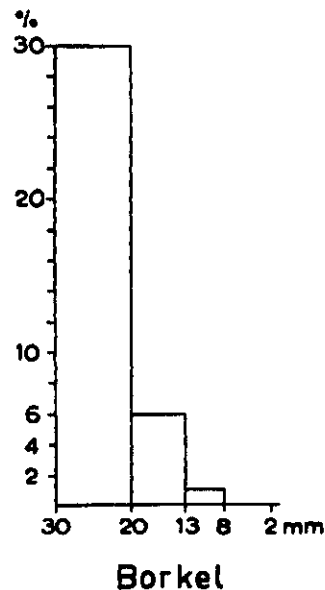


FIG. 29. Het voorkomen van niet-gerolde vuursteen in verschillende fracties bij een monster uit de Serie van Sterksel.

*Occurrence of non-rounded flints in different fractions of a sample from the Series of Sterksel.*

of in hoofdzaak uit Maas-componenten bestaat, was aan Kurtz (1910) bekend en genoemde onderzoeker vond bij Westerhoven naast rolstenen van de Maas ook nog enige exemplaren van de Rijn. De samenstelling van de zware mineralen is in overeenstemming met het genoemde beeld van de afname van de Maas-invloed bij het fijner worden van de bestanddelen. Het zand wordt dan ook als Rijnzand beschouwd en het monster Westerhoven (tabel 14) bevat een zeer grote hoeveelheid saussuriet. Zonneveld (1947)

onderzocht het bij een boring verkregen zand te Eersel en rekent dit Noord-Brabantse deel van de Rijn-afzetting tot de Serie van Sterksel. Een fraai voorbeeld van onderzoek mag overigens de bewerking van een boring in dit gebied (Oosterhout) genoemd worden (Burck, 1953) waarbij naast de lithologische samenstelling mollusken, bryozoën, foraminiferen, pollen en zware mineralen behandeld zijn.

We hebben gezien dat bij de stenen de Maas-invloed het duidelijkst opvalt en het is aan de hand van dit materiaal eenvoudig om bijmenging van de Maas te constateren. Moeilijker is het echter om zeer geringe hoeveelheden Rijn-materiaal te herkennen daar de bekende gidsgesteenten, zoals trachiet, andesiet, enz. uiterst zeldzaam voorkomen. Van Straaten (1946) noemt de radiolriet een eenvoudig herkenningsgesteente van de Rijn. Daar wij er om de reeds eerder genoemde redenen (zie hoofdstuk IV, § 7) van afgezien hebben de radiolrietten van de lydieten te scheiden, kan dit middel dus niet bij onze gegevens gehanteerd worden. Het percentage lydiet is bij onvermengde Maas-afzettingen zeer gering en het gesteente komt vrijwel alleen in wat hogere aantallen bij afzettingen uit het Tertiair voor. In verband hiermede blijkt *de noordgrens van de zuivere Maas-afzettingen bij de Rode Beek (Gangelt-Tuddern) te liggen*, hetgeen dus iets zuidelijker is dan Edelman (1933) veronderstelde. Kurtz (1913) had de grens in Zuid-Limburg en Duitsland reeds aangegeven en deze is nadien door Breddin (1955) enigszins gewijzigd. In België is de grens minder goed bekend. Wij hebben hier slechts bij enige monsters het grind van 5—20 mm onderzocht en vonden zelfs bij Asch een, ten opzichte van Zuid-Limburg, vrij hoog percentage lydiet/radiolriet. Van Straaten vond bij Opieter (Hacquart & Tavernier, 1947) nog radiolriet en besloot tot de aanwezigheid van Rijn-materiaal. Wij durven hieromtrent nog geen uitspraak te doen en trekken in de Kempen de noordgrens van het Maas-materiaal ongeveer ter plaatse van de Storing van Heerlerheide (zie kaart IV).

Vermeldenswaard is voorts de vondst van Rijngrind bij de wegkruising Lille-St. Huibert door Kurtz (1910).

Het terras waartoe de afzetting uit het reeds eerder genoemde gebied tussen *Bonn en Venlo* behoort, staat bij de Duitsers als „Hauptterrasse” bekend. Klein (1914) sprak over Hoofdterras en wij nemen dit woord over en wel vooral daar het woord Hoogterras in hoofdzaak voor jongere afzettingen gebruikt wordt.

Er heerst weinig verschil van mening omtrent de verbreiding van het Hoofdterras ten zuiden van Venlo. Over de afzetting nabij Meinweg

heeft Zonneveld (1947) reeds geschreven en het op de Geologische Kaart ingetekende Middenterras behoort, ook wat de samenstelling van het grind betreft, tot het Hoofdterras. Over de afzettingen ten noorden van Venlo lopen de opvattingen sterk uiteen. We vinden hier de terrassen van Straelen, Lüllingen, Twistede en Wemb. Het gebied rond Straelen behoort volgens Wunstorff & Fliegel (1910) tot het Hoofdterras en zou dus een ononderbroken voortzetting vormen van het zuidelijk hiervan gelegen gebied. De meningen van andere onderzoekers wijken hier sterk vanaf (fig. 30). Woldstedt (1950) heeft de verschillende opvattingen in het kort beschreven. We willen hier niet verder op ingaan en ons bepalen tot de resultaten van het grind- en zandonderzoek. Nabij Straelen zijn de monsters uit de groeven langs de westelijke rand van het terras afkomstig. Monsternummers 182-184 (zie kaart IV) hebben bij het materiaal van 5—20 mm kwartspersentages die iets lager zijn dan die van het terras ten zuiden van Venlo. Zo bezit monsternummer 184 46% kwarts en tevens 2% porfier. Meer noordelijk worden monsters aangetroffen die een voor het Hoofdterras bijzonder hoog aantal kwartsen bezitten. Er zijn in dit gebied 4 stenenmonsters verzameld. Twee hiervan hebben kwartswaarden die nagenoeg gelijk zijn aan die van het Hoofdterras, doch de twee overige monsters wijken hier sterk vanaf en bezitten 36 en 40% kwarts, hetgeen overeenkomt met percentages die bij het Onderste en Krefeldse Middenterras gevonden zijn. *Deze gegevens wijzen erop, dat hier een afzetting aanwezig is, die jonger zal zijn dan het Hoofdterras.* Het voorkomen van veel gerolde vuurstenen kan verband houden met een belangrijke bijmenging van ouder materiaal, hetgeen tevens de zeer hoge kwartspersentages verklaart.

Van het terras van Lüllingen werden twee grindmonsters bewerkt. Het gemiddeld kwartsperscentage is 63, hetgeen past bij het Hoofdterras. De monsters van de westelijke helft van het terras van Twistede leverden gemiddeld 65% kwarts op en wijken dus eveneens niet in samenstelling van het Hoofdterras af. De oostelijke helft van dit terras bleek duidelijk minder kwarts te bevatten (gemiddeld 56%). Dit is niet in strijd met de mening van Zonneveld (1956), dat in verband met het voorkomen van bruine hoornblende, de afzetting tot het Bovenste Middenterras behoort. Van het terras van Wemb werden alleen monsters van de westelijke helft onderzocht. Het gevonden kwartsperscentage is gemiddeld 71, doch bij één monster werd 2% porfier gevonden. Het aantal onderzochte monsters is te gering om aan de hand hiervan een standpunt ten opzichte van de verschillende terrassenindelingen (zie fig. 30) in te nemen. *Er moet op gewezen worden,*

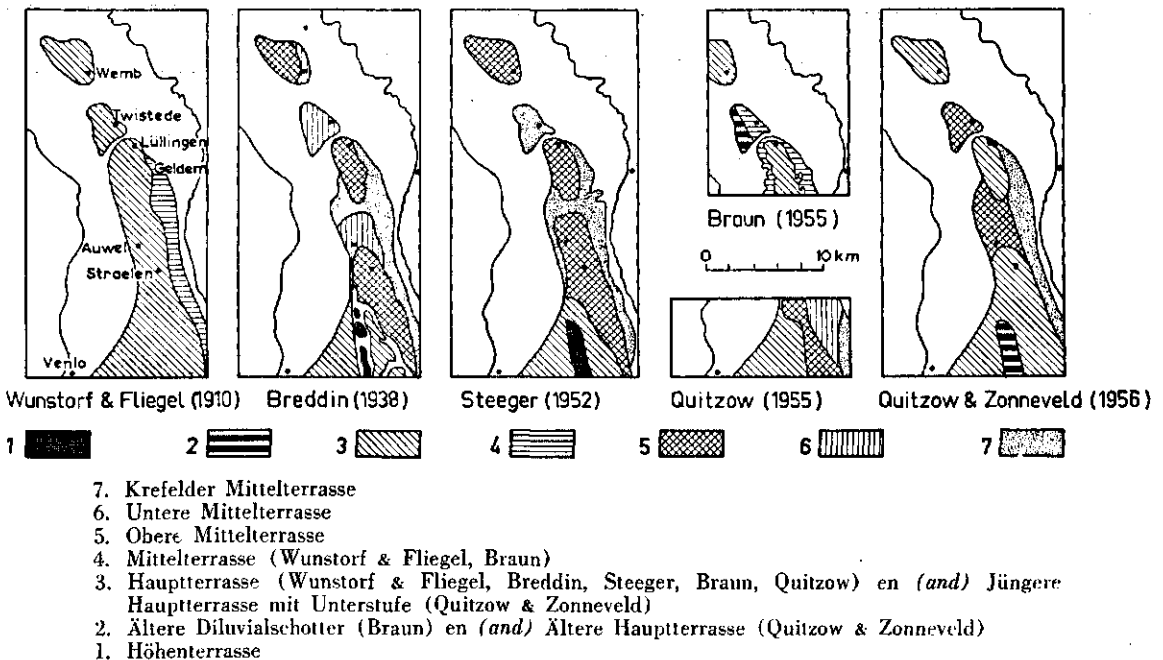


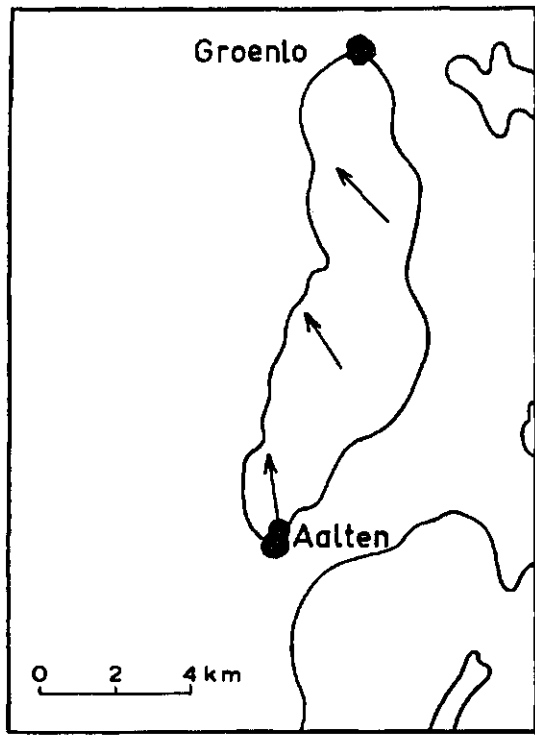
FIG. 30. De opvatting van verschillende onderzoekers betreffende de terrassenindeling tussen Venlo en Wemb.  
 Conception of different investigators about the division of terraces between Venlo and Wemb.

dat het waarschijnlijk is, dat de rivier zoveel plaatselijk kwartsrijk materiaal opgenomen heeft, dat aan de hand van het kwartspercentage geen juist beeld verkregen wordt. Het verdient voorts aanbeveling, dat in dit gebied ook de stenen bewerkt worden aangezien het mogelijk is, dat de rivier de ene tijd (b.v. ten tijde van een midden-terras-afzetting rijker aan stenen geweest is dan een andere tijd (b.v. gedurende de afzetting van het Hoofdterras).

Het gebied van *Dorsten tot Aalten* is door veel Duitse onderzoekers tot het Hoofdterras gerekend (Breddin, 1938; Wunstorff & Fliegel, 1910). Quitzow (1956) beschouwt het terras echter als ouder dan de Zone van Tegelen. Dit is niet in overeenstemming met de gegevens van het stenen- en grindonderzoek (vergelijk hiervoor tabellen 13 en 14, zie verder fig. 27) en we rekenen deze afzettingen dan ook tot het Hoofdterras. De westelijke grens van de afzetting valt duidelijk als een terrastrand in het veld op. De oostelijke grens van de afzetting is echter vaag, destemmer daar de dikte soms zeer gering is en de afzetting niet steeds aaneengesloten voorkomt (Lorié, 1908). Breddin (1938) onderscheidt hier het westelijke en het 5 meter hoger gelegen oostelijke terras. Het aantal door ons hier verzamelde monsters is zeer gering waardoor het niet mogelijk is de kwartspercentages van beide terrassen met elkaar te vergelijken. De voortzetting van dit

al of niet uit 2 delen bestaande Hoofdterras wordt ten noorden van Aalten gevonden (fig. 28). Op de Geologische Kaart wordt de grindrijke zandafzetting tot het gestuwde Hoogterras gerekend, doch Faber (1942), Maarleveld (1953) en de Vries (1952) wezen erop, dat stuwingsverschijnselen hier vrij zelden worden gevonden. Ook past de hoogteligging in het beeld van een voortzetting van het Hoofdterras. We willen daarom dit gebied, evenals de Hondsrug in Drente, als een glaciële storingszone beschouwen. Verder werd in enige groeven de stroomrichting gemeten (fig. 31). De gevonden richting bleek in overeenstemming te zijn met de gegevens van het grindonderzoek. Omtrent de verbreiding van deze afzetting ten noorden van Eibergen zijn we slecht ingelicht. Waarschijnlijk zijn de toch al dunne afzettingen aan de erosie ten offer gevallen.

In de Midden-Nederlandse stuwwallen werden enige monsters gevonden met zo'n hoog kwartspercentage, dat aan gestuwde Hoogterras-afzetting gedacht moet worden (tabel 14, monsters Mook en Nijverdal). Het zware mineralenonderzoek wijst in dezelfde richting. Zo vond Crommelin (1953) bij het zand > 210  $\mu$  enkele monsters met de S.-associatie. Waarschijnlijk dagzomen deze afzettingen in hoofdzaak in de zuidelijke Veluwe, het Rijk van Nijmegen en het Montferland en zijn de noordelijk hiervan af-



1 — 2 ←

1. grens van het Hoofdterras (ten dele volgens de Geol. Kaart)  
*boundary of the Main Terrace (partly according to the Geological Map)*
2. stroomrichting  
*direction of flow*

FIG. 31. De stroomrichting bij het Hoofdterras tussen Aalten en Groenlo.  
*Direction of flow of the Main Terrace between Aalten and Groenlo.*

gezette Hoofdterras-sedimenten grotendeels door de Midden-Duitse rivieren (gedurende de afzetting van type Noord-Nederland) weggeërodeerd. Er zijn verder ook wel sedimenten met de S.-associatie gevonden die jonger of van gelijke ouderdom zijn als type Noord-Nederland (Crommelin, 1953).

Veelal wordt voor het Hoofdterras een Mindel-ouderdom aangenomen. Van belang is in dit verband de publicatie van Zagwijn & Zonneveld (1956). Zij onderzochten een kleilaag tussen de grindhoudende zanden van de Serie van Sterksel (die als voortzetting van het Hoofdterras gezien moet worden) en kwamen tot een Cromer-ouderdom (zie ook Zagwijn, 1956). Richter (1952) stelde bij Bracht vast, dat het materiaal een glaciële ouderdom bezit. Van belang voor de ouderdom van het bovenste deel van de grove afzetting zijn verder de gegevens die de boring Rosmalen verschaft hebben (Doppert & Zonne-

veld, 1955). Hier werd óp deze afzetting (Serie van Sterksel) een kleilaag van Mindel-Riss-interglaciële ouderdom gevonden, zodat een Mindel-ouderdom zeer wel mogelijk is.

#### B. HET KWARTSHOUDENDE SUBTYPE. DE BRUINE HOORNBLLENDE EN DE A.S. ZWARE MINERALEN-ASSOCIATIE

Op plaatsen waar Quitzow (1955) op morfologische gronden het *Bovenste Middenterras* („Hochtterrasse”) herkend heeft, werd dit grindtype gevonden. Het wijkt in samenstelling, wat het grind betreft, slechts weinig van het hiervoor behandelde subtype af. Het kwartspercentage is echter veelal lager en er werd ook enkele malen 2% porfier gevonden. Het kwartspercentage bedraagt nabij Keulen gemiddeld 46 (tabel 15). Bij Grefrath werd een monster verzameld, waarbij 51% kwarts gevonden werd. Nu ligt genoemde plaats ongeveer 50 km noordelijk van de vindplaatsen nabij Keulen. Nemen we de reeds eerder beschreven toename van kwarts in stroomafwaartse richting van plusminus 1% per 10 km ook voor deze afzetting aan, dan is het kwartspercentage bij Grefrath in overeenstemming met de gedachte van Quitzow (1955), dat het dezelfde afzetting betreft. Nadien werd door Quitzow & Zonneveld (1956) de afzetting bij Grefrath tot het Krefeldse Middenterras gerekend. Het *Bovenste Middenterras* wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een hoog percentage bruine hoornblende (Zonneveld, 1956) waardoor het zowel van de oudere als van de jongere afzettingen verschilt.

Het grind van twee boringen in de stad Krefeld werd onderzocht en de gegevens hiervan enige tijd geleden gepubliceerd (Maarleveld, 1956). Het grind, dat beneden 26,5 meter beneden maaiveld bij de boring St. Töniser Strasse, T.A.G. gevonden werd („Rinnenschotter”), bezit hetzelfde kwartspercentage als het grind van het *Bovenste Middenterras* nabij Keulen, dat dus ongeveer 50 km stroomopwaarts van Krefeld ligt (zie ook tabel 15). *Het is dus aan de hand van het kwartspercentage mogelijk dat het materiaal van Krefeld („Rinnenschotter”) iets jonger is dan dat van het Bovenste Middenterras.*

De samenstelling van de zware mineralen toont bij de „Rinnenschotter” een ander beeld dan bij het *Bovenste Middenterras*. Volgens de Jong (1956) en Zonneveld (1956) komt in de voorlaatst genoemde afzetting zeer veel augiet en vrijwel geen bruine hoornblende voor, terwijl het *Bovenste Middenterras* door de aanwezigheid van veel bruine hoornblende gekenmerkt wordt. Quitzow & Zonneveld (1956) rekenen de „Rinnenschotter” tot het *Middelste Middenterras* (zie tabel 16).

	totaal kwarts	melkkwarts	restkwarts	kristallijn						vuursteen		ringkiesel	pyriet-kwartsiet	oëliet	lydiët/radiolariet	restgroep	grootte in mm		
				kw. met wit vldsp. deeltje	witte en grijze vldsp.	porfier	rode vldsp.	rest	niet-gerold	gerold									
Het zeer weinig porfierbevattende grindtype (het kwartshoudende subtype):																			
Omgeving Keulen	46	38	8	×	—	1	—	×	—	—	—	×	×	1	52	5—20			
Krefeld (Rinnenschotter)	46	37	9	×	×	1	×	×	×	—	—	—	—	1	51	5—20			
Het porfierbevattende stenen- en grindtype:																			
Bonn-Alpen	38	37	1	—	—	1	—	—	—	×	×	—	×	3	58	20—30			
"	39	33	6	×	×	3	×	×	×	—	—	—	—	1	57	5—20			
Koudhoorn <sup>1)</sup>	52	52	—	—	—	1	1	1	1	×	×	×	×	4	41	20—30			
" <sup>1)</sup>	42	35	7	×	—	3	—	—	1	—	—	—	—	4	51	5—20			
	toermalijn	zirkoon	granaat	rutiel	stauroliet	distheen	andalusiet	sillimaniet	topaas	chloritoid	epidoot	sauzuriet	groene hoornblende	bruine hoornblende	augiet	titaniet	enstatiet	hypertheen	grootte in mm
De A.S.-associatie:																			
Krefeld (Rinnenschotter) <sup>2)</sup>	1	×	5	—	1	1	1	—	—	10	27	12	1	40	—	—	×	0,05—0,5	
Kleine stuwwallen ten n. van Krefeld <sup>2)</sup>	2	1	5	1	2	×	×	×	—	12	33	10	2	30	1	—	1	0,05—0,5	
Koudhoorn <sup>3)</sup>	4	—	5	—	1	—	1	—	—	19	18	9	8	34	—	1	1	0,21—0,5	

<sup>1)</sup> betr. 1 monster <sup>2)</sup> volgens de Jong (1956) <sup>3)</sup> volgens Crommelin (1953), betr. 1 monster

TABEL 15. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van het zeer weinig porfierbevattende stenen- en grindtype van de Rijn (het kwartshoudende subtype), het porfierbevattende stenen- en grindtype van de Rijn en de A.S.-associatie.

Nemen we een gelijkmatige toename van de kwartspercentages in stroomafwaartse richting aan, dan zal het grind van 5—20 mm van het Middelste en het Bovenste Middenterras eventueel bij het Rijk van Nijmegen en de zuidelijke Veluwe resp. ongeveer 53% en 58% kwarts bevatten. Van de stenen van 20—30 mm zijn in dit verband weinig gegevens bekend terwijl ze overigens minder duidelijk zijn. Voor de Hoofdterras-afzetting kan in Midden-Nederland bij het grind van 5—20 mm een percentage van ruim 60 verwacht worden, terwijl het nog te bespreken Onderste Middenterras (dit hoofdstuk, § 3) in Midden-Nederland omstreeks 45% kwarts zou kunnen bezitten. In fig. 32 is het aantal keren, dat een zeker kwartspercentage werd gevonden uitgezet en het is waarschijnlijk dat, indien de hierboven genoemde gegevens over de toename van het kwartspercentage juist zijn, het materiaal van alle uit het Neder-Rijngebied genoemde Middenterrasafzettingen in Midden-Nederland voorkomt. Meestal wordt in Midden-Nederland bij het grind van 5—20 mm een kwartspercentage

tussen 45 en 65 gevonden. In § 2 van dit hoofdstuk werd reeds op het voorkomen van Hoofdterras materiaal in Midden-Nederland gewezen. Ook Zonneveld (1947) vestigde hier de aandacht op, doch wij menen, evenals Crommelin (1953), dat dit materiaal slechts een klein deel van de gestuwde afzettingen uitmaakt.

Wat het bodemprofiel betreft, kan opgemerkt worden, dat de Rijnafzettingen in Midden-Nederland vrijwel steeds in het bezit zijn van een profiel, dat volgens de Amerikaanse classificatie bekend staat als „Brown Podzolic Soil”. Bij Nierssen (westelijk van Vaassen) vond Schelling (1956), dat 97% van de Rijnzanden dit bodemprofiel bezitten. Genoemde onderzoeker verklaart dit door de aanwezigheid van fosfaat. Zo bevat het zand uit de C-laag van de witte oostelijke zanden gemiddeld 4 mgr/100 gr (heidepodzolprofiel) en het zand uit de C-laag van het Rijnzand 10 mgr/100 gr fosfaat.

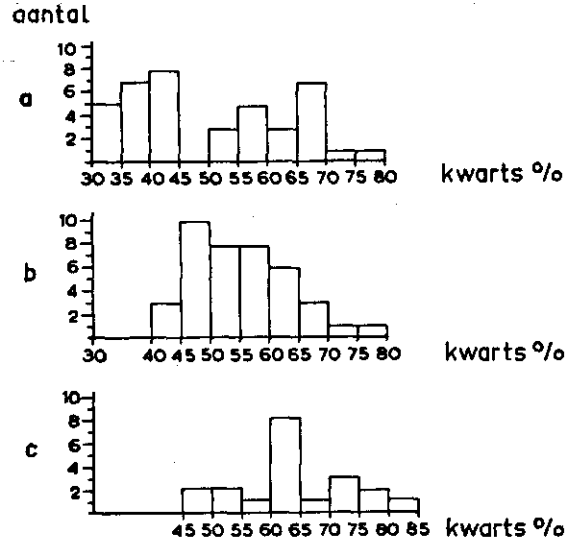
Crommelin (1953) heeft het zand van twee boringen nabij Harderwijk onderzocht en gevonden, dat boven het materiaal van oostelijke



Stenen- en grindtypen van de Rijn	Stenen- en grindsotypen	Zware mineralen-ass.	Afzettingen van het Neder-Rijng gebied <sup>1)</sup>	Ouderdom <sup>1)</sup>
Het porfier-bevattende type	Het kwartshoudende subtype	A.S. — associatie	Krefeldse Middenterras	Riss
Het zeer weinig porfier-bevattende type			Onderste Middenterras („Talwegterrasse“)	Mindel-Riss
Het porfieriervrije type	Het kwartierijke subtype	S. — associatie	Middelste Middenterras („Rinnenschotter“)	Mindel
			Bovenste Middenterras („Hoch-Terrasse“)	Præ-Mindel
			Hoofdtterras	
			Oudste pleistocene afzettingen	

<sup>1)</sup> in hoofdzaak volgens Quitzow & Zonneveld (1956)

TABEL 16. De afzettingen in het Neder-Rijng gebied met de stenen- en grindtypen en zware mineralen-associaties.



- a. gestuwde afzettingen noordelijk van Krefeld (30—45%) en Hoofdtterrasafzetting nabij Venlo en tussen Dorsten en Eibergen (50—80%)  
*contorted deposits north of Krefeld (30—45%) and deposit of the Main Terrace near Venlo and between Dorsten and Eibergen (50—80%)*
- b. Rijk van Nijmegen, Montferland en Veluwe  
*Rijk van Nijmegen, Montferland and Veluwe*
- c. terrasafzettingen tussen Straelen en Wemb  
*terrace deposits between Straelen and Wemb*

FIG. 32. Het verband tussen het kwartspercentage en de veelvuldigheid van het voorkomen van kwarts-groepen.  
*Connection between percentage of quartz and frequency of the occurrence of quartz groups.*

herkomst (type Noord-Nederland) de S.-associatie voorkomt, waarop dan weer de A.S.-associatie rust.

In het noordelijk deel van de Veluwe en in het midden van Overijssel dagzomen op vele plaatsen de afzettingen van de Midden-Duitse rivieren (typen Hellendoorn en Noord-Nederland). Naast de zuivere afzetting van oostelijke herkomst komen ook sedimenten voor die zowel Rijn- als oostelijk materiaal bezitten. Bij de stenenfractie komt dit duidelijk tot uitdrukking en zo werd bij vele monsters meer dan 6% lydiet/radiolariet gevonden. Deze stenen-associatie werd rolstenen-type Rijn (+ Maas + Noord-Nederland) genoemd. Bij het grind treedt hetzelfde verschijnsel op en eveneens bij het zand. *Het gebied waar de bijmenging van oostelijke bestanddelen het duidelijkst aanwezig is, bevindt zich ten noorden van de lijn die Epe met Alstätte verbindt (fig.28). Ten oosten van de lijn die van Haaksbergen via Almelo in noordelijke richting getrokken kan worden, vindt men de vrijwel of geheel zuivere oostelijke afzettingen.* Onlangs werd vermelding gemaakt van het vinden van enige zuidelijke stenen in laatstgenoemd gebied (Krul, 1955).

Zo zijn onlangs bij Westerhaar 3 pyriet-kwartsieten gevonden. Het betreft hier stenen die door middel van een zuiginstallatie opgepompt zijn en het is waarschijnlijk dat Rijn- en Maasmateriaal hier op enige diepte voorkomt. Ook moet in de stuwval van Ootmarsum-Uelsen enig zuidelijk materiaal gevonden zijn. Dit wijst er op dat de Rijn een iets oostelijker grens gehad heeft dan enige tijd geleden vermoed werd (Crommelin, 1953; Maarleveld, 1952), hetgeen meer in overeenstemming is met de grens die Edelman (1933) vermeld heeft (zie ook fig. 33). Laatstgenoemde grens is tevens niet in strijd met het voorkomen van A.S.-materiaal te Zwinderen (de Jong, 1952).



1..... 2 —

1. zuidgrens van type Noord-Nederland  
*southern boundary of type Northern-Netherlands*
2. oostgrens van het zeer weinig porfierbevattende Rijngrind (kwartshoudend subtype)  
*eastern boundary of type of the Rhine containing very little porphyry (quartz containing subtype)*

FIG. 33. De verbreiding van het zeer weinig porfierbevattende Rijngrind (kwartshoudend subtype) en van het type Noord-Nederland.

*Distribution of very little porphyry containing eastern boundary of type of the Rhine (quartz containing subtype) and of type Northern-Netherlands.*

Te Zwinderen (Dr.) werd ten opzichte van het met oostelijke bestanddelen vermengde Rijnmateriaal weinig zand met de zuivere A.S.-associatie gevonden. Het is mogelijk, dat nog noordelijker slechts weinig onvermengde sedimenten voorkomen. Nu is het bij het materiaal van 3—5 mm moeilijk uit te maken of een geringe bijmenging van Rijnmateriaal bij het type Noord-Nederland aanwezig is. Gezien de vrij hoge restgroep (meer dan 20%) die in noordelijk Nederland bij het grind gevonden wordt, is een geringe bijmenging echter waarschijnlijk (zie boring Noordbergum,

fig. 24). Het nog voorkomen van zuidelijk materiaal te Assen op een diepte van 62.25—64.5 m —A.P. wordt bewezen door de aanwezigheid van pyriet-kwartsiet (Lorié, 1893). Wiggers (1955) heeft belangrijke gegevens betreffende de ouderdom van de Rijn-afzetting verstrekt. Hij vond, dat de hier bedoelde sedimenten reeds beneden de veen- en kleilaag uit het Needien voorkomen. Hetzelfde verschijnsel werd bij een boring in de stad Krefeld door de Jong (1956) beschreven [zie voor pollenanalytisch onderzoek von der Brellie & Rein (1956) en Rein (1955)]. Er moet dus met de mogelijkheid rekening gehouden worden, dat minstens een deel van het materiaal van de A.S.-associatie reeds in het Mindel-Riss-interglaciaal afgezet is (tabel 16).

### § 3. HET PORFIERBEVATTENDE STENEN-EN GRINDTYPE EN DE A.S. ZWARE MINERALEN-ASSOCIATIE

In het algemeen wordt bij dit grindtype 2% of meer porfier aangetroffen. Het kwartspercentage blijft meestal beneden 45 (zie voor de samenstelling tabel 15). Bij Bonn werd 30% kwarts gevonden terwijl dit percentage in noordelijke richting geleidelijk hoger wordt. Uit fig. 27 valt op te maken dat de toename van het kwartspercentage in stroomafwaartse richting gemiddeld 1 per 10 km bedraagt.

De samenstelling van de zware mineralen komt overeen met de onder § 2b van dit hoofdstuk genoemde zanden.

Het is waarschijnlijk dat het materiaal, waaruit de monsters verzameld zijn, van twee verschillende terrassen afkomstig is. Het duidelijkst wordt dit nabij Krefeld aangetoond. Zo zijn er nooit fluvio-glaciale of glaciële sedimenten op het Krefeldse Midenterras gevonden (Steeger, 1952), zodat een post-glaciële ouderdom waarschijnlijk is. Er wordt echter materiaal met dezelfde samenstelling in de stuwwallen ten noorden van Krefeld aangetroffen. Volgens Quitzow (1955) behoort dit laatste evenals het materiaal tussen Bonn en Grevenbroich tot het *Onderste Midenterras*. Dit terras zal dus ouder zijn dan het Krefeldse Midenterras (zie tabel 16). *Uit het grindonderzoek blijken echter geen verschillen in samenstelling te bestaan.* Het is mogelijk, dat ook in Midden-Nederland materiaal van het Onderste Midenterras voorkomt. Zo zijn 4 monsters met 3% porfier en respectievelijk 41%, 42% en 2 x 46% kwarts gevonden (monster-nummers 280, 295, 301 en 321). Omtrent de ouderdom van deze beide Midenterrassen kan ten eerste vermeld worden, dat ze boven afzettingen uit het Needien voorkomen. Het Krefeldse Midenterras blijkt jonger dan de Riss-

landijsbedekking te zijn en wordt wel in de Warthe-tijd (jongste deel van het Riss-glaciaal) geplaatst. Helaas is het verband tussen de terrassen van de Ruhr en die van de Rijn niet voldoende bekend (Steeger, 1952) zodat de waarnemingen betreffende het glaciale materiaal in het bovenste deel van het Onderste Midenterras van de Ruhr (von der Brelie, Rein, Klusemann,

Teichmüller & Wortmann, 1956; Löscher, 1933) nog niet voor de Rijnterrassen gebruikt kunnen worden. *In verband met de samenstelling van het Onderste Midenterras en die van het Krefeldse Midenterras is een zeer belangrijk verschil in ouderdom niet waarschijnlijk, zodat het Onderste Midenterras misschien ongeveer even oud is als de Riss-landijsuitbreiding (zie ook tabel 16).*

## HOOFDSTUK XI

## AFZETTINGEN VAN DE MAAS

## § 1. HET PORFIERVRIJE STENEN- EN GRINDTYPE

## A. HET ZEER KWARTSRIJKE SUBTYPE MET VEEL GEROLDE VUURSTENEN EN DE METAMORFE MINERALEN-ASSOCIATIE

Van de Zuid-Limburgse Maasafzettingen is zowel de samenstelling van het grind als die van het zand door de studies van Van Baren (1934), Edelman (1933), van Straaten (1946) en Zonneveld (1947) bekend. Van enige Belgische Maasafzettingen heeft Pannekoek (1934) de kwartspercentages bepaald (zie ook Tesch, 1948). Deze onderzoekers was het mogelijk een aantal sedimentgroepen te onderscheiden. Van Straaten's en Zonneveld's indeling in groepen is sterk beïnvloed door het op morfologische gronden verkregen beeld van terrasafzettingen terwijl de publicatie van Brueren (1944) Zonneveld als leidraad heeft gediend. Dit neemt echter niet weg, dat in enkele gevallen het terrassenschema van Brueren door het zandonderzoek werd gecorrigeerd en aangevuld. Omtrent de indeling in groepen bij het grindonderzoek vermeldt van Straaten (1946) dat er niet geschroomd is een scheiding te maken tussen twee niet of weinig in samenstelling afwijkende monstergroepen wanneer de twee groepen van morfologisch duidelijk verschillende afzettingen afkomstig zijn en bovendien de gemiddelde samenstelling van de ene groep niet in overeenstemming is met die van de andere.

De Zuid-Limburgse afzettingen zijn dus reeds bewerkt en er wordt van een uitvoerige bespreking van deze sedimenten afgezien. Daar Zonneveld (1949) de gegevens niet in tabellen heeft weergegeven, is er bovendien van afgezien gemiddelde waarden betreffende de mineralogische samenstelling van het zand te vermelden. Edelman (1933) en van Baren (1934) hebben weliswaar uitvoerige gegevens verstrekt, doch het aantal monsters is gering, terwijl het bovendien niet steeds duidelijk is welk niveau de afzetting, waaruit de monsters afkomstig zijn, vertegenwoordigt. Van belang is het evenwel om na te gaan in hoeverre het met de in dit geschrift

omschreven werkwijze mogelijk is een indeling van de Maasgrinden te verkrijgen. Er zijn echter slechts enkele Zuid-Limburgse monsters volgens deze methode bewerkt. Hieruit blijkt evenwel, dat ook bij het Maasgrind weinig verschil in samenstelling tussen het materiaal van 5—8 mm en 5—20 mm voorkomt. Om het Zuid-Limburgse grind in te delen werden daarom de door van Straaten (1946) gepubliceerde gegevens van het materiaal van 4—9 mm gebruikt en voor de indeling van de stenen, zijn fractie van 22,5—30 mm.

Het aantrekkelijke van het petrografisch onderzoek is, dat hierdoor de mogelijkheid bestaat om uit te maken of afzettingen van twee verschillende niveau's een gelijke ouderdom bezitten of met andere woorden of de niveau's, nadat de sedimentatie van de bovenste afzettingen plaats vond, door bodembeweging ontstaan zijn. Met dit doel voor ogen is het wenselijk om verschillen in aanvoer te constateren en werkt bijmenging van plaatselijk materiaal slechts storend. Er is door van Straaten dan ook naar gestreefd deze laatste invloed te elimineren. De bodemkundige is echter vooral geïnteresseerd in de werkelijke samenstelling. Bij de indeling van de Maasgrinden spelen in het onderstaande de plaatselijke componenten een belangrijke rol en zo werden bij één niveau b.v. 3 groepen onderscheiden.

Van Straaten duidt de grindgroepen met Romeinse cijfers aan. In het onderstaande worden namen gebruikt die de petrografische gesteldheid aangeven. In tabel 17 worden ook de  $K^1$  getallen van van Straaten vermeld. Wanneer echter de enkele monsters die zeer grote hoeveelheden nietgerolde of gerolde vuurstenen bezitten buiten beschouwing gelaten worden, blijkt, dat zonder verhoudingsgetallen eveneens goede resultaten mogelijk zijn. Dit geldt voor het grove materiaal. Het beeld van de samenstelling van het grind van 4—9 mm wordt in nog geringere mate, in verband met de stratigrafische doeleinden, nadelig door de aanwezigheid van vuurstenen beïnvloed.

Na deze inleidende woorden willen we stilstaan

	kwarts	kristallijn			vuursteen		ringenkiezel	oöliet	lydiët	restgroep	grootte in mm
		porfier	vidsp.	rest	niet-gerold	gerold					
Het zeer kwartsrijke subtype met veel gerolde vuurstenen <sup>1)</sup>	52	—	—	—	12	8	×	×	×	28	22,5—30
	81	—	—	—	3	1	×	×	×	15	4—9
Het kwartsrijke subtype met weinig gerolde vuurstenen <sup>1)</sup>	47	—	—	—	8	1	—	×	×	44	22,5—30
	66	—	—	—	3	×	×	×	×	31	4—9

<sup>1)</sup> volgens gegevens van van Straaten (1946)

TABEL 18. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van het porfierrijke stenen- en grindtype van de Maas.

bij het zeer kwartsrijke subtype (van Straaten's groep I). Het materiaal staat bekend als *kiezel-oölietgrind* en wordt thans algemeen tot het Pliocéen gerekend (zie Hol, 1948). Het aantal oölieten is zeer gering waardoor dit bestanddeel zich dan ook minder goed leent voor het kwantitatieve grindonderzoek en wel destemeer, daar in jongere afzettingen dit gesteente ook voorkomt. Het belangrijkste kenmerk van het grind is het hoge kwartspercentage (zie tabel 18 en monsternummers 415 en 416). Tussen de stenen worden verder zeer veel gerolde vuurstenen aangetroffen, terwijl tevens niet-gerolde vuurstenen in vrij grote hoeveelheden aanwezig zijn. Het zand behoort tot de B-Limburg associatie van Edelman (1933) en bevat naast de „doorlopers” toermalijn, zirkoon en rutiel als karakteristieke bestanddelen stauroliet, distheen en andalusiet (Edelman & Doeglas, 1933). Zonneveld (1949) noemt deze associatie dan ook de metamorfe mineralen-associatie met toermalijn.

#### B. HET KWARTSRIJKE SUBTYPE MET WEINIG GEROLDE VUURSTENEN EN DE TOERMALIJN. METAMORFE MINERALEN. (EN TROEBELE CHLORITOID-) ASSOCIATIE.

Dit subtype is minder kwartsrijk dan het hiervoor genoemde subtype (zie tabel 18). Bij de stenen van 22,5—30 mm komt verder het verschil duidelijk tot uitdrukking door het veel lagere percentage gerolde vuurstenen. Bij het grind van 4—9 mm is het verschil in de kwartshoeveelheid het belangrijkste. Dat de kwartspercentages van het materiaal van 22,5—30 mm van beide subtypen weinig afwijken, moet aan het hogere aantal niet-gerolde en gerolde vuurstenen bij het zeer kwartsrijke subtype worden toegeschreven. De zware mineralen-combinatie gelijkt volgens Zonneveld (1949) op die van het vorige subtype, doch bevat een geringe hoeveelheid chloritoid (gemiddeld 2%). Verder is toermalijn sterker

vertegenwoordigd dan de metamorfe mineralengroep. De afzetting die deze associatie bezit behoort tot het *Kosberg-niveau* (fig. 34).

### § 2. HET ZEER WEINIG PORFIERBEVATTENDE STENEN- EN GRINDTYPE

#### A. HET KWARTSRIJKE SUBTYPE EN DE TOERMALIJN, METAMORFE MINERALEN EN TROEBELE CHLORITOID-ASSOCIATIE

Zowel de stenen als het grind bevatten gemiddeld vrij veel minder kwarts dan het materiaal van het Kosberg-niveau (zie tabel 19 en verder monsternummer 419). Verder komt bij dit type porfier voor doch dit gesteente is overigens nog een zeldzame verschijning. Het belangrijkste is ook hier het kwartsgehalte.

Het zand bevat naast toermalijn de metamorfe mineralen, echter komt de laatste mineralengroep ten opzichte van toermalijn minder veelvuldig voor dan bij de hiervoor reeds besproken associatie. Verder is het aantal chloritoid groter dan bij de vorige associatie. De afzetting, die het hier genoemde materiaal bezit, behoort tot het *Niveau van Noorbeek* (fig. 34). Aan de hand van de samenstelling van het zand is de grootte van het niveau niet geheel duidelijk, vooral daar een belangrijke bijmenging van lokaal materiaal kan hebben plaatsgevonden.

#### B. HET KWARTSHOUDENDE SUBTYPE MET ZEER VEEL NIET-GEROLDE VUURSTENEN EN DE TOERMALIJN, METAMORFE MINERALEN, TROEBELE CHLORITOID EN BRUINGROFNE HOORNBLENDE-ASSOCIATIE

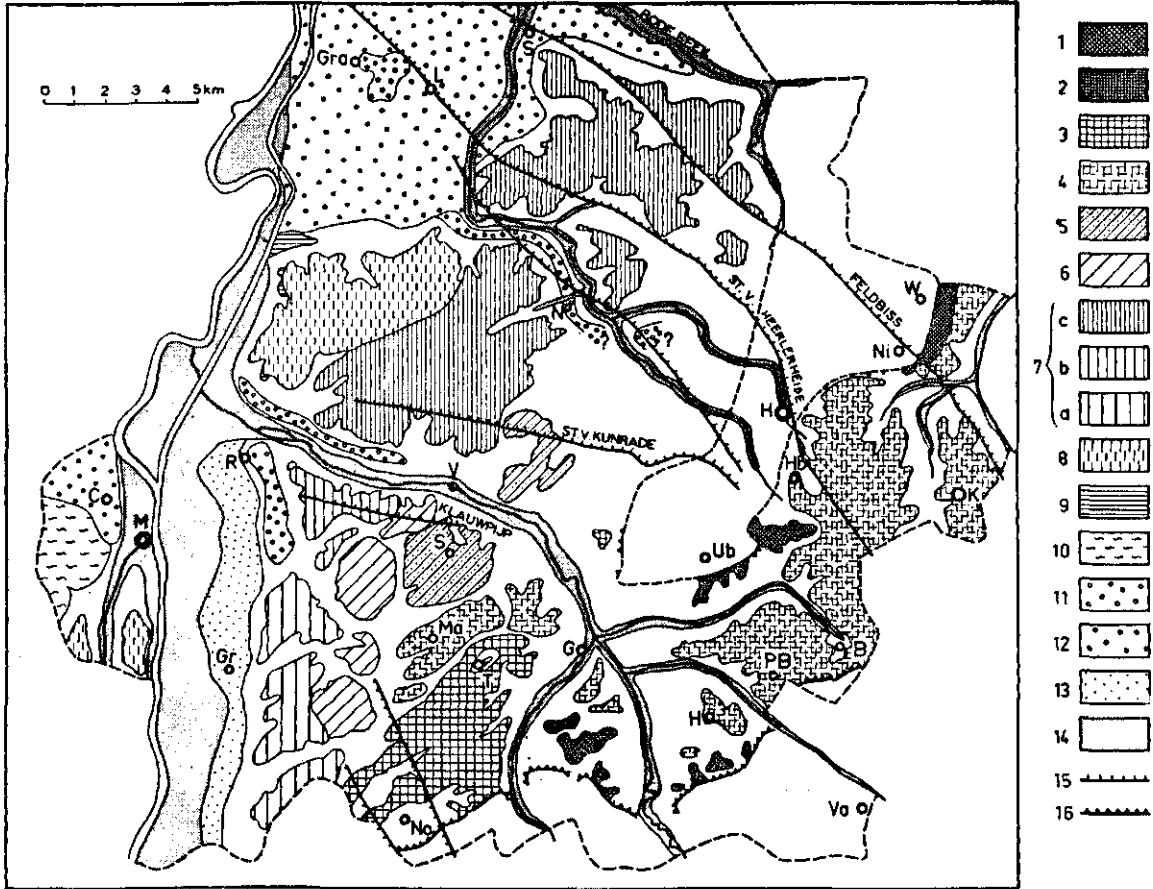
Het materiaal van dit subtype is duidelijk minder kwartsrijk dan het hiervoor genoemde subtype en daar beide subtypen ongeveer evenveel niet-gerolde vuurstenen bezitten is het kwartsgehalte het belangrijkste. Bij aanzienlijke hoeveelheden materiaal blijkt het aantal porfier groter

Stenen- en grindtypen van de Maas	Stenen- en grindsubtypen	Groep volgens van Straaten	22,5—30 mm		4—9 mm		Zware mineralen-associaties volgens Zonneveld (1949)	Niveau's volgens Zonneveld	Ouderdom
			k <sup>1</sup>	kwarts %	k <sup>1</sup>	kwarts %			
Het zeer weinig porfierbevattende type	Het kwartsarme s. met tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen	{ V B V A	23 20	18 17	33 30	27 26	tr. chloritoïd, toermalijn, br. gr. hoornbl., gran. en metam. min.	{ v. Caberg v. Rothem	Riss Mindel-Riss
	Het kwartshoudende s. met ringenk. en tamelijk veel n.-g. vuurst.	{ IV C IV B	27 27	20 23	38 38	32 32	toermalijn, tr. chloritoïd, br. gr. hoornblende en metamorfe min. toermalijn, tr. chloritoïd, br. gr. hoornblende en metamorfe min.	v. St Pietersberg	Mindel
	Het kwartsarme s. met zeer veel niet-gerolde vuurstenen	IV B	22	16	31	26	br. gr. hoornblende, toermalijn, tr. chloritoïd en metamorfe min.	v. St Geertruid	
	Het kwartshoudende s. met veel gerolde vuurstenen	IV B	32	24	53	42	toermalijn, metamorfe min., br. gr. hoornblende en tr. chloritoïd		
	Het kwartshoudende s. met tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen	IV A	31	25	41	36	toermalijn, metamorfe min. en tr. chloritoïd	{ v. Herkenrade v. Sibbe	Pleistoceen—
	Het kwartshoudende s. met zeer veel niet-gerolde vuurstenen	{ III C III B	33 39	25 29	47 53	38 42	toermalijn, metamorfe min., tr. chloritoïd en br. gr. hoornblende	v. Margraten	Prae-Mindel
	Het kwartsrijke subtype	III A	46	35	62	51	toermalijn, metamorfe min. en tr. chloritoïd	v. Noorbeek	
Het porfiervrije type	Het kwartsrijke s. met weinig gerolde vuurstenen	II	54	47	74	66	toermalijn, metamorfe min. en weinig tr. chloritoïd	v. Kosberg	
	Het zeer kwartsrijke s. met veel gerolde vuurstenen	I	72	52	88	81	metamorfe min. en toermalijn	Pliocene	Pliocene

$$k^1 = \frac{100 \text{ kwarts}}{\text{kwarts, zandsteen- en kwartsietgroep}}$$

k<sup>1</sup> en gemiddelde kwartspercentages volgens gegevens van van Straaten (1946).

TABEL 17. De afzettingen van de Maas in Zuid-Limburg en de hiertoe behorende stenen- en grindtypen en zware mineralen-associaties.



- |  |  |
|--|--|
| 1. Niv. van Kosberg<br><i>Terrace of Kosberg</i>               | 4. Niv. van Margraten<br><i>Terrace of Margraten</i>   |
| 2. Niv. (?) van Crapoel<br><i>Terrace (?) of Crapoel</i>       | 5. Niv. van Sibbe<br><i>Terrace of Sibbe</i>   |
| 3. Niv. van Noorbeek<br><i>Terrace of Noorbeek</i>             | 6. Niv. van Herkenrade<br><i>Terrace of Herkenrade</i>   |
| 7. Niv. van St Geertruid<br><i>Terrace of St Geertruid</i>     | ten zuiden van de Rode Beek gebieden met:<br><i>south of the Rode Beek areas with:</i>   |
|  | a. het kwartsarme subtype met zeer veel niet-gerolde vuurstenen<br><i>subtype poor in quartz with very many non-rounded flints</i>   |
|  | b. het kwartshoudende subtype met ringenziezel en tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen<br><i>the quartz containing subtype with silica rings and fairly many non-rounded flints</i> |
|  | c. het kwartshoudende subtype met veel gerolde vuurstenen<br><i>quartz containing subtype with many rounded flints</i>   |
| 8. Niv. van St Pietersberg<br><i>Terrace of St Pietersberg</i> | 13. Niv. van Gronsveld<br><i>Terrace of Gronsveld</i>  |
| 9. div. terrasresten<br><i>various rests of terraces</i>       | 14. recente riviervlakte<br><i>recent fluvial plain</i>  |
| 10. Niv. (?) van Wilre<br><i>Terrace (?) of Wilre</i>          | 15. breuk<br><i>fault</i>  |
| 11. Niv. van Rothem<br><i>Terrace of Rothem</i>                | 16. oeverrand<br><i>rand of the river bank</i>   |
| 12. Niv. van Caberg<br><i>Terrace of Caberg</i>                |  |

FIG. 34. Kaart van de verschillende Maas-terrassen in Zuid-Limburg (volgens Zonneveld, 1955).  
*Map of the different terraces of the Meuse in South-Limburg (according to Zonneveld, 1955).*

	kwarts	kristallijn			vuursteen		ringenziezel	oëliet	lydiet	restgroep	grootte in mm
		porfier	vldsp.	rest	niet-gerold	gerold					
Het kwartsrijke subtype <sup>1)</sup>	35	—	—	—	20	1	—	×	×	44	22,5—30
	51	×	—	—	9	×	×	×	×	40	4—9
Het kwartshoudende subtype met zeer veel niet-gerolde vuurstenen <sup>1)</sup>	27	×	—	×	20	2	×	×	×	51	22,5—30
	40	×	×	×	10	1	×	×	×	49	4—9
Het kwartshoudende subtype met tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen <sup>1)</sup>	25	×	—	—	13	1	×	—	×	61	22,5—30
	36	×	—	×	6	×	×	×	—	58	4—9
Het kwartshoudende subtype met veel gerolde vuurstenen <sup>1)</sup>	24	×	—	×	17	5	—	×	×	54	22,5—30
	42	×	×	×	8	1	1	×	×	48	4—9
Het kwartsarme subtype met zeer veel niet-gerolde vuurstenen <sup>1)</sup>	16	×	—	×	28	×	×	—	×	56	22,5—30
	26	1	—	×	10	×	1	×	×	62	4—9
Het kwartshoudende subtype met ringenziezel en tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen <sup>1)</sup>	21	×	—	×	16	1	×	×	×	62	22,5—30
	32	1	×	×	6	×	1	×	×	60	4—9
Het kwartsarme subtype met tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen <sup>1)</sup>	17	×	—	×	15	×	—	×	×	68	22,5—30
	26	1	—	×	11	×	×	×	×	62	4—9

<sup>1)</sup> volgens gegevens van van Straaten (1946)

TABEL 19. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van het zeer weinig porfierbevattende stenen- en grindtype van de Maas.

te zijn dan bij de monsters van het vorige subtype, doch het percentage blijft minder dan 1 (tabel 19). Ook komt een weinig materiaal van de kristallijne restgroep voor. Bij het zand is de aanwezigheid van bruingroene hoornblende het belangrijkste (Zonneveld, 1949).

Zonneveld (1955) rekent de afzetting die dit materiaal bevat tot het *Niveau van Margraten* (fig. 34). Van Straaten (1946) onderscheidde binnen dit niveau twee groepen (tabel 17).

Nabij *Halsteren (Noord-Brabant)* werd grind verzameld uit overwegend zeer fijne afzettingen (zie fig. 20b). Het zand is volgens Nelson & van der Hammen (1950) door de Maas afgezet — bevat de B-Limburg associatie — en moet ongeveer dezelfde ouderdom als de Klei van Tegelen bezitten. Opvallend is het hoge vuursteengehalte. Het is in verband met de ouderdom mogelijk, dat het materiaal tot de in deze paragraaf besproken groep behoort. We hebben echter voorlopig aan dit type de naam *Halsteren verbonden*. Onderzoek naar de verbreiding van het sediment is zeer gewenst. Zo ontbreekt volgens de Jong (1953) de afzetting nabij Breda en het is zeer wel mogelijk, dat het sediment door erosie van de Noord-Brabantse rivieren plaatselijk verdwenen is.

#### C. HET KWARTSHOUDENDE SUBTYPE MET TAMELIJK VEEL NIET-GEROLDE VUURSTENEN EN DE TOERMALIJN, METAMORFE MINERALEN EN TROEBELE CHLORITOID-ASSOCIATIE.

Dit subtype bevat ongeveer dezelfde hoeveelheid kwarts als het vorige subtype, doch het aantal niet-gerolde vuurstenen is geringer (tabel 19). Het door Zonneveld (1949) onderzochte zand bevat, op een enkele uitzondering na, geen bruingroene hoornblende. Vooral in verband met de hoogteligging meent Zonneveld hier 2 verschillende *niveau's* (die van *Herkenrade* en van *Sibbe*, fig. 34) te moeten onderscheiden (tabel 17).

#### D. HET KWARTSHOUDENDE SUBTYPE MET VEEL GEROLDE VUURSTENEN EN DE TOERMALIJN, METAMORFE MINERALEN, BRUINGROENE HOORNBLLENDE EN TROEBELE CHLORITOID-ASSOCIATIE

Dit subtype wordt bij de stenen gekenmerkt door de aanwezigheid van betrekkelijk veel gerolde vuurstenen en een zeer belangrijk geringer gehalte aan kwarts dan het zeer kwartsrijke subtype met veel gerolde vuurstenen (tabel 17). Deze hoeveelheid gerolde vuurstenen zal veroorzaakt zijn door de opname van vrij veel materiaal van miocene en pliocene ouderdom. Verder is de kristallijne restgroep door geringe hoeveelheden vertegenwoordigd (tabel 19 en monsternummers



421, 422). De opname van materiaal uit het Tertiair wordt ook in de samenstelling van het zand weerspiegeld. Zonneveld (1949) merkte dit op door de geringe hoeveelheid hoornblende en chloritoid. Verder wordt in het deel tussen de Geul en de Geleen aanzienlijke hoeveelheden anataas aangetroffen.

Dit subtype wordt gevonden bij het deel van het *Niveau van St Geertruid*, dat noordelijk van de Geul ligt en zich uitstrekt tot ongeveer de Rode Beek (zie bij fig. 34 onder 7c). Van Straaten rekent monster Jabeek (nummer 455 op kaart IV) nog tot het Maasgrind en het is mogelijk, dat monsternummer 140 ook tot de Maasafzettingen gerekend moet worden. Monsternummers 137—139 bezitten bij het grind of de stenen een geringe hoeveelheid Rijn-materiaal.

**E. HET KWARTSARME SUBTYPE MET ZEER VEEL NIET-GEROLDE VUURSTENEN EN DE BRUINGROENE HOORNBLLENDE, TOERMALIJN, TROEBELE CHLORITOID EN METAMORFE MINERALEN-ASSOCIATIE**

Bij dit subtype is de hoeveelheid niet-gerolde vuurstenen zeer groot. Door van Straaten (1946) werd gemiddeld bij de stenen van 22,5—30 mm 28% van dit gesteente gevonden. Bij het grind komt gemiddeld 1% porfier en 1% ringenkiesel voor (tabel 19). Van Straaten merkte op, dat dit grind een geheel eigen karakter bezit, doch heeft geen aparte groep onderscheiden. Evenmin kwam Zonneveld hiertoe, hoewel de hoge hoornblende percentages twijfel hieromtrent gegeven hebben.

Het gebied waar deze associatie voorkomt, wordt tot het *Niveau van St Geertruid* gerekend (zie legendapunt 7a van fig. 34). Binnen de grenzen van dit niveau komen vrij belangrijke verschillen in basishoogten voor, die door oplossing van het onderliggende Maastrichtse Krijt ontstaan zullen zijn.

**F. HET KWARTSHOUDENDE SUBTYPE MET RINGENKIEZEL EN TAMELIJK VEEL NIET-GEROLDE VUURSTENEN EN DE TOERMALIJN, TROEBELE CHLORITOID, BRUINGROENE HOORNBLLENDE EN METAMORFE MINERALEN-ASSOCIATIE**

Dit subtype bezit een hoger kwartspercentage dan het vorige en tevens minder niet-gerolde vuurstenen. Bij het grind komt gemiddeld 1% porfier voor, verder worden bestanddelen van de kristallijne restgroep en ringenkiesel bij de meeste monsters in geringe hoeveelheden aangetroffen (tabel 19).

Het zand bevat gemiddeld minder bruingroene hoornblende dan dat van de vorige associatie en verder is het gehalte aan chloritoid hoger. De afzetting met deze bestanddelen wordt bij het *Niveau van St Pietersberg* en bij een deel van het *Niveau van St Geertruid* gevonden (zie tabel 17

en fig. 34, legendapunt 7b en 8). Volgens het onderzoek van Brueren (1944) is het verschil in basishoogte gering. Zonneveld (1949) stelde dan ook vast dat zowel in morfologisch als ook in mineralogisch opzicht de Niveau's van St Geertruid en van St Pietersberg slechts weinig verschillen.

Volgens Macar (1938) zet het Terras van St Pietersberg zich voort tot in de Belgische Kempen (terrasse principale). In dit laatstgenoemde gebied werden slechts 4 monsters verzameld (nummers 424—427). Monsternummer 426 werd zuidwestelijk van Opitter gevonden en bezit een enigszins afwijkende samenstelling. Deze wordt mogelijk veroorzaakt door bijmenging van Rijn-materiaal (zie hiervoor Hacquaert & Tavernier, 1947). De groeven van de Belgische Kempen zijn door Dussart (1947) beschreven, doch er zijn geen nadere gegevens over de eventuele invloed van Rijn-materiaal verstrekt. Over de grens van het Rijn-materiaal is slechts iets bekend door het onderzoek van Kurtz (1910). De op kaart IV ingetekende grens maakt dan ook geen aanspraak op nauwkeurigheid. Macar (1954) heeft een overzicht gegeven van de meningen omtrent de ouderdom van de afzettingen in de Belgische Kempen. Daar deze sedimenten zich in noordelijke richting voortzetten en volgens Zonneveld, 1948 van gelijke ouderdom als de Serie van Sterksel moeten zijn, verwijzen we naar hetgeen over de datering in § 2 van hoofdstuk X is gezegd.

**G. HET KWARTSARME SUBTYPE MET TAMELIJK VEEL NIET-GEROLDE VUURSTENEN EN DE TROEBELE CHLORITOID, TOERMALIJN, BRUINGROENE HOORNBLLENDE, GRANAAT EN METAMORFE MINERALEN-ASSOCIATIE**

Het verschil met het vorige subtype is gering. Het wordt slechts bepaald door een klein verschil in kwartsgehalte (tabel 19). Vergelijkt men de kwartspercentages van beide subtypen bij monsters die in dezelfde omgeving genomen zijn, dan blijken de verschillen wat groter te zijn dan de gemiddelde waarden doen uitkomen. Het materiaal bevat bij verscheidene monsters zeer veel chloritoid. Bruingroene hoornblende wordt in wisselende hoeveelheden aangetroffen.

Dit zand komt bij de *Niveau's van Rothem en van Caberg* voor en ook wat het grind betreft bestaat er geen aanleiding om het Niveau van Gronsveld tot een afzonderlijke groep te rekenen. Wel zijn de kwartswaarden bij het Niveau van Gronsveld laag, doch worden ze met die van de nabij gelegen Caberg vergeleken, dan blijkt het verschil bij het materiaal van 22,5—30 mm en van 4—9 mm slechts 1% te bedragen. Het door Zonneveld vermelde verschil in gehalten aan porfier en graniet is ook uiterst gering. Het belangrijkste argument van Zonneveld (1955) om het

Niveau van Gronsveld jonger dan het Niveau van Caberg-Lutterade te beschouwen, is het hogere chloritoidgehalte bij de zanden van het Niveau van Gronsveld dan bij die van het Niveau van Caberg. Deze hoge waarden worden niet bij het Niveau van Lutterade gevonden, terwijl dit op meer noordelijk gelegen plekken, zoals bij Roermond in de jongere Zone van Horn, wel het geval is. In Zuid-Limburg lijkt nader onderzoek echter nog wel gewenst.

Op mineralogische gronden kan de *Zone van Veghel* als de voortzetting van de sedimenten van het Niveau Caberg-Lutterade beschouwd worden (Zonneveld, 1948). Tabel 20 geeft een indruk omtrent de samenstelling van zand, grind en stenen van de *Zone van Veghel*. Hieruit blijkt, dat de samenstelling al zeer verschilt van die van het materiaal van het Niveau Caberg-Lutterade. Vooral vallen de hoge kwartspercentages en de veel geringere hoeveelheden niet-gerolde vuurstenen bij de *Zone van Veghel* op.

Deze verschillen zijn te verklaren door *een zeer sterke bijmenging van Rijn-materiaal van het*

*Hoofdterras*. Dit materiaal van de Rijn was kwartsrijker en zeer veel armer aan niet-gerolde vuursteen dan dat van de Maas. Hoge kwartspercentages worden dan ook in het bijzonder aangetroffen als het percentage niet-gerolde vuursteen laag is (fig. 35). Nabij Mill wordt zeer vuurstenenrijk grof materiaal gevonden. Kurtz (1910) vermeldde reeds van deze plek het voorkomen van zuiver Maasmateriaal. De door van Melzen (1951) gesignaleerde bijmenging van noordelijk materiaal nabij Reek is door het stenen- en grindonderzoek niet bevestigd.

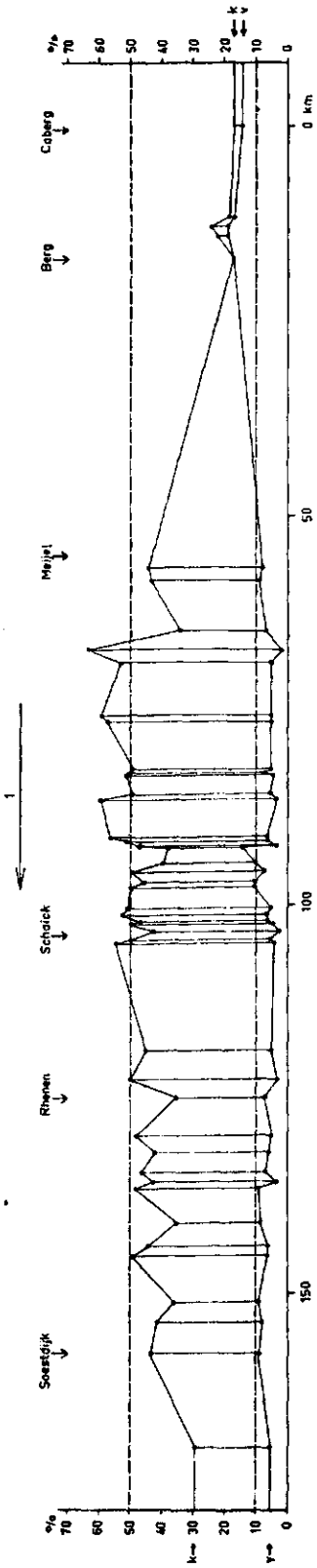
In het Land van Maas en Waal werd bij Bullenkamp dezelfde samenstelling bij het grind en de stenen gevonden als bij de *Zone van Veghel* in Noord-Brabant (zie ook Pons, 1956). Ook ten noorden hiervan werd in het westelijk deel van de Veluwe, in de Utrechtse Heuvelrug en in het Gooi soortgelijk materiaal gevonden (zie voor de samenstelling fig. 35 en tabel 20, voor de verbreiding fig. 36). Uit het niet-gerolde vuurstenengehalte blijkt, dat een duidelijke hoeveelheid van dit gesteente in de afzetting ten noorden van

	totaal kwarts	melkkwarts	resikwarts	kristallijn				vuursteen		ringenkezel	pyriet-kwartsiet	oëliet	lydie/radiolariet	restgroep	grootte in mm	
				kw. met wit vldsp. deeltje	witte en grijze vldsp.	porfier	rode vldsp.	rest	niet-gerold							gerold
Noord-Brabant (Zone van Veghel)	49	48	1	—	—	×	—	×	6	1	—	1	×	3	40	20—30
Noord-Brabant (Zone van Veghel)	64	55	9	×	—	×	×	×	1	×	—	×	×	1	33	5—20
Midden-Nederland (Utrechtse Heuvelrug, Het Gooi, enz.)	45	45	×	—	—	×	—	—	6	1	—	×	×	3	45	20—30
Midden-Nederland (Utrechtse Heuvelrug, Het Gooi, enz.)	58	48	10	1	—	1	×	1	×	×	—	—	×	2	36	5—20

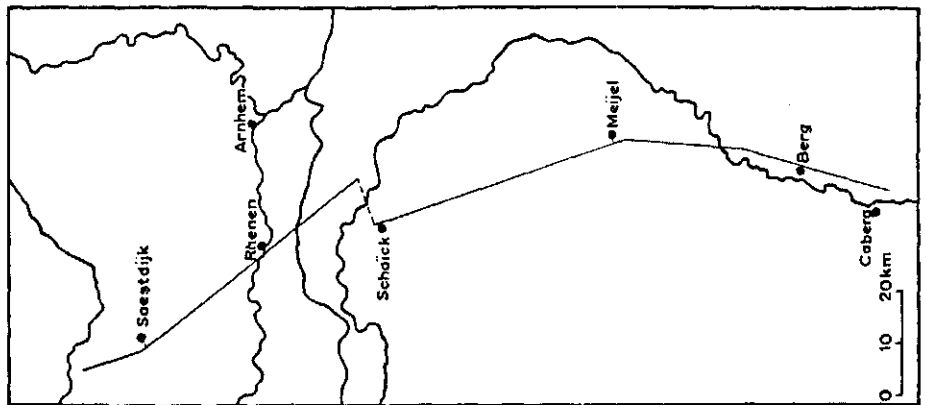
	toermalijn	zirkoon	granaat	rutiel	stauroliet	diatheen	andalusiet	sillimaniet	topaas	chloritoid	epidoot	saussuriet	groene hoornblendende	bruine hoornblendende	augiet	titaniet	olivijn	hyperstheen	grootte in mm
Reek (N.-Br.) (zand van grindmonster n <sup>o</sup> 380)	23	7	19	1	18	2	3	—	—	—	11	12	4	—	—	—	—	—	0,05—0,5
Bullenkamp (zand van grindmonster n <sup>o</sup> 388)	2	3	7	—	9	2	—	—	—	—	9	21	5	1	36	×	4	1	0,05—0,5
Emmikhuizen (zand van grindmonster n <sup>o</sup> 405)	4	—	4	—	5	—	1	—	—	—	15	49	11	—	10	1	—	—	0,05—0,5
Lunteren (zand van grindmonster n <sup>o</sup> 398)	2	1	3	—	—	—	1	—	—	—	11	29	7	—	43	2	—	1	0,05—0,5
Doorn (zand van grindmonster n <sup>o</sup> 407)	5	—	5	—	3	—	2	1	—	—	20	28	6	—	30	×	—	—	0,05—0,5

TABEL 20. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van de *Zone van Veghel* en de vuurstenenrijke fluviaale afzetting van Midden-Nederland.

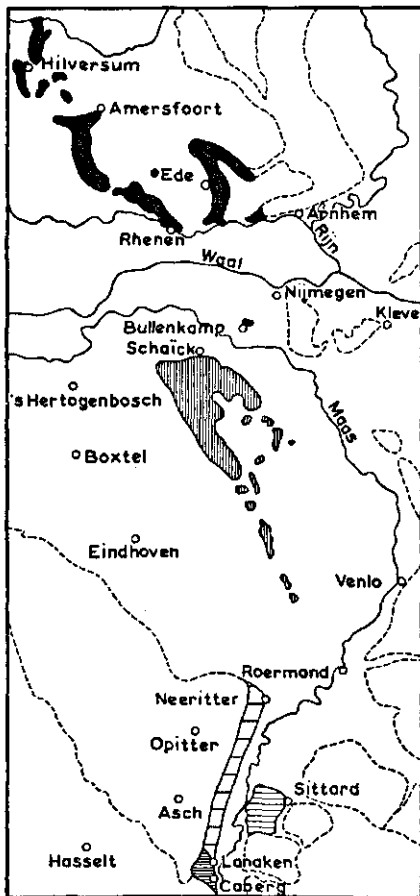


- l = stroomrichting  
direction of flow
- k = kwarts  
quartz
- v = niet-gerolde vuursteen  
non-gerolde flint

FIG. 35. De percentages van kwarts en niet-gerolde vuursteen bij de afzetting van het Niveau van Caberg—Lutterade, de Zone van Veghel, de Utrechtse Heuvelrug, de stuwwal van Ede en Het Gooi (in Zuid-Limburg 22,5—30 mm, verder 20—30 mm).  
Percentage of quartz and non-gerolde flint in the deposits of the Terrace of Caberg—Lutterade, the Zone of Veghel, the Utrecht Hill-range, the contorted hill of Ede and Het Gooi (in South-Limburg 22,5—30 mm, the rest 20—30 mm).



Zuid-Limburg eerst boven 13 mm optreedt (fig. 37). Het fijne materiaal is, wat het grind betreft, niet te scheiden van het Rijngrind. Het zand van de Zone van Veghel in Noord-Brabant verschilt van dat van het noordelijk hiervan gelegen gebied. In Noord-Brabant worden hierin Maas-bestanddelen aangetroffen, terwijl dit in Midden-Nederland niet of vrijwel niet het geval is (tabel 20). De vraag ligt voor de hand, of de bedoelde afzetting van Midden-Nederland alleen door de Maas afgezet is, of door de Maas en de Rijn tezamen. Blijkens de resultaten van het zandonderzoek van vuurstenenrijke monsters lijkt ons de laatste moge-



1. afzetting van het Niveau van Caberg  
*deposit of the Terrace of Caberg*
2. afzetting van het Niveau van Lutterade  
*deposit of the Terrace of Lutterade*
3. afzetting van het gebied Lanaken—Neeritter  
*deposit of the area Lanaken—Neeritter*
4. Zone van Veghel  
*Zone of Veghel*
5. afzetting met vrij veel Maasstenen  
*deposit with fairly many pebbles (20—30 mm) of the Meuse*

FIG. 36. De verbreiding van enige Maasafzettingen nabij de oppervlakte.  
*Occurrence of some Meuse deposits near the surface.*

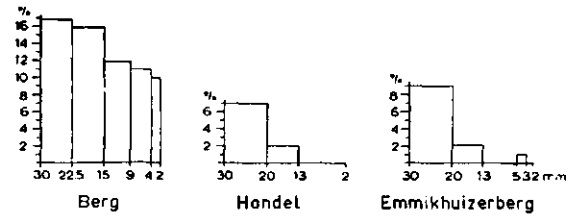


FIG. 37. Het voorkomen van niet-gerolde vuurstenen in verschillende fracties bij een monster van het Niveau van Lutterade (Berg), de Zone van Veghel (Handel) en de Emmikhuizenberg (30, 22.5, etc. = fractiegrenzen).  
*Occurrence of non-rounded flints in different fractions in a sample of the Terrace of Lutterade (Berg), the Zone of Veghel (Handel) and the hill of Emmikhuizen (30, 22.5, etc. = boundaries of fraction).*

lijkheid waarschijnlijk. Verder bevat het vuurstenenrijke materiaal van Midden-Nederland vrij veel porfier. Hieruit blijkt, dat het Maas materiaal van Midden-Nederland met jonger Rijn materiaal vermengd is dan het Maas materiaal in Noord-Brabant. Het is dan ook zeer wel mogelijk, dat in het Land van Maas en Waal een Rijnarm met de Maas contact maakte. Toen door de Risslandijsbedekking een afwatering van de Rijn ter plaatse van de tegenwoordige IJssel niet meer mogelijk was, zal ter plaatse van deze Rijnarm al het Rijnwater in westelijke richting gestroomd hebben (oerstroomdal). Overigens blijft de reeds eerder naar voren gebrachte gedachte omtrent een afwatering van de Maas ter plaatse van de huidige Gelderse Vallei in de Riss-tijd (Brouwer, 1950; Faber, 1942; Oestreich, 1938) door het aanvaarden van een monding van de Rijnarm in de Maas niet minder waardevol.

Omtrent de ouderdom van deze afzetting zijn we door Doppert & Zonneveld (1955) ingelicht. Zij menen, dat de Zone van Veghel ongeveer een Riss-ouderdom bezit en merken verder op, dat de Zone van Veghel (gedeeltelijk?) uit het Needien zou kunnen stammen. In ieder geval blijkt, dat onder Rosmalen het zand van de Zone van Veghel rust op een kleipakket uit het Needien.

Interessant is in dit verband de kwestie van de grofheid van een afzetting in verband met een ijstijd. Zo is het bekend, dat gedurende de Würm-tijd grof materiaal in Midden-Nederland gesedimenteerd is, terwijl dit in het Holoceen zelden het geval is. Hier is de relatie korrelgrootte/glaciatie duidelijk. Het is aantrekkelijk dit eveneens voor oudere tijden aan te nemen. Het bovenvermelde voorkomen van grof materiaal in de Zone van Veghel behoeft niet in strijd te zijn met een gedeeltelijke interglaciale ouderdom van deze afzetting. Het grove materiaal bestaat immers voor een deel uit omgewerkt Rijn-materiaal van het Hoofdterras.

## HOOFDSTUK XII

### GLACIALE AFZETTINGEN

#### § 1. HET ZEER KWARTSARME STENEN- EN GRINDTYPE MET VEEL BESTANDDELEN VAN DE KRISTALLIJNE RESTGROEP

##### A. HET VEEL NIET-GEROLDE VUURSTENEN-BEVATTENDE SUBTYPE EN DE A MINERALEN-ASSOCIATIE

Glaciaal materiaal komt het zuiverst in de keileem van het grondmorene-landschap voor. In dit gebied is een bijmenging van lokaal materiaal uiterst gering of geheel afwezig. De in deze paragraaf vermelde gegevens uit Nederland zijn afkomstig van monsters waar geen bijmenging van lokaal materiaal waargenomen werd. De in de keileem verzamelde stenen bleken minder dan 3% kwarts te bezitten. Het aantal niet-gerolde vuursteen is hoog en bedraagt bij de 2 stenenmonsters 35% en 37%. De hoeveelheid bestanddelen van de kristallijne restgroep is bij deze monsters meer dan 10% lager. *Verder blijkt de verhouding vuursteen/kristallijne restgroep sterk aan de korrelgrootte gebonden te zijn* (zie tabel 21).

Fractie-grootte in mm	Vuursteen-coëfficiënt (F/K)
20—30	1,76
13—20	0,60
8—13	0,42
5—8	0,34
3—5	0,14
2—3	0,04
1,2—2	0,03
0,3—1,2	0,03

TABEL 21. De verhouding vuursteen/rode veldspaat + kristallijne restgroep bij een keileemmonster (vindplaats Sleen).

Voorts is het aantal porfieren ten opzichte van de kristallijne restgroep laag. Het kwartspercentage neemt bij het fijner worden van het materiaal toe (zie fig. 21a), doch blijft bij het grind van 5—20 mm beneden 10. Verder blijkt het grind van 5—20 mm meer deeltjes van de kristal-

lijne restgroep te bezitten dan niet-gerolde vuurstenen. Het percentage niet-gerolde vuurstenen is bij deze grootte hoger dan 15.

Talrijke zwerfstenen van de keileem zijn in de loop der jaren beschreven en ook de zware mineralen-inhoud van de keileem is bekend. De Waard (1949) heeft hiervan een duidelijk overzicht gegeven. Het blijkt, dat de zware mineralen van de aan vuurstenenrijke keileem tot de A-provincie van Edelman (1933) behoren. Deze associatie wordt gekenmerkt door granaat, epidoot en hoornblende (tabel 22). De lichte mineralen van de A-groep bevatten veel kwarts, terwijl verder het voorkomen van rode orthoklaas karakteristiek is (van Baren, 1934).

Zoals reeds werd vermeld, wordt in het vlakke grondmorene-landschap de keileem het zuiverst aangetroffen. Hier heeft het ijs geen hindernissen ontmoet en heeft er dan ook geen grote hoeveelheden lokaal materiaal opgenomen. Buiten het eigenlijke grondmorenegebied werd in Nederland slechts in het Dal van de Leuvenumse Beek praktisch zuivere keileem gevonden (zie kaart III). *In de fluvio-glaciale afzettingen van dit dal (kame-terrassen) worden brokken keileem gevonden die eveneens uit zuivere keileem bestaan (monsternummers 496, 497). De stukjes keileem komen als stenen-van-leem tussen het grind voor en vormen veelal met de hoekige brokken zand (zie hiervoor ook fig. 1 bij Rutten, 1956) een opvallende verschijning. Brokken keileem worden ook in kames aangetroffen, zoals b.v. in de Koerberg bij Heerde en de Apenberg bij Rijssen. In Drente werden noordelijk van Hoogeveen, in een soortgelijke afzetting, eveneens keileemstukjes gevonden. De samenstelling van dit grind is vrijwel gelijk aan die van keileem (monsternummers 560, 561 van kaart II).*

*In Duitsland werd in het gebied van de „Lamstedter Vorstoss” grind met dezelfde samenstelling verzameld. Het betreft hier fluvio-glaciaal materiaal. De grens van dit grindtype vormt nabij Bremen tevens de zuidwestelijke grens van genoemd gebied (kaart I). Illies (1952, 1955) heeft in het bijzonder de aandacht op dit glaciale*

	totaal kwarts	melkkwarts	restkwarts	kristallijn						vuursteen						grootte in mm		
				kw. met wit vldsp. deeltje	witte en grijze vldsp.	porfier	rode vldsp.	rest	niet-gerold	gerold	ringenkezel	pyriet-kwartsiet	oëliet	lydië/radiolariet	restgroep			
Het veel niet-gerolde vuurstenen-bevattende subtype : Keileem	2 7	× 1	2 6	— ×	— —	2 4	— 2	22 45	36 17	— —	— —	— —	— —	— —	— —	38 25	20—30 5—20	
” Fluvio-glaciaal, omgeving Lamstedt (D.)	4	×	4	×	×	2	2	48	18	—	—	—	—	—	—	—	26	5—20
Het zeer weinig of geen niet-gerolde vuurstenen-bevattende subtype	×	—	×	—	—	4 1	— —	22 21	1 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	74 <sup>1)</sup> 77 <sup>2)</sup>	20—30 5—20	
	toermalijn	zirkoon	granaat	rutiel	stauroliet	distheen	andalusiet	sillimaniet	topaas	chloritoid	epidoot	saussuriet	groene hoornblendende	augiet	titaniet	enstatiet	hyperstheen	grootte in mm
A-associatie <sup>3)</sup>	2	8	31	2	2	1	—	—	—	—	27	1	24	1	1	—	—	0,05—0,5
Sk.-associatie <sup>4)</sup>	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	16	6	51	2	—	—	—	0,05—0,5

<sup>1)</sup> waarvan 65% kalksteen <sup>2)</sup> waarvan 68% kalksteen <sup>3)</sup> volgens Edelman (1933) <sup>4)</sup> volgens de Waard (1949)

TABEL 22. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van het zeer kwartsarme stenen- en grindtype met veel bestanddelen van de kristallijne restgroep en de A- en Sk.-associatie.

landschap gevestigd. Hier zijn niet die frisse terreinvormen aanwezig die karakteristiek zijn voor het morenelandschap van Würm-ouderdom, doch het is overigens minder afgevlakt dan het Nederlandse landschap uit de Riss-tijd. Het vertoont overeenstemming met het landschap van het Warthe-stadium, doch is er volgens Illies in ouderdom door een warme tijd van gescheiden. Zowel het Warthe-stadium als dat van Lamstedt zijn ouder dan de interglaciale Eem-afzetting (Woldstedt, 1954) en moeten, ook in verband met hun vormen tot de Riss-tijd gerekend worden.

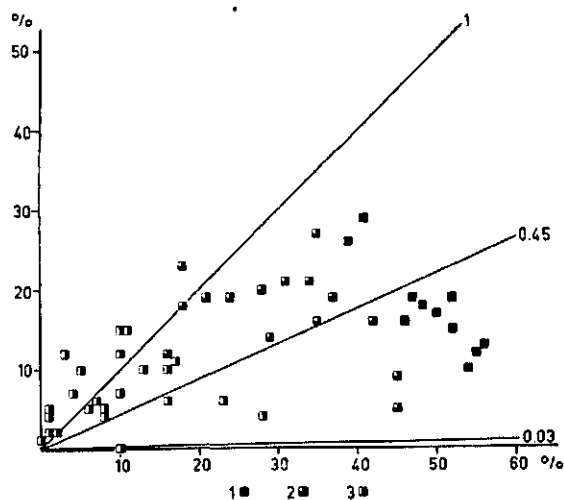
Verder kan opgemerkt worden, dat de westelijke grens van het Stadium van Lamstedt ongeveer samenvalt met de zuid-westelijke grens die Milthers (1950) aangeeft van het gebied met veel bruine Oostzee-porfieren. De grens van het Stadium van Lamstedt is echter overal nog niet zeker. Daar een deel van het gebied door de hier vermelde grindassociatie gekenmerkt wordt, is het waarschijnlijk mogelijk door middel van grind-onderzoek de grenzen nauwkeurig vast te stellen. Daar sommige onderzoekers veel waarde hechten aan verhoudingsgetallen wordt in fig. 38 en 39

resp. de verhouding vuursteen/kristallijne restgroep + rode veldspaat en de doorzichtige/on-doorzichtige vuursteen van enige afzettingen weergegeven. Het blijkt echter, dat de op deze wijze verkregen verschillen niet duidelijk zijn.

#### B. HET ZEER WEINIG OF GEEN NIET-GEROLDE VUURSTENENBEVATTENDE SUBTYPE EN DE SK. ZWARE MINERALEN-ASSOCIATIE

In het bijzonder door de studie van de Waard (1949) werd de aandacht gevestigd op een soort rode keileem die in samenstelling sterk afwijkt van de algemeen voorkomende grijze keileem (zie hiervoor de vorige paragraaf). Deze rode keileem bezit in onverweerde toestand zeer veel kalkstenen en is arm aan vuurstenen. Bij monsternummer 481 werd bij de stenen van 20—30 mm 65% kalkstenen gevonden en bij het grind van 5—20 mm een ongeveer gelijke hoeveelheid. Vuurstenen ontbreken of komen slechts in zeer kleine hoeveelheden voor. Naast kalksteen zijn de bestanddelen van de kristallijne restgroep het sterkst vertegenwoordigd (tabel 22).

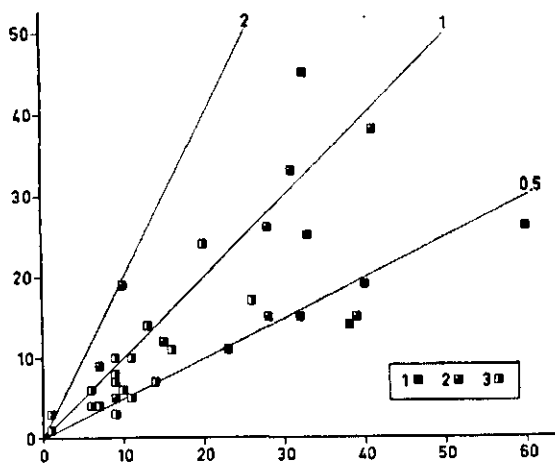
De Waard (1949) heeft de samenstelling van



1. het zeer kwartsarme stenen- en grindtype met veel bestanddelen van de kristallijne restgroep (het veel niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype)  
*type very poor in quartz with many components of the other crystalline pebbles (subtype containing many non-rounded flints)*
  2. het kwartsarme grindtype met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne restgroep (het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype)  
*type poor in quartz with relatively many components of the other crystalline pebbles (the no or very little lydite-radiolarite containing subtype)*
  3. het kwartshoudende tot kwartsrijke grindtype met bestanddelen van de kristallijne restgroep (het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype met weinig melkkwarts)  
*quartz containing to rich in quartz type with components of the other crystalline pebbles (the no or very little lydite-radiolarite containing subtype with little milky quartz)*
- 10, 20, etc. = aantallen  
numbers
- ordinaat = niet-gerolde vuursteen  
*ordinate = non-rounded flint*
- abscis = kristallijne restgroep + rode veldspaat  
*abscissa = group of other crystalline pebbles + red feldspar*

FIG. 38. De verhouding niet-gerolde vuursteen/kristallijne restgroep + rode veldspaat bij enige monsters van Noordwest-Duitsland (grootte van het grind 5—8 mm).  
*The relation between non-rounded flint and the group of other crystalline pebbles + red feldspar in some samples of Northwestern-Germany (size of the pebble 5—8 mm).*

de zware mineralen van deze keileem onderzocht en aan de mineralen-associatie de naam S. groep gegeven. Door Crommelin (1953) werd nadien aan de S. groep een andere betekenis gegeven. *We willen daarom het symbool van de Waard wijzigen door er de k van keileem aan toe te voegen.* De Waard vond bij deze keileem zeer veel groene hoornblende (tabel 22) waardoor de associatie in enige mate gelijk is op de A-hoornblende associatie van Böhmers (1937).



1. het zeer kwartsarme stenen- en grindtype met veel bestanddelen van de kristallijne restgroep (het veel niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype)  
*type very poor in quartz with many components of the other crystalline pebbles (subtype containing many non-rounded flints)*
  2. het kwartsarme grindtype met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne restgroep (het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype)  
*type poor in quartz with relatively many components of the other crystalline pebbles (the no or very little lydite-radiolarite containing subtype)*
  3. het kwartshoudende tot kwartsrijke grindtype met bestanddelen van de kristallijne restgroep (het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype met weinig melkkwarts)  
*quartz containing to rich in quartz type with components of the other crystalline pebbles (the no or very little lydite-radiolarite containing subtype with little milky quartz)*
- 10, 20, etc. = aantallen  
numbers
- ordinaat = doorzichtige vuursteen  
*ordinate = transparent flint*
- abscis = ondoorzichtige vuursteen  
*abscissa = opaque flint*

FIG. 39. De verhouding doorzichtige vuursteen/ondoorzichtige vuursteen bij enige monsters van Noordwest-Duitsland (grootte van het grind 5—8 mm).  
*The relation between transparent flint and opaque flint in some samples of Northwestern-Germany (size of the pebble 5—8 mm).*

In het Dal van de Leuvenumse Beek werd op twee plekken een monster verzameld dat door het zeer hoge percentage kristallijne restgroep en de geringe hoeveelheid vuursteen opviel. Het betreft hier diep verweerde keileem waarin dan ook geen kalkstenen werden aangetroffen. Het is waarschijnlijk, dat hier sprake is van verweerde rode keileem. Zo wijken de kleur en ook de korrelgrootte (de Ridder & Wiggers, 1955) af van die van de grijze keileem. Het is evenwel mogelijk, dat een zeer geringe bijmenging van grijze keileem aanwezig is. Bij Hilversum werd een mon-

ster aangetroffen, dat bij de stenen een soortgelijke samenstelling bezit. Het grind van 5—20 mm wijst echter op een belangrijke bijmenging van materiaal uit de ondergrond (monsternummer 500).

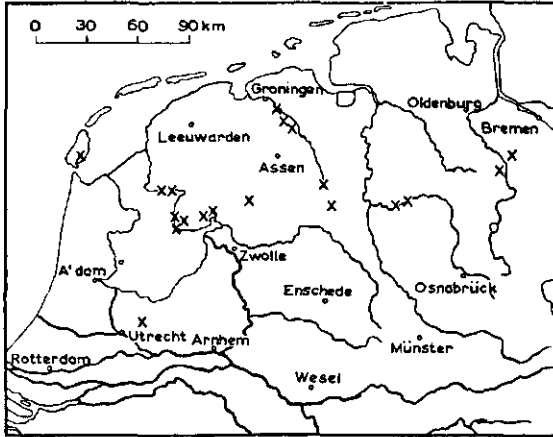


FIG. 40. Vindplaatsen van rode keileem (in Nederland hoofdzakelijk volgens de Waard, 1949, in Duitsland volgens Richter, 1953). *Deposits of red boulder clay (in the Netherlands mainly according to de Waard, 1949, in Germany according to Richter, 1953).*

Fig. 40 toont de vindplaatsen van rode keileem. Bij de meest westelijke vindplaats (Hoge Vuurse) is de rode keileem in een dun laagje aanwezig en verschilt in dikte dus van de rode keileem in het meer noordelijk deel van Nederland. De samenstelling van de zwerfsteen-gezelschappen volgens de formule van Hesemann zijn: voor de rode keileem 7210, voor de grijze keileem 4421 (de Waard, 1949). Dit verschil in samenstelling is aanleiding geweest om de rode keileem een Mindel-ouderdom toe te kennen. Het Riss-landijs zou de in Noord-Duitsland aanwezige keileem van Mindel-ouderdom opgenomen en als schollen naar Nederland vervoerd hebben. We willen hier niet verder op ingaan, doch verwijzen naar de publicatie van Faber (1950), waarin uiteengezet wordt, dat beide keilemen uit de Riss-tijd stammen en dat een ijslob van Oost-Baltische herkomst over een ijslob uit het West-Balticum geschoven is. Op de verbreiding van deze rode keileem in Noord-Duitsland werd door Richter (1953) de aandacht gevestigd.

In de Noordoostpolder komen gestuwde grindrijke afzettingen voor waaruit 1 monster verzameld werd (nummer 562). Het grind blijkt veel kalksteen te bevatten, doch tevens zijn er vuurstenen aanwezig. De afzetting is mogelijk als „Vorsandr” te beschouwen en ligt ter plaatse van de eindmorene van Brouwer (1950). Daar de door Brouwer bedoelde afzetting dikwijls

stuwingen vertoont (zie ook Veenbos, 1952) kan van een stuwmorene gesproken worden.

## § 2. HET KWARTSARME GRINDTYPE MET BETREKKELIJK VEEL BESTANDDELEN VAN DE KRISTALLIJNE RESTGROEP

### A. HET SUBTYPE MET LYDIET/RADIOLARIET

In de voorgaande paragraaf werd gewezen op zuivere of vrijwel zuivere afzettingen van noordelijke origine. De overige typen van dit hoofdstuk zijn alle gekenmerkt door bijmenging met lokaal materiaal. Alleen niet-glaciaal materiaal was voor de komst van het ijs afgezet en de afzettingen met de bedoelde grindtypen verschillen dus hierin van die van het Middenterras van de Wezer, waar fluviatiele bestanddelen met reeds aanwezig glaciaal materiaal vermengd zijn. *Daar bij de nog te bespreken grindtypen sprake is van bijmenging met lokaal materiaal, heeft het grind dikwijls een andere samenstelling dan de stenen. Dit is in hoofdzaak afhankelijk van de grofheid van het reeds aanwezige materiaal.* Met opzet wordt in deze paragraaf slechts over grind gesproken daar de samenstelling van de stenen onvoldoende bekend is en deze bovendien soms geheel afwijkt van die van het grind.

Het te behandelen subtype betreft noordelijk materiaal met een veelal belangrijke bijmenging van materiaal van de Midden-Duitse rivieren. Onder kwartsarm wordt hier verstaan een percentage dat schommelt van 10—40. Het aantal deeltjes van de kristallijne restgroep is in het algemeen meer dan 10%. Het percentage lydiët/radiolariet is meer dan 1.

Bij Oker (Harz) werden onder de keileem enkele monsters (nummers 31 en 32) verzameld met als doel om een indruk omtrent de samenstelling van lokaal materiaal te verkrijgen. Dit destemee daar volgens Beschoren (1931) nabij Hannover veel materiaal uit de Harz en omgeving voorkomt. De monsters die uit de rug van Engelnborstel (nummers 36 en 37, zie kaart I) en oostelijk van Hannover verzameld zijn, tonen wat het kwartspercentage betreft, een grote overeenkomst. De monsters oostelijk van Hannover zijn afkomstig uit ongestuwde afzettingen die waarschijnlijk een Riss-ouderdom bezitten. De monsters die noordelijk van Hannover verzameld zijn, moeten volgens Keller (1954) uit een kame afkomstig zijn, eveneens uit de Riss-tijd. Meer westelijk van Hannover neemt de bijmenging van kwartsrijk materiaal toe en de kwartsboeveelheid nadert bij Nienburg 30%. Nog meer westelijk werd dit grindtype in gestuwde positie slechts op een tweetal plekken gevonden (monsternummers 41 en 59).



Bij ongestuwde afzettingen, t.w. de *grindrug van Munsterland* werd eveneens dit grindtype gevonden. De samenstelling van het grind bevestigt dus de opvatting van Schneider (1938), dat het een andere afzetting betreft dan die van de rug van Emsbühen en *is niet in strijd met de gedachte dat de rug als oos beschouwd moet worden*. De monsternummers 555—558 (zie kaart I) ver-

#### B. HET GEEN OF ZEER WEINIG LYDIET/RADIOLARIETBEVATTENDE SUBTYPE

De kwartshoeveelheid van dit subtype schommelt van 10—40%. Het aantal bestanddelen van de kristallijne resigroep is vrij groot en bedraagt veelal meer dan 20%. Lydiet/radiolariet werd in de meeste gevallen niet aangetroffen, het percentage blijft beneden 2 (tabel 23).

	totaal kwarts	melkkwarts	restkwarts	kristallijn					vuursteen		ringenziezel	pyriet-kwartsiet	oöljet	lydiet/radiolariet	resigroep	grootte in mm	
				kw. met wit vldsp. deeltje	witte en grijze vldsp.	porfier	rode vldsp.	rest	niet-gerold	gerold							
Het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype:																	
Oostelijk van de Wezer	14	1	13	3	1	3	2	33	18	—	—	—	—	—	26	5—20	
Delmenhorstse Geest	14	×	14	1	1	2	1	42	13	—	—	—	—	×	26	5—20	
Sykese—Cloppenburgse Geest	29	3	26	3	1	1	1	21	17	—	—	—	—	×	27	5—20	

TABEL 23. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van het kwartsarme grindtype met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne resigroep.

tonen een geringe afname van kwarts in zuidelijke richting, hetgeen gepaard gaat met een toename van de glaciële bestanddelen. Bij een soortgelijke, min of meer lineair gerangschikte, reeks van grindrijke heuvels in de provincie Overijssel valt hetzelfde verschijnsel op en wordt in § 3b van dit hoofdstuk besproken. Verder wordt dit grindtype bij geïsoleerd liggende heuvels gevonden die volgens Burck als randmorene of in sub- of intraglaciële smeltwaterlopen gevormd zijn (monsternummers 570 en 571). Wegens hun vorm zouden we deze heuvels als kame willen beschouwen.

Tenslotte werd aan de westzijde van de stuwwal van Wierden onder een pakket dekzand een grofzandige laag aangetroffen, waarvan het grind tot het hier behandelde subtype behoort (monster-nummer 671). Wegens de samenstelling, de ongestuwde positie en de wijze van ligging tegen de flank van de stuwwal, toont deze afzetting gelijkenis met het beeld van de fluvio-glaciële mantel dat door de samenstellers van de Geologische Kaart van Nederland naar voren gebracht is. Evenwel met dien verstande, dat de afzetting slechts plaatselijk én onder dekzand voorkomt.

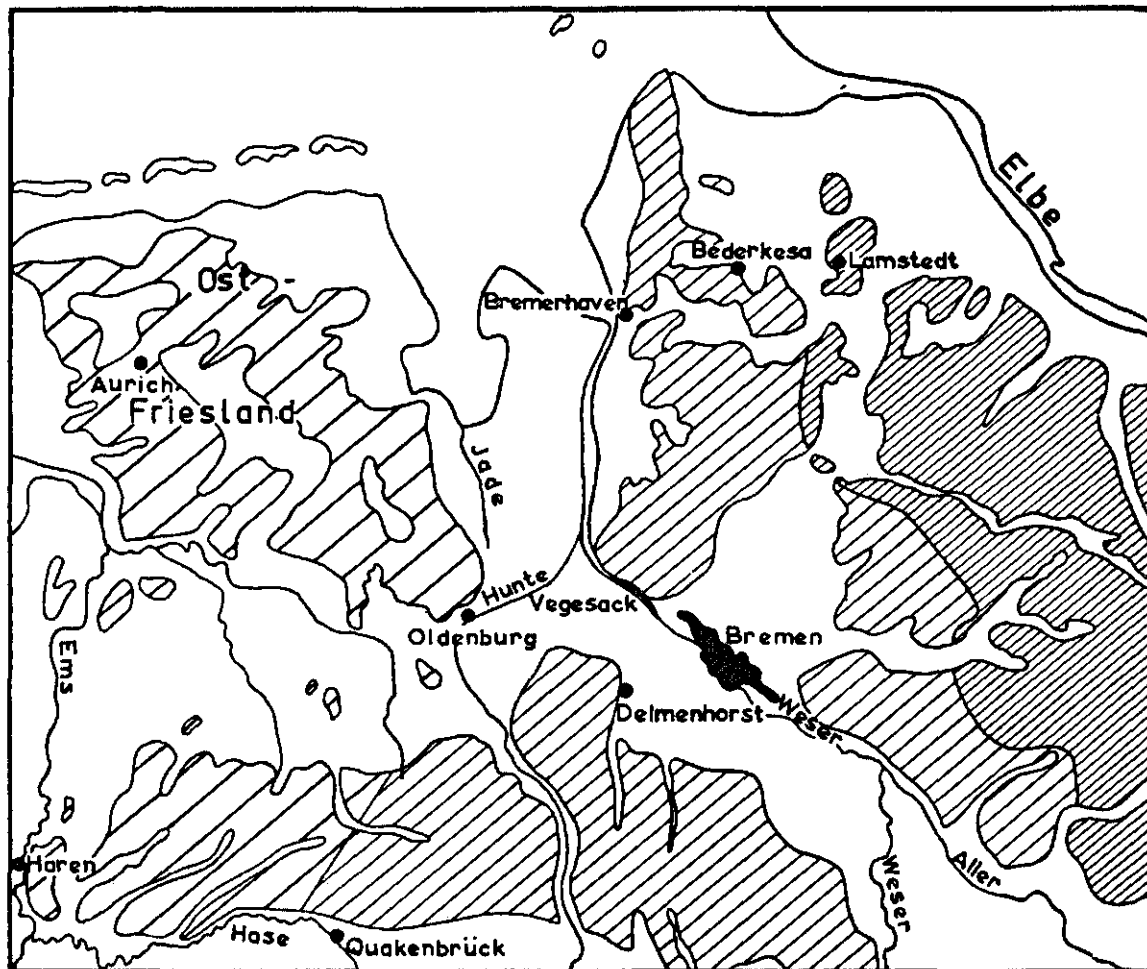
Het keileem-monsternummer 482 bij Oldenzaal (kaart III) bleek zo sterk met lokaal materiaal vermengd te zijn, dat het monster tot dit subtype gerekend moet worden.

Door het verspreid voorkomen van dit subtype werd er vanaf gezien een tabel met de gemiddelde samenstelling gereed te maken. Gegevens over de mineralogische samenstelling zijn niet bekend.

De monsters van de Delmenhorstse Geest (nummers 520 en 521, kaart I), komen, wat het kwartspercentage betreft, met die ten oosten van de Wezer overeen (tabel 23). Dewers (1950) merkte op grond van morfologische overwegingen op, dat het gebied nabij Delmenhorst de indruk maakt dat het oorspronkelijk in samenhang met het gebied nabij Vegesack gestaan heeft of met andere woorden; het ter plaatse liggende Wezerdal is jonger dan de vorming van het grondmorene-landschap van Vegesack en Delmenhorst (zie fig. 41). Het grindonderzoek wijst dus in dezelfde richting.

Het bewerkte Noord-Duitse grind van dit subtype stamt uit afzettingen die onder de grondmorene voorkomen. De grenzen van dit subtype in Noord-Duitsland zijn vrij scherp. De oostelijke grens valt samen met de westelijke grens van het gebied van de „Lamstedter Vorstoss” en de westelijke grens wordt gevormd door de lijn die Quakenbrück met Bremerhaven verbindt. Illies (1952) heeft in deze afzetting talrijke metingen verricht om de stroomrichting te bepalen en vond veelal een aanvoer uit oostelijke tot zuid-oostelijke richting. Het materiaal moet beschouwd worden als een smeltwaterafzetting die voor de komst van het Riss-landijs gevormd is.

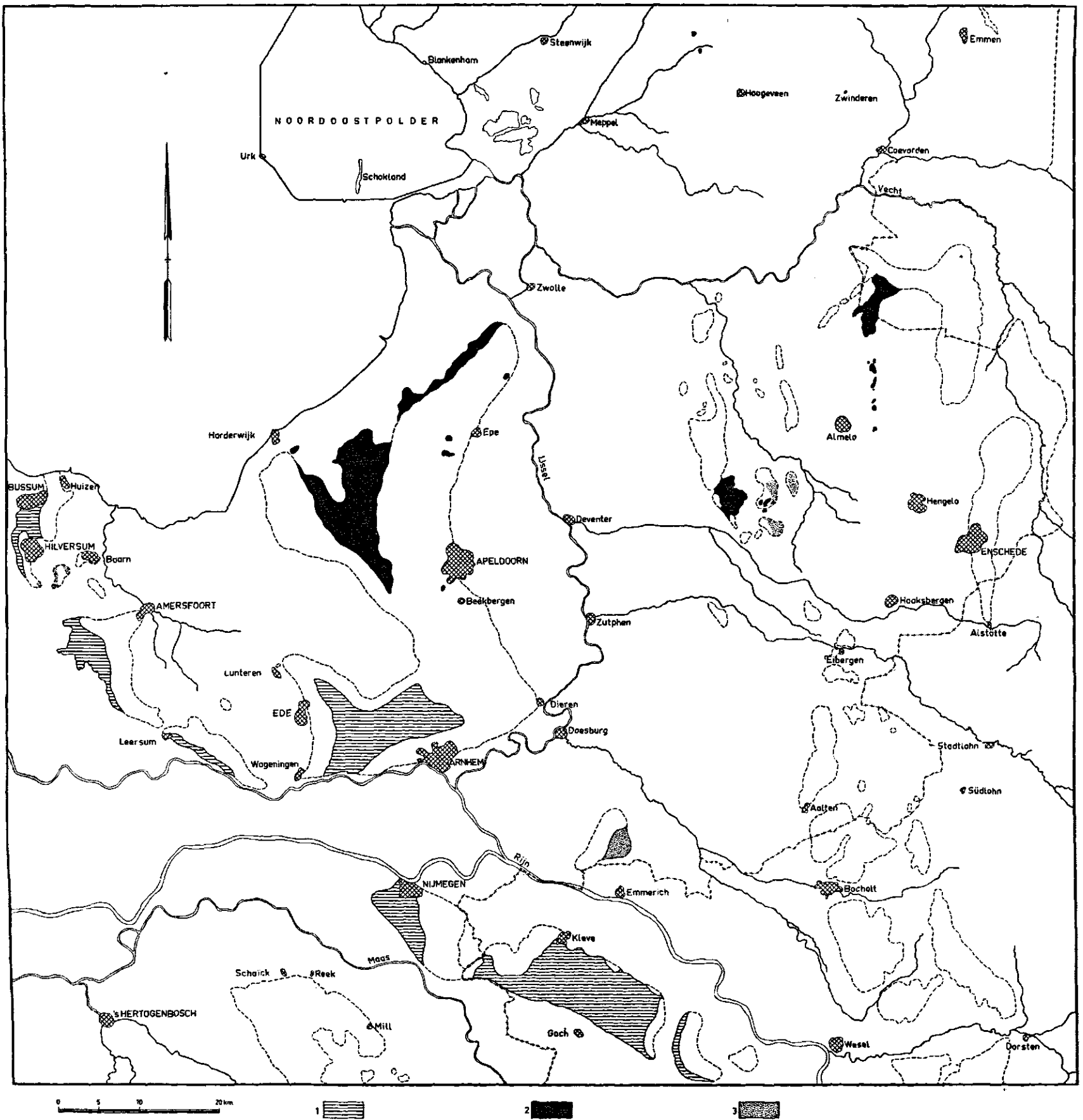
Enige Nederlandse monsters behoren ook tot dit subtype. De monsters zijn afkomstig uit leemen keileemlagen van de Noord-Veluwe en uit het Montferland. De leemlaag van laatstgenoemd monster is zeer duidelijk gestuwd. We zien hierin evenwel geen aanleiding om tot een Mindel-



1. het zeer kwartsarme stenen- en grindtype met veel bestanddelen van de kristallijne restgroep (het veel niet-gerolde vuurstenen bevattende subtype)  
*type very poor in quartz with many components of the other crystalline pebbles (subtype containing many non-rounded flints)*
2. het kwartsarme grindtype met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne restgroep (het geen of zeer weinig lydiet/radiolariet bevattende subtype)  
*type poor in quartz with relatively many components of the other crystalline pebbles (the no or very little lydite/radiolarite containing subtype)*
3. het kwartshoudende tot kwartsrijke grindtype met bestanddelen van de kristallijne restgroep (het geen of zeer weinig lydiet/radiolariet bevattende subtype met weinig melkkwarts)  
*quartz containing to rich in quartz type with components of the other crystalline pebbles (the no or very little lydite/radiolarite containing subtype with little milky quartz)*

FIG. 41. De verbreiding van enige grindtypen in Noordwest-Duitsland (grens van het grondmorenelandschap volgens Dewers, 1941).

*The occurrence of some pebbletypes in Northwestern Germany (boundary of the ground-moraine landscape according to Dewers, 1941).*



1. sandr  
*outwash plain*
2. kame-terras, kame, oos  
*kame terrace, kame, esker*
3. fluvio-glaciaal materiaal in gestuwde positie  
*fluvio-glacial material in pushed position*

FIG. 43. De verbreiding van fluvio-glaciale afzettingen in Midden-Nederland.  
*Distribution of fluvio-glacial deposits in the Mid-Netherlands.*

ijsbedekking van Nederland te besluiten. *Gestuwde glaciale afzettingen komen op verscheidene plaatsen in Nederland voor* (zie fig. 43) en kunnen verklaard worden als „Vorsandr” of verband houden met het bewegelijk Riss-ijsfront, waarbij fluvio-glaciale afzettingen, zoals de sandr, in de stuwing betrokken zijn.

§ 3. HET KWARTSHOUDENDE TOT KWARTSRIJKE GRINDTYPE MET BESTANDDELEN VAN DE KRISTALLIJNE RESTGROEP

A. HET GEEN OF ZEER WEINIG LYDIET/RADIOLARIETBEVATTENDE SUBTYPE MET WEINIG MELKKWARTS

Het kwartspercentage is bij het grind van 5—20 mm van dit type meer dan 40. Het aantal bestanddelen van de kristallijne restgroep wisselt per monster en is in het algemeen hoog als het aantal kwartsen gering is. Hetzelfde geldt voor de niet-gerolde vuurstenen. Lydiet/radiolriet blijkt bijna afwezig te zijn (tabel 24). Een duidelijke toename van de kristallijne restgroep en van de niet-gerolde vuurstenen valt bij het grover worden op (fig. 42) en de samenstelling van de steneninhoud van 20—30 mm is vrijwel gelijk aan die van zuivere keileem. *Het blijkt dus, dat wat grind betreft, in hoofdzaak fijn grind vóór de komst van het landijs aanwezig was.* Dit grind zal slechts weinig in samenstelling van dat van type Hellendoorn verschilt hebben. Het verschil moet in hoofdzaak gezocht worden in de aanwezigheid van materiaal uit het Bekken van Munster bij type Hellendoorn (zie hoofdstuk IX). Het in deze paragraaf te bespreken grindtype bevindt zich in het gebied ten westen van de lijn Quakenbrück—Bremerhaven nabij de oppervlakte en wordt verder begrensd door de Eems. Dr F. Weverinck te Bremen was zo vriendelijk het materiaal van een boring te Bederkesa (zie fig. 41) te tonen. Het bleek, dat het bedoelde grindtype onder de z.g. „Lauenburger Ton” voorkwam. *Het hier behandelde grind-*

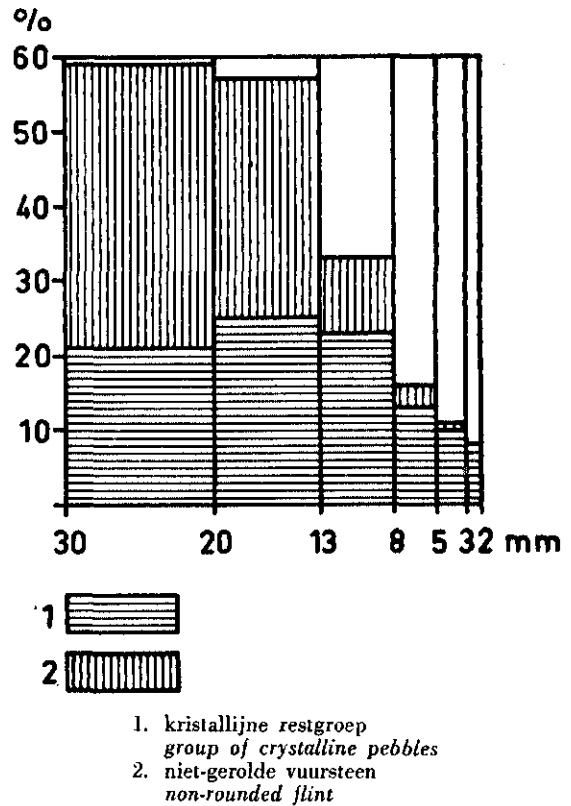


FIG. 42. De aanwezigheid van de kristallijne restgroep en niet-gerolde vuursteen bij een monster van de Mollberg te Nethen (D.). *Occurrence of the group of crystalline pebbles and non-rounded flint in a sample from the Mollberg at Nethen (Germany).*

*type komt dus in de diepere ondergrond van het grondmorenegebied noordelijk van Bremen voor,* terwijl de nabij de oppervlakte liggende grinden er tot het in de vorige paragraaf behandelde kwartsarme grindtype met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne restgroep (het geen of zeer weinig lydiet/radiolriet bevattende subtype) behoort.

	totaal kwarts			kristallijn						vuursteen					restgroep	grootte in mm
	melkkwarts	restkwarts	kw. met wit vldsp. deeltje	witte en grijze vldsp.	porfier	rode vldsp.	rest	niet-gerold	gerold	ringenkiezel	pyriet-kwartsiet	ooliet	lydiet/radiolriet			
Het geen of zeer weinig lydiet/radiolrietbevattende subtype met weinig melkkwarts	4 59	1 3	3 56	— 4	— 1	3 1	— X	32 10	36 7	— —	— X	— —	— —	X X	25 18	20—30 5—20

TABEL 24. De gemiddelde samenstelling van enige monsters van het kwartshoudende tot kwartsrijke stenen- en grindtype met bestanddelen van de kristallijne restgroep.

In Oost-Friesland heeft de afzetting met dit grind door het werk van Wildvang (1938) bekendheid verkregen. Het zijn witte kwartsrijke afzettingen, die wel ten onrechte tot Kaolienzand gerekend zijn. In hoeverre dit grind bestanddelen aan het echte Kaolienzand heeft ontleend is niet bekend. Het veel voorkomen van glaukoniet maakt het waarschijnlijk, dat ook materiaal uit nog oudere afzettingen aanwezig is. Materiaal van de Midden-Duitse rivieren werd niet aangetroffen waardoor het grind dus ook verschilt van het grind van type Hellendoorn en type Noord-Nederland.

Volgens Illies (1952) zijn de zanden vertand met de „Lauenburger Ton”. Voor de „Lauenburger Ton” wordt in Duitsland een Laat-Mindelouderdom aangenomen. Dit zal voor een deel van de afzettingen gelden, doch Brouwer (1948) heeft duidelijk gemaakt, dat de kleien uit zeer verschillende tijden stammen, zodat uit de ligging van dit zand ten opzichte van de „Lauenburger Ton” geen conclusies getrokken kunnen worden. Belangrijk is evenwel de waarneming van Dechend & Sindowsky (1956). Deze onderzoekers vonden boven de grove zanden met het hier behandelde grindtype veen uit het Mindel-Riss-interglaciaal, zodat een Mindel-ouderdom van het zand zeer wel mogelijk is. *Het nog dieper voorkomende grind bezit geen vuurstenen en gelijkt sterk op het grindtype Hellendoorn.* Het is waarschijnlijk ouder dan de Mindeltijd. Riss-glaciale afzettingen kunnen overigens dezelfde samenstelling bezitten als het grind, dat waarschijnlijk een Mindel-ouderdom heeft. Zo werd, in de als Riss-glaciaal bekende grindrijke afzetting van Tergast, dezelfde samenstelling gevonden als bij de overige monsters. Vergaande conclusies omtrent de ouderdom kunnen uit de hier vermelde samenstelling van dit fluvio-glaciale grind dus niet zonder meer getrokken worden.

Bij deze afzettingen zijn sterk wisselende hoeveelheden lokaal materiaal opgenomen.

Door een andere werkwijze is het helaas niet mogelijk de resultaten van het onderzoek van Richter (1955) met die van ons te vergelijken.

#### B. HET LYDIET/RADIOLARIETBEVATTENDE SUB-TYPE MET WEINIG MELKKWARTS

Het totaal kwartspercentage bedraagt bij dit subtype, evenals bij het vorige, meer dan 40. Het aantal melkkwartsen is ten opzichte van het totaal aantal kwartsen betrekkelijk laag en blijft bij het grind minder dan 20%. Lydiet/radiolriet komt in wisselende hoeveelheden voor maar is vrijwel steeds 2% of meer. Het aantal bestanddelen van de kristallijne restgroep bedraagt in

het algemeen meer dan 5% en dat van de niet-gerolde vuurstenen is meestal iets minder.

Dit subtype werd slechts ten westen van de Hase aangetroffen. Verder liggen de vindplaatsen van dit subtype zeer verspreid en er is dan ook van afgezien een tabel met de gemiddelde samenstelling te plaatsen.

In § 2a van dit hoofdstuk werd gewezen op enige monsters uit *fluvio-glaciale afzettingen in het oosten van de provincie Overijssel*. De afzetting waarin de monsters zijn verzameld is min of meer grind- en stenenrijk en wordt in een noord-zuid gerangschikte rij heuvels aangetroffen. Bij Langeveen, ten zuiden van de landsgrens, vormt de afzetting een vrij brede rug en maakt nog verder noordelijk contact met de stuwwal van Uelsen-Itterbeck (fig. 43). Burck (1938) acht het mogelijk, dat deze reeks heuvels een randmorene is. Terecht merkt Hol (1948) op, dat de ligging van enige heuvels in het oostelijk deel van Overijssel aan de grindrug van Munsterland herinnert.

Niet alleen de vorm, doch ook de samenstelling van het grind lijkt op deze afzetting. Zo werd reeds bij het bespreken van het grind uit de rug van Munsterland opgemerkt, dat het kwartspercentage in zuidelijke richting afneemt en dat daarbij in dezelfde richting het aantal glaciale bestanddelen toeneemt. Hetzelfde verschijnsel zien we nog duidelijker bij de ruggen van Langeveen-Mekelenberg (zie fig. 44). Voorts kon op drie plekken de stroomrichting gemeten worden (fig. 45). Hierbij bleek dat de aanvoer van het materiaal uit noordelijke richting plaatsvond. We stellen ons voor, dat bij het afsmelten van het landsijs het water gebruik gemaakt heeft van een langgerekte opening tussen twee ijsmassa's of van een soortgelijke ruimte in een ijsmassa. Deze ruimte werd opgevuld met zand en grind. Mogelijk was een groot deel van het smeltwater afkomstig van de ijslob die ten noorden van de stuwwal van Uelsen-Itterbeck lag. Het smeltwater zal grote hoeveelheden materiaal uit de stuwwal opgenomen hebben, zodat in het noordelijk deel van de rug het niet-glaciale materiaal overheerst. Het smeltwater zal ook bestanddelen uit de omringende ijsmassa's ontvangen hebben. De hoeveelheid hiervan zal afhangen van de afstand die het smeltwater in de ijsmassa aflegt. Hoe langer de afstand hoe meer glaciaal materiaal er opgenomen wordt en hierdoor kan de toename van glaciale bestanddelen in zuidelijke richting worden verklaard. *We kunnen deze afzetting dus tot die van een oos rekenen.* Ook de stroomrichting (Dylikowa, 1952) is hiermede in overeenstemming.

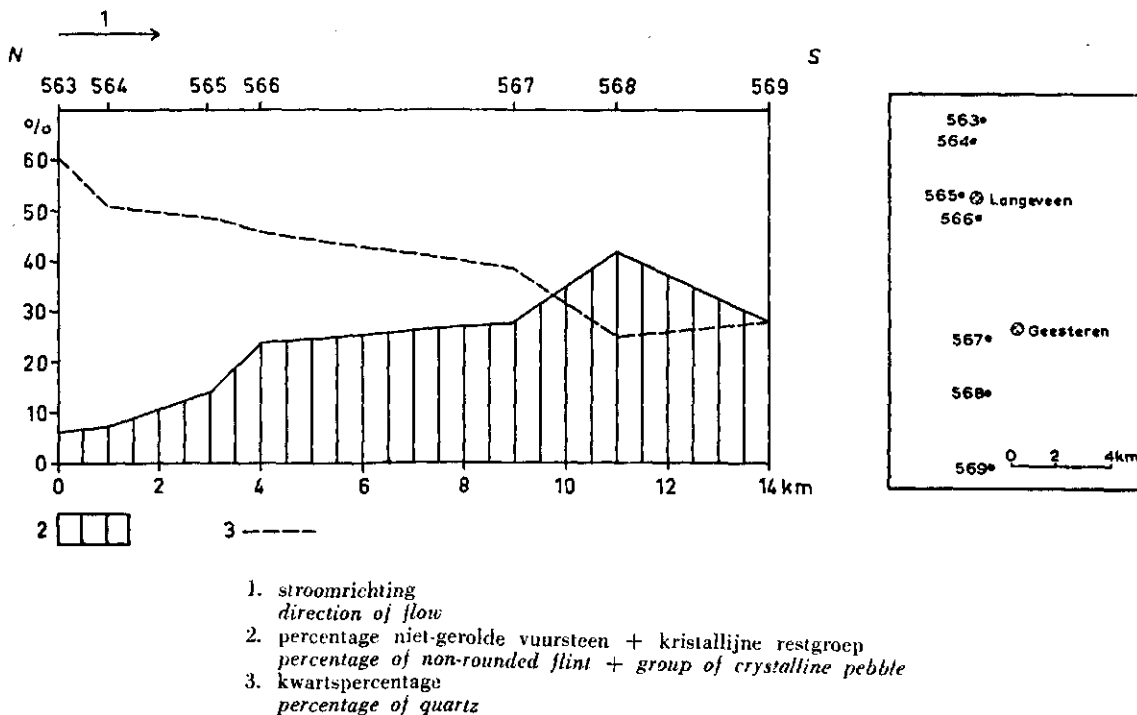


FIG. 44. De aanwezigheid van kwarts en glaciale bestanddelen bij een oos in oostelijk Overijssel.  
Occurrence of quartz and glacial constituents in an esker in Eastern-Overijssel.

#### C. HET SUBTYPE MET BETREKKELIJK VEEL MELKKWARTS

Bij deze groep bedraagt het percentage van kwarts bij het grind van 5—20 mm meer dan 40 en dat van melkkwarts meer dan 20. Deeltjes van de kristallijne restgroep zijn steeds aanwezig doch komen in verschillende hoeveelheden voor. Niet-gerolde vuursteen is in het algemeen ook vertegenwoordigd.

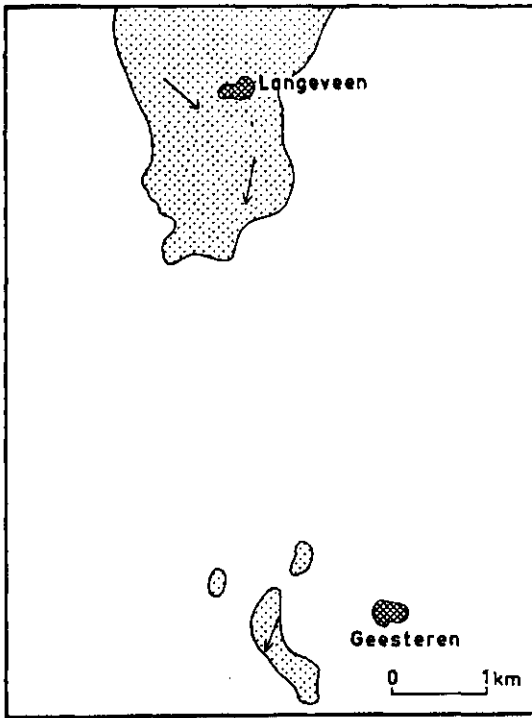
In verschillende gevallen blijkt het percentage kwarts bij de stenen van 20—30 mm minder dan 40, te bedragen. Dit subtype werd alleen in Nederland gevonden en wel ten westen van de Regge. De afzettingen met dit grindtype bezitten in vele gevallen een heide-podzolprofiel. In het bijzonder komt dit bodemprofiel bij het noordelijk deel van de fluvio-glaciale afzetting van het Dal van de Leuvenumse Beek voor. Waarschijnlijk is dit te wijten aan de bijmenging van oostelijk materiaal. De overige zanden met dit grindtype hebben weliswaar vele malen het heide-podzolprofiel, doch op talloze plaatsen worden eveneens „Brown Podzolics” aangetroffen.

De kame-afzettingen van de Veluwe (fig. 43) bezitten dit subtype, hetgeen erop wijst, dat in dit deel van Nederland deze afzetting vrij veel niet-glaciaal materiaal bevat. Het aantal noordelijke bestanddelen neemt verder bij de kames van de Veluwe in zuidelijke richting sterk af. Zo bedraagt bij de Koerberg, ten noorden van Heerde, het aantal deeltjes van de kristallijne restgroep

20%, bij de Woeste Berg is dit percentage 40. Bij de stenen van 20—30 mm is dit resp. 18 en 2. Een zelfde verschijnsel valt op te merken bij de grondmorene. Ook hierbij treedt een sterke bijmenging van lokaal materiaal op.

Verder komt het bedoelde grindtype tussen Holten en Markelo voor (zie fig. 43). Het betreft een grindrijke afzetting met horizontale gelaagdheid. Het materiaal bevat duidelijk glaciale bestanddelen en is ook hierdoor te scheiden van de gestuwde afzettingen in de directe omgeving. Het fluvio-glaciaal is afgezet in de ruimte tussen twee ijslobben. De oostelijke ijslob lag in het bekken ten westen van Rijssen en de westelijke ijslob vulde het dal van de Gelderse IJssel. Uit de hoogte van de heuvels ten zuiden van Holten valt af te leiden, dat de stuwkracht van het landijs er waarschijnlijk minder krachtig geweest is dan ten noorden van deze plaats en mogelijk is een deel van de afzettingen in vrijwel dezelfde positie gebleven als voor de komst van het landijs. Dit lagere deel was met ijs opgevuld en zal door de betrekkelijk dunne ijsbedekking eerder dan de diepe glaciale dalen ijsvrij geweest zijn. Hierdoor zal een ruimte tussen twee ijsmassa's ontstaan zijn die opgevuld werd met lokaal en met glaciaal materiaal.

Dit subtype komt verder bij de gestuwde afzetting voor. Zo werden in gestuwde zandlagen nabij Enter, Rijssen, Herike, Hollandse Rading, Hoge Vuurse en in het Montferland dit grind




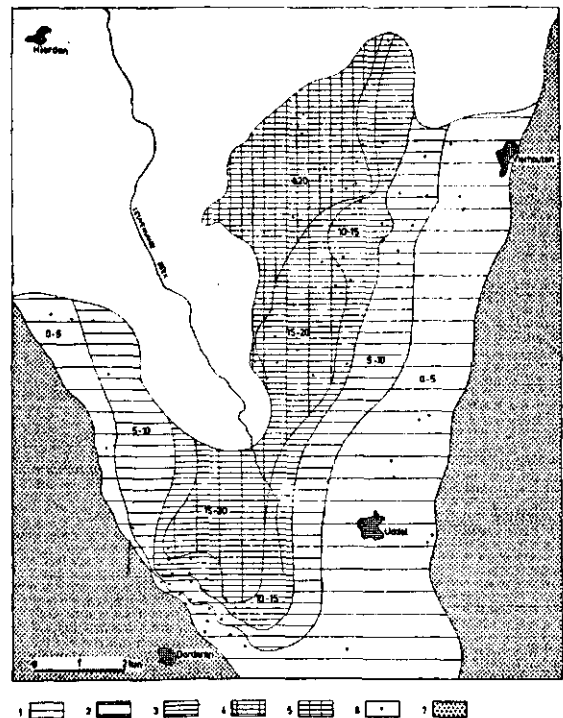
- 1       2 ←
1. fluvio-glaciale afzettingen volgens de Geol. Kaart 1 : 50.000  
fluvio-glacial deposits according to the Geological Map 1 : 50.000
  2. stroomrichting  
direction of flow

FIG. 45. De stroomrichting bij de oos in oostelijk Overijssel.  
Direction of flow in the esker in Eastern-Overijssel.

gevonden (fig. 43). De hoeveelheid glaciaal materiaal is niet altijd groot, doch toch nog duidelijk waarneembaar. Dikwijls valt de glaciële invloed bij de stenen meer op dan bij het grind. Bij 's Heerenberg bedraagt het aantal glaciële bestanddelen, zowel bij het grind als bij de stenen, niet meer dan 3%, doch is niettegenstaande deze geringe hoeveelheid in de ontsluitingen goed aan te tonen. Bovendien werd tussen deze grindrijke zandlagen een vrijwel verticaal staande leemlaag gevonden waarvan het grind minstens 36% noordelijke bestanddelen bevat (monsternummer 501).

Ten noorden van de Hoge Vuurse en bij de Hollandse Rading bevatten de gestuwde lagen soms meer dan 10% noordelijk materiaal. In al de bovengenoemde gevallen hebben we te maken met fluvio-glaciële afzettingen waarvan gezegd kan worden, dat ze ouder zijn dan de jongste stuwing. Bij de Nederlandse stuwwallen werd



- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0—5%</li> <li>2. 5—10%</li> <li>3. 10—15%</li> <li>4. 15—20%</li> <li>5. &gt; 20%</li> <li>6. vindplaats<br/>location</li> <li>7. gestuwde afzettingen van de Rijn en de Midden-Duitse rivieren<br/>pushed deposits of the Rhine and the Mid-German rivers</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>niet-gerolde vuursteen + kristallijne rest-groep<br/>non-rounded flint + group of crystalline pebbles</li> <li>idem</li> <li>idem</li> <li>idem</li> <li>idem</li> <li>idem</li> <li>idem</li> </ol> |
|---|---|

FIG. 46. De verbreiding van glaciaal materiaal in het Dal van de Leuvenumse Beek.  
Occurrence of glacial material in the Valley of the Leuvenumse Beek.

aangetoond, dat een sterk bewegelijk ijsfront aanwezig geweest is (Crommelin & Maarleveld, 1949; Maarleveld, 1953) en het is begrijpelijk, dat ook fluvio-glaciële afzettingen in de stuwing betrokken zijn. Ook is het mogelijk dat een deel ervan als „Vorsandr” van de eerste ijsuitbreiding beschouwd moet worden.

Een aparte plaats neemt het Dal van de Leuvenumse Beek in. Hier wordt vanaf het midden van het dal in de richting van de stuwwal een afname van noordelijk materiaal





gevonden (fig. 46). Daar de noordelijke bestanddelen hier het veelvuldigst bij de stenen voorkomen, werd in hoofdzaak het materiaal van 20—30 mm bewerkt. Tussen de grove zanden worden op vele plekken leemballen gevonden die blijkens hun samenstelling uit zuiver of vrijwel zuiver glaciaal materiaal bestaan. De vorming van dit gebied is enige tijd geleden ter sprake gekomen (Maarleveld, 1955), zodat we niet uitvoerig op het ontstaan in behoeven te gaan. Wel willen we erop wijzen dat *de aanwezigheid van keileem en de wijze van verbreiding van glaciële stenen aanleiding waren om te veronderstellen, dat in het Dal van de Leuvenumse Beek een ijslob gelegen heeft* en dat de grootste hoeveelheid ijs, mede in verband met de morfologie, in de westelijke helft van het dal lag.

We willen vervolgens stil staan bij de *sandr*, de grootste fluvio-glaciële afzetting van Nederland. In de laatstgenoemde publicatie werd de aandacht gevestigd op *de fluvio-glaciële aard van de afzetting bij de Crailose Brug ten noorden van Hilversum*. Reeds wezen Edelman & Oostingh (1941) op de fluvio-glaciële natuur hiervan. Het grindonderzoek bevestigt de opvatting van deze onderzoekers (monsternummers 687a, 688, tabel 25). De hoeveelheid noordelijk materiaal is weliswaar gering, doch gelijk aan de hoeveelheid die op andere plekken in de *sandr* langs de Utrechtse Heuvelrug gevonden wordt. De uitgestrekte *sandr* van de zuidelijke Veluwe bevat weinig glaciële bestanddelen (Crommelin & Maarleveld, 1949). Gemiddeld blijft hier het percentage kristallijne restgroep bij het grind van de gestuwde afzettingen beneden 1. Bij het fluvio-glaciëlaal is dit gemiddelde echter ruim 1. Het is duidelijk, dat bij dergelijk kleine verschillen één monster geen uitsluitsel geeft omtrent de aard van het sediment en er werden hier per monster 1000 deeltjes in het onderzoek betrokken.

In de *sandr* nabij Nijmegen werd bij twee monsters gemiddeld 3% van de kristallijne restgroep gevonden, waarbij vermeld moet worden, dat per monster 1000 deeltjes geteld zijn. Blijk-

baar is deze afzetting dus rijker aan noordelijke bestanddelen dan de *sandr* van de zuidelijke Veluwe. Dit verwekt geen verwondering als we bedenken dat de *sandr* van de zuidelijke Veluwe voor een groot deel achter een veel bredere stuwwal ligt dan die bij Nijmegen. *Het smeltwater van het landijs zal bij het stromen door de breedste stuwwal het meest lokaal materiaal opnemen*. Al vormt de *sandr* door de geringe hoeveelheid noordelijk materiaal geen dankbaar gebied voor grindonderzoek, toch kan in vele gevallen wanneer voldoende monsters in het onderzoek zijn betrokken, uitgemaakt worden of werkelijk fluvio-glaciële sedimenten aanwezig zijn. Door de geringe hoeveelheid grind die bij boringen voor onderzoek beschikbaar komen, is het hier helaas in vele gevallen onmogelijk de fluvio-glaciële natuur te herkennen. Voorts willen we nog opmerken, dat het tot dusverre niet gelukt is stukjes keileem in de *sandr* te vinden. Waarschijnlijk was de transportafstand voor deze leembrokken te groot.

Tenslotte enige woorden over de fluvio-glaciële zandruggen die op de Geologische Kaart van Nederland ingetekend zijn. Deze ruggen bezitten soms grind tot een grootte van 8 mm. Dit grind heeft ongeveer dezelfde samenstelling als grind dat in de omgeving aan of nabij de oppervlakte ligt. Het betreft hier door de wind getransporteerd materiaal, hetgeen onder meer bewezen wordt door de aanwezigheid van een houtskoolbevattend bodemprofiel aan de bases van de ruggen (Edelman & Maarleveld, 1944; Maarleveld, 1951). *Op twee plekken (Crailose Brug, Hilversum en Delen, Veluwe) werd in genoemd bodemprofiel houtskool verzameld en de ouderdom is volgens het door Prof. Dr Hl. de Vries (Groningen) verrichte C<sup>14</sup>-onderzoek resp. 10.660 ± 90 en 11025 ± 120 jaren (GRO 920, GRO 909)*. Daar deze ruggen evenals die in de provincie Overijssel veel jonger dan de in dit geschrift behandelde afzettingen zijn, wordt van een verdere bespreking afgezien.

## SUMMARY

## PEBBLE-CONTAINING MIDDLE-PLEISTOCENE SEDIMENTS

INVESTIGATION OF THESE DEPOSITS IN THE NETHERLANDS  
AND ADJACENT AREAS

## METHOD AND SEDIMENTOLOGICAL PART

The objective of this study has been to involve pebbles in the investigation by uncomplicated means. Consequently relatively easily identifiable constituents have been used as criteria and the fundamental principle adopted has been that the material concerned had to be suitable for borings.

By pebble is meant material  $> 5$  mm.

In this publication a top limit of 20 mm has been adhered to (see fig. 1 for the various classes). In the beginning all samples were examined after being fractionized. The limits of the fractions are 30, 20, 13, 8, 5, 3, 2, 1.2, 0.8 and 0.5 mm (fig. 18—21). The characteristic properties of the particles  $< 5$  mm proved to grow blurred. In addition a proper examination of particles  $< 5$  mm by a binocular or pocketlens takes up considerably more time than working the coarser material.

It appeared that the samples originating from North-Western Germany, the Lower Rhine district, the Belgian Campine and the Netherlands did not show substantial differences in composition of the pebble of 5—8 and 5—20 mm (table 5). Three hundred (300) were determined per sample. This number proved to be sufficient on experimental grounds (fig. 3). It is of importance that by examining pebble of 5—20 mm to a number of 300, the investigation does not require much time and that it opens the possibility of investigation material from borings.

Fourteen components could be differentiated in the pebbles (table 8, page 50). Quartz proves to be of prominent importance, milky quartz being separately recorded. With numerous samples also the gray to black and blue quartzes were recorded. Fig. 11 illustrates the composition of the quartz group in some pebble types. As transitions occur between the varieties of quartz, grains of the various groups were stuck on a

piece of cardboard and regularly used for reference. The quartz content proves to a considerable extent to be dependent on the size of the grains (fig. 12).

The crystalline group was subdivided in:

- a. quartz with a white or gray pigment of feldspar
- b. white to gray feldspar
- c. porphyry
- d. red feldspar
- e. the group of other crystalline pebble.

Fig. 13 shows the composition of the crystalline components of some types of pebble.

The flints were divided into rounded and non-rounded flints. With these components the influence of the size of grains is of importance again (fig. 14, 15).

Silica rings (concentric figures on fragments of fossils) occur especially in the deposits of the Meuse. Pyrite-quartzite (Revinien-quartzite) is an indicator rock of the Meuse. Oölite is to be found most frequently in the pliocene deposits of the Rhine and the Meuse.

Lydite/radiolarite has been carried by the Meuse and Rhine and also by the Mid-German rivers. The quantity of the rock varies considerably with different deposits and so does the effect of the size of grains (fig. 17). Lastly the group of other pebbles contains large quantities of sandstone and quartzite.

By these components many types of pebbles could be distinguished (see fig. 47). The quantity of other quartzes, white to gray feldspars and lydite/radiolarite are of importance to the identification of the deposits of the Mid-German rivers (type Hellendoorn and type Northern-Netherlands). The Rhine pebbles were classified according to the components porphyry and quartz. Three types and two sub-types were distinguished. In the Meuse pebble of Southern-Limburg 2 types and 9 sub-types were differentiated (table

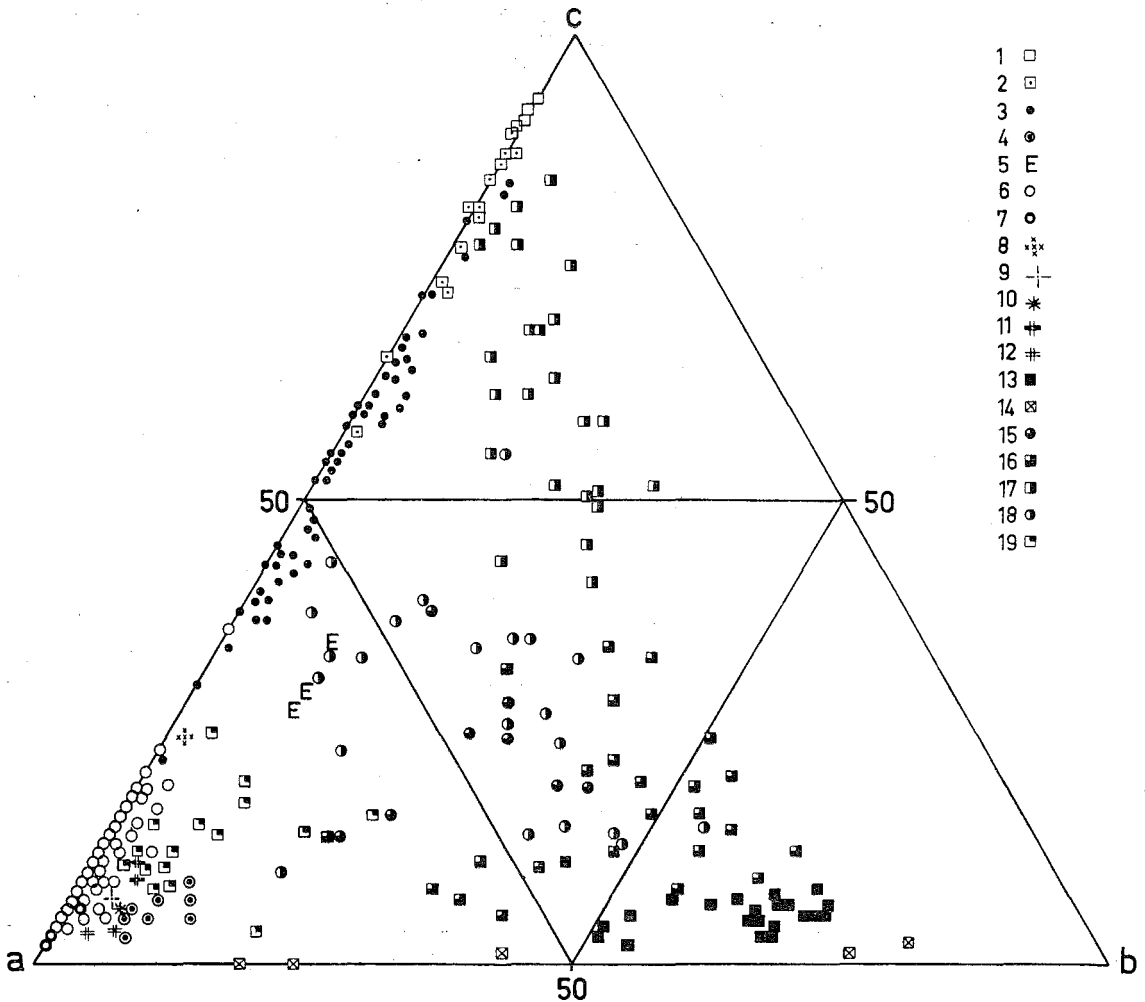


FIG. 47. Composition of the samples.  
*De samenstelling van de monsters.*

1. pebble from Kaolin sand  
*grind uit Kaolienzand*
2. type Hellendoorn  
*type Hellendoorn*
3. type Northern-Netherlands  
*type Noord-Nederland*
4. pebble from the Middle Terrace of the Weser  
*grind uit het Middenterras van de Weser*
5. pebble from the Elb  
*grind uit de Elbe*
6. pebble of the Rhine with 1% or less porphyry  
*Rijngrind met 1 of minder dan 1% porfier*
7. pebble of the Rhine with more than 1% porphyry  
*Rijngrind met meer dan 1% porfier*
8. the non-porphyric type of the Meuse (the subtype with many rounded flints)  
*het porfiervrije Maastype (het zeer kwartsrijke subtype met veel gerolde vuurstenen)*

- the very little porphyry containing type of the Meuse  
*het zeer weinig porfierbevattende type van de Maas*
- type very poor in quartz with many components of the other crystalline pebble  
*het zeer kwartsarme type met veel bestanddelen van de kristallijne restgroep*
- type poor in quartz with relatively many components of the other crystalline pebble  
*het kwartsarme type met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne restgroep*
- quartz containing to rich in quartz type with components of the other crystalline pebble  
*het kwartshoudende tot kwartsrijke type met bestanddelen van de kristallijne restgroep*
9. quartz containing subtype with very many non-rounded flints  
*het kwartshoudende subtype met zeer veel niet-gerolde vuurstenen*
  10. subtype rich in quartz with very many non-rounded flints  
*het kwartsrijke subtype met zeer veel niet-gerolde vuurstenen*
  11. the quartz containing subtype with many rounded flints  
*het kwartshoudend subtype met veel gerolde vuurstenen*
  12. the quartz containing subtype with silica rings and fairly many non-rounded flints  
*het kwartshoudend subtype met ringenkiesel en tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen*
  13. subtype containing many non-rounded flints  
*het veel niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype*
  14. subtype containing very little or no non-rounded flints  
*het zeer weinig of geen niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype*
  15. subtype with lydite/radiolarite  
*het subtype met lydiet/radiolariet*
  16. the no or very little lydite/radiolarite containing subtype  
*het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype*
  17. the no or very little lydite/radiolarite containing subtype with little milky quartz  
*het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype met weinig melkkwarts*
  18. subtype containing lydite/radiolarite with relatively little milky quartz  
*het lydiet/radiolarietbevattende subtype met betrekkelijk weinig melkkwarts*
  19. subtype with relatively much milky quartz  
*het subtype met betrekkelijk veel melkkwarts*
- a. milky quartz, porphyry, rounded flints, silica rings, pyrite-quartzite, lydite/radiolarite, oölite and group of the other pebble  
*melkkwarts, porfier, gerolde vuursteen, ringenkiesel, pyriet-kwartsiet, lydiet/radiolariet, oöliet en restgroep*
  - b. red feldspar, group of the other crystalline pebble and non-rounded flint  
*rode veldspaat, rest-kristallijn en niet-gerolde vuursteen*
  - c. group of the other quartz pebble and quartz with white part of feldspar  
*restkwarts en kwarts met wit veldspaatdeeltje*

17). The principal components for this were porphyry, quartz, rounded and non-rounded flints.

The glacial deposits were classified in three types according to the content of quartz and the group of the other crystalline pebble. Furthermore 7 sub-types were described, the quantity of rounded flints, lydite-radiolarite and milky quartz being of prominent importance here.

On examination it was proved that of pebble at least as many deposits can be identified as of heavy minerals. The effect of the pulverisation and grinding during transit is therefore not of so much importance that it would impede the examination of the pebble over large areas. These processes especially play a prominent part at the start of transportation. In the cases investigated by us only a slight increase of quartz has been recorded. In Southern-Limburg (fig. 8) this is most likely caused by incorporation of old material richer in quartz. With the Rhine deposits an increase of quartz of 10 percent per 100 km downstream was recorded (fig. 27)). It is by no means impossible that pulverisation and grinding

of less resistant rocks play a part here. This increase in quartz downstream must be taken into account when interpreting the quartz percentages. Fig. 48 reflects a clear example of the decrease of the quartz figures with some younger Meuse and Rhine sediments. The deposits of the Mid-German rivers, as far as they have been examined, do not show this feature and can be explained by a considerable incorporation of material richer in quartz. A substantial addition of pebble rich in quartz is also to be found on the Rhine terraces between Straelen and Wemb.

Changes in the composition of the sediments may be noted, due to various processes. For instance limestone (compare fig. 21b and fig. 21c) has usually almost entirely disappeared by dissolution. Coarser pebbles may crumble into smaller ones by weathering with the results that the fine fraction may show a lower rate of quartz than the unweathered material (fig. 10).

The relation between size of grains and the rate of quartz proves not to be the same with the various sediments (fig. 5). With some deposits, such as pliocene Meuse material, Kaolin sand

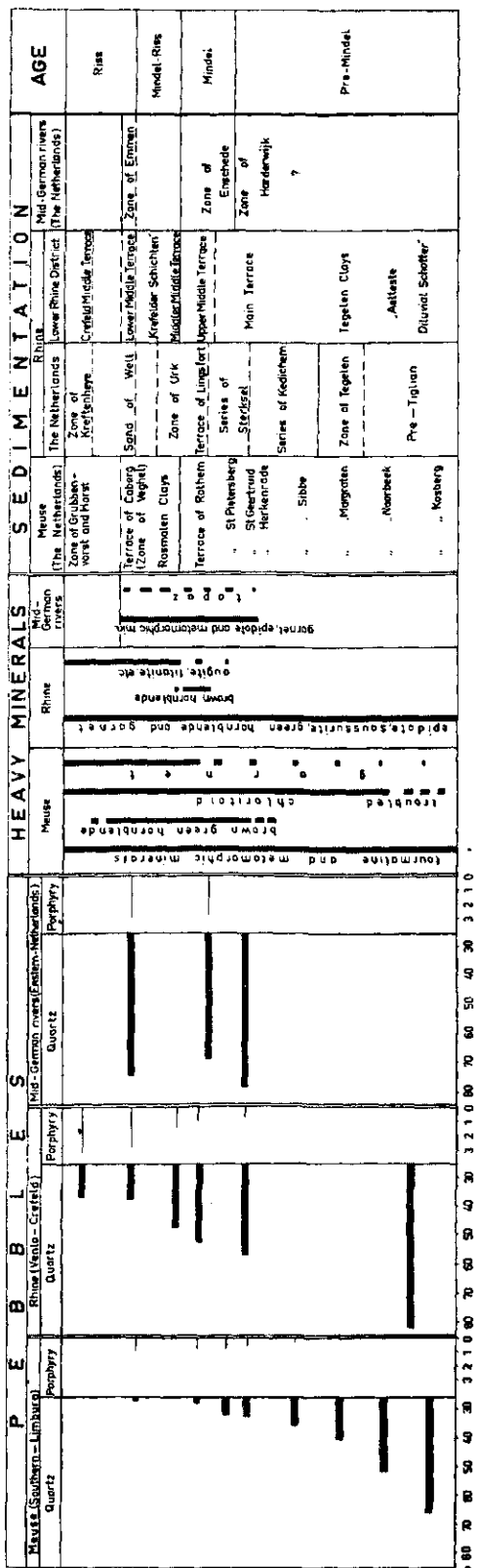


FIG. 48. Pebbles, heavy minerals and age of the sediments, partly according to data of Crommelin (1953), van Straaten (1946) and Quitzow & Zonneveld (1956). Grind, zware mineralen en ouderdom van de sedimenten, gedeeltelijk volgens gegevens van Crommelin (1953), van Straaten (1946) en Quitzow & Zonneveld (1956).

and type Northern-Netherlands, the rate of quartz increases considerably according to the increase in fineness from 30 mm to approximately 7 mm, but after this the increase of the rate of quartz diminishes noticeably. With numerous other deposits the increase of quartz becomes only of importance from approximately 5 mm onward, as e.g. in the case of Rhine deposits and the Quarternary Meuse sediments (see also fig. 18—21).

In most cases the pebbles as well as the sand proved to originate from the same region. In Noord-Brabant, however, there is a deposit consisting of Rhine sand, though the pebbles of 20—30 mm in the sediment are almost pure Meuse material. With the other mixed Rhine-Meuse deposits the effect of the Meuse has been greatest generally with the pebbles.

The examination of pebble is of great importance to the stratigraphy. For example in the case of the Rhine the difference between the pebble of the oldest pleistocene deposit and the pebble of the Main Terrace is very distinct, and the same applies to the Middler Middle Terrace and the Crefeld Middle Terrace. In both cases no differences are to be found with the heavy minerals. It also applies, though to a lesser extent, to the types Hellendoorn and Northern-Netherlands. The opposite, however, also occurs and as it is possible to discriminate between the Upper Middle Terrace from the Middler Middle Terrace by means of an examination of the heavy minerals, an examination of the pebble leads to no results here.

It also happens that neither examination of the pebble nor of the sand will lead to a definite conclusion but such a conclusion can be arrived at by a röntgenographical examination (the difference between the Kaolin sand of Lieth and type Hellendoorn).

An examination of pebbles may be of importance in areas where an admixture is present in the sediment. If the admixed material consists of nothing but sand, the pebble will only reveal the nature of the unmixed sediment. *The facts discussed are therefore a strong argument in favour of an examination of the whole sediment (see fig. 23).*

GEOLOGICAL PART

The Kaolin sand as it is to be found on the island of Sylt (Germany) shows at first sight a great similarity to the white sands of the Mid-Netherlands. Yet there proved to be some very great differences. This applies primarily to their age. The Kaolin sand dates back to the Pliocene. According to an investigation of some borings

subjected to pollen analysis by Brouwer (1948) the sand in the Netherlands most resembling Kaolin sand (type Hellendoorn, Zone of Harderwijk) is of a more recent origin than Icenian but of an earlier origin than Mindel (fig. 24). The type Northern-Netherlands is younger than type Hellendoorn and the oldest part of it originates from the Mindel epoch (Zone of Enschede). Pebble of the same composition was also found in the Mindel-Riss interglacial deposits and also in deposits immediately underlying the Riss boulder clay (Zone of Emmen). Type Northern-Netherlands is high in components originating from the Mid-German rivers, such as the Elbe, Weser and Ems. It contains an admixture of tertiary material. In type Hellendoorn the pebble shows some faint traces of an admixture with material from the Mid-German rivers, the presence of tertiary material being very pronounced.

Kaolin sand was only found north of the Elbe. Type Hellendoorn will probably be present in the subsoil in Eastern Friesland. In the Northern-Netherlands the type of pebble referred to last was found in borings at various spots and it is found also in pushed deposits in the Netherlands. The boundary of this type is yet unknown. Most probably type Northern-Netherlands extends less southward (see fig. 33).

The difference in composition of the Rhine pebble underlying and overlying the Tegelen Clays is very distinct. The deposit overlying the Tegelen Clays (the Main Terrace) is most likely only partly dating back to the Mindel epoch, as a clay layer was found here of the Cromer epoch (Zagwijn & Zonneveld, 1956). As for the age of the examined Rhine deposits fig. 48 may be referred to. Fig. 28 illustrates the extension of the Rhine sediments in connection with the pebble investigation. It is evident that the pebble of the Main Terrace was found to extend coherently to a short distance from Haaksbergen. In the Southern Veluwe, the Country of Nimwegen and Montferland pushed Main Terrace deposits also come to the surface, but they represent only a minor part of the pushed deposits. It may be that the Main Terrace deposit to the north of the latter has disappeared for the larger part due to erosion by the Mid-German rivers. The contorted hills in the Netherlands consist mainly of pushed Middle Terrace deposits. Probably the Upper to Lower Middle Terrace deposits occur there in a pushed position.

The particulars of the Southern-Limburg Meuse deposits are quoted from Van Straaten (1946). Furthermore numerous samples have been taken from the Zone of Veghel being considered as the continuation of the Terrace of Caberg-Lutterade

(fig. 35). A similar effect of the pebble as in Noord-Brabant in the Zone of Veghel could be noticed near Bullenkamp (fig. 36) and in the Western part of the Veluwe, the Utrecht Hillrange and in the Gooi. The admixture in Noord-Brabant consists of Main Terrace material of the Rhine. The sand of the Meuse deposit in Noord-Brabant shows much difference to the sand of the area to the north of it and quite probably a branch of the Rhine discharged into the Meuse in the vicinity of Bullenkamp. As to the age of the Meuse deposits, fig. 48 may be referred to.

The red and the gray boulder clays proved to show very distinct differences on application of the methods described. Fig. 40 reveals the places where red boulder clay is found. The red boulder clay found in the Mid-Netherlands is evidently impure as a rule, and the same has proved to apply to the gray boulder clay. Fluvio-glacial material consisting exclusively of glacial constituents was found in the Northern Netherlands and also in the district of the „Lamstedter Vorstoss“ (fig. 41, legend item 1). In North-western Germany the glacial effect on the fluvio-glacial sediments decreases westward (fig. 41), but otherwise it is closely related to the size of the grains (fig. 42). Glacial material in a pushed position was found at numerous places in the Netherlands (fig. 43). This is by no means an indication of the presence of an ice sheet in the Mindel epoch, as it might be associated with a mobile ice front in the Riss epoch. In Overijssel (to the north and to the east of Almelo) a decrease of the quartz content and an increase of glacial components was found in fluvio-glacial deposits in a southerly direction (fig. 44). As the supply came from a northerly direction (fig. 45), it is presumed that a large part of the water of the melted ice originated from ice in the Vecht-valley to the north of the contorted hill Uelsen-Itterbeck. The water wore away large quantities of material from the contorted hill mentioned and on its way southward between the ice masses getting richer and richer in glacial components.

In the Valley of the Leuvenumse Beek the rate of glacial components is increasing towards the centre of the valley (fig. 46). The glacial water will have originated here from the inland ice in the Guelder Valley and the Valley of the Guelder IJssel. The water flowed over the low parts of the contorted hills into the Valley of the Leuvenumse Beek and carried much material from the contorted hills. On its way through the remnants of the ice mass in the Valley of the Leuvenumse Beek a supply of glacial components was taken up.

The fluvio-glacial deposits known as sandr

contain only small quantities of glacial material and are not always recognizable by pebble examination.

The relation size of grains/glaciation is not denied. Thus the material of type Hellendoorn is poor in pebbles and free from cobble ( $> 64$  mm). It was deposited before the Mindel epoch. Type Northern-Netherlands is representing mainly the Mindel- and Riss epoch and is often very rich in pebble. The presence of coarse material in a deposit of the Meuse (the Zone of Veghel), being partly (?) of an interglacial age is not in conflict with this presumption. It evidently consists for a large part of distorted coarse Rhine material from the Main Terrace.

### GEOMORPHOLOGICAL PART

The pebble and sand investigation shows that during the pleistocene pre-Mindel epoch a large part of the Netherlands was affected by eastern rivers (Zone of Harderwijk, see fig. 48). These rivers carried mainly fine material (type Hellendoorn). These deposits are more susceptible to erosion than coarse sediments and in the contorted hills material of type Hellendoorn is often met with in depressions.

The Mid-German rivers, like the Elbe, Weser and Ems, for a long time discharged in the Netherlands. The occurrence of type Northern-Netherlands after the pre-Mindel epoch is proof of this. Most likely the extension of the inland ice during the Mindel epoch has been the cause of it. As the Mid-German rivers discharged in a northerly direction before that epoch, they were forced by the extension of the ice-sheet to change their course, only a discharge in a westerly or south-westerly direction being left open to them. After the melting down of the Mindel ice-sheet, the rivers Elbe, Weser and Ems continued to discharge in the Northern Netherlands and quite likely they may have been in contact with the Rhine during the Mindel-Riss epoch. A change of the direction of flow of the Mid-German rivers took place again after the Riss ice-sheet had melted down in the Netherlands and Germany.

Type Northern-Netherlands contains coarser layers than type Hellendoorn and this is the reason why the deposits rich in pebble of type Northern-Netherlands can often be met with in Twente as ridges of the contorted hills.

By pebble examination it is often possible to follow the course of the terraces by simple means, even if this is not easy to accomplish on morphological lines due to certain conditions such as tectonic movements. Several samples of the Rhine deposits have been examined mainly with the aim to collect data on the nature of the pushed

deposits of the Mid-Netherlands. From the examination of the pebble it can be assumed that the pushed packets of the Mid-Netherlands mainly consist of Middle Terrace deposits, the material of the Upper-, Middler- and Lower- Middle Terrace being involved.

According to the examination of the pebble the Main Terrace extends on the right bank of the Rhine as far as the vicinity of Haaksbergen (fig. 28). The area to the north of Aalten is not considered to be a contorted hill but a part of the unpushed Main Terrace.

In Southern-Limburg the classification into sediments groups has been very much affected by the picture of the Terrace deposits, obtained on morphological grounds. All the same, in some cases the terrace scheme of Brueren (1946) was corrected and added to by the sand-examination. The advantage of the examination of the sediment is that a scope has been opened to decide whether the deposits on two different levels are of the same age. If two different levels contain the same sediment it is possible that the levels were formed after the deposit of the sediment and that tectonic movements have played a prominent part.

From pebbles of various deposits in the Mid-Netherlands it was possible to prove an appreciable Meuse effect and the picture obtained by examination of the sediment provides an indication that before the arrival of the inland ice to the south of Nimwegen a branch of the Rhine was connected with the Meuse. The water of the Meuse, mixed with Rhine water will have flowed in a northerly direction in the area of the Guelder Valley of today. This water will have eroded a valley before the arrival of the inland ice, and the latter occupied that valley. Before the arrival of the Riss inland ice the Rhine will mainly have discharged through the valley of the Guelder IJssel of today. The Mid-German rivers in the Riss epoch will have followed a westerly course just from the north of the Secondary Mountains onward. The ice-sheet occupied the existing valleys and pressed one or two sides of the valleys up to contorted hills.

The flat ground moraine area is characterized by boulder clay consisting almost entirely of glacial components. In the areas with more relief the boulder clay is characterized by an admixture of local material to a higher or lesser degree.

The region of the „Lamstedter Vorstoss“ in Germany is characterized by a relief not showing the young features of the Würm landscape, but for the rest being less flattened than the Riss landscape in the Netherlands. The boundaries of this landscape near Bremen coincide with those of the pebble association.

The results of the pebble investigation proved to be in conformity with the view based on morphological foundations, that the „Geest” of Delmenhorst was once connected with the „Geest” of Vegesack (fig. 41).

By examining pebble and texture it is possible to differentiate between contorted hills and fluvio-glacial ridges.

The pebble of the esker in Overijssel (fig. 45) proves to show a decrease in quartz downstream (fig. 44) like the pebble in Munsterland. With the kame terraces of the Valley of the Leuvenumse Beek the number of glacial components (non-rounded flint and group of other crystalline pebbles) increases towards the middle of the valley. The kames of the ground moraine area differ in composition from those of the contorted hill area. The kames in the area last mentioned contain much local material.

The outwash plain of the Netherlands contains only little glacial material and there consists probably a connection between the quantity of glacial components of the outwash plain and the width of the contorted hill. The outwash plain belonging to the wide contorted hill contains probably less glacial components than the one belonging to the narrow contorted hill.

Sometimes the fluvio-glacial ridges of sand figured on the Geol. Map of the Netherlands contain pebble up to a size of 8 mm. This pebble is of the same composition as the pebble in the immediate vicinity at or near the surface. The presence of an old soil profile at the base of the sand ridge and the shape of the ridge are the principal indications that the material concerned is of aeolian origin.

The pebble of the Hondsrug and similar elevations in Drenthe contain no or almost no glacial material. Therefore they cannot be explained as kames.

#### PEDOLOGICAL PART

The data on the soil profile formed in the various deposits are not complete. This is partly due to the fact that in many cases the deposits are covered by a more recent deposit. Deposits with a high rate of quartz in the fine material often have a heath-podzol profile. This applies e.g. to the deposits in fig. 5 with material of 2—3 mm, consisting for over 80 percent of quartz.

The fine components of the deposits of the Mid-German rivers are very rich in quartz. Of these deposits the type Northern-Netherlands is the one least rich in quartz and near Nierssen (Veluwe) 37 percent of this sediment encloses the heath-podzol profile. The rate to which the sands of type Hellendoorn have the kind of profile just referred to, is unknown yet.

In the Main Terrace deposit of the Rhine Brown Podzolic soils and Red-Yellow Podzolic soils are met with. The pushed Middle Terrace deposits of the Netherlands almost ever contain Brown Podzolic soils. Dr J. Schelling found near Nierssen that 97 percent of these sands have the profile referred to.

Amongst the fluvio-glacial sediments, in particular those being admixed with material of the Mid-German rivers show a heath-podzol profile. Besides many fluvio-glacial deposits have Brown Podzolic soils.



## LITERATUUR

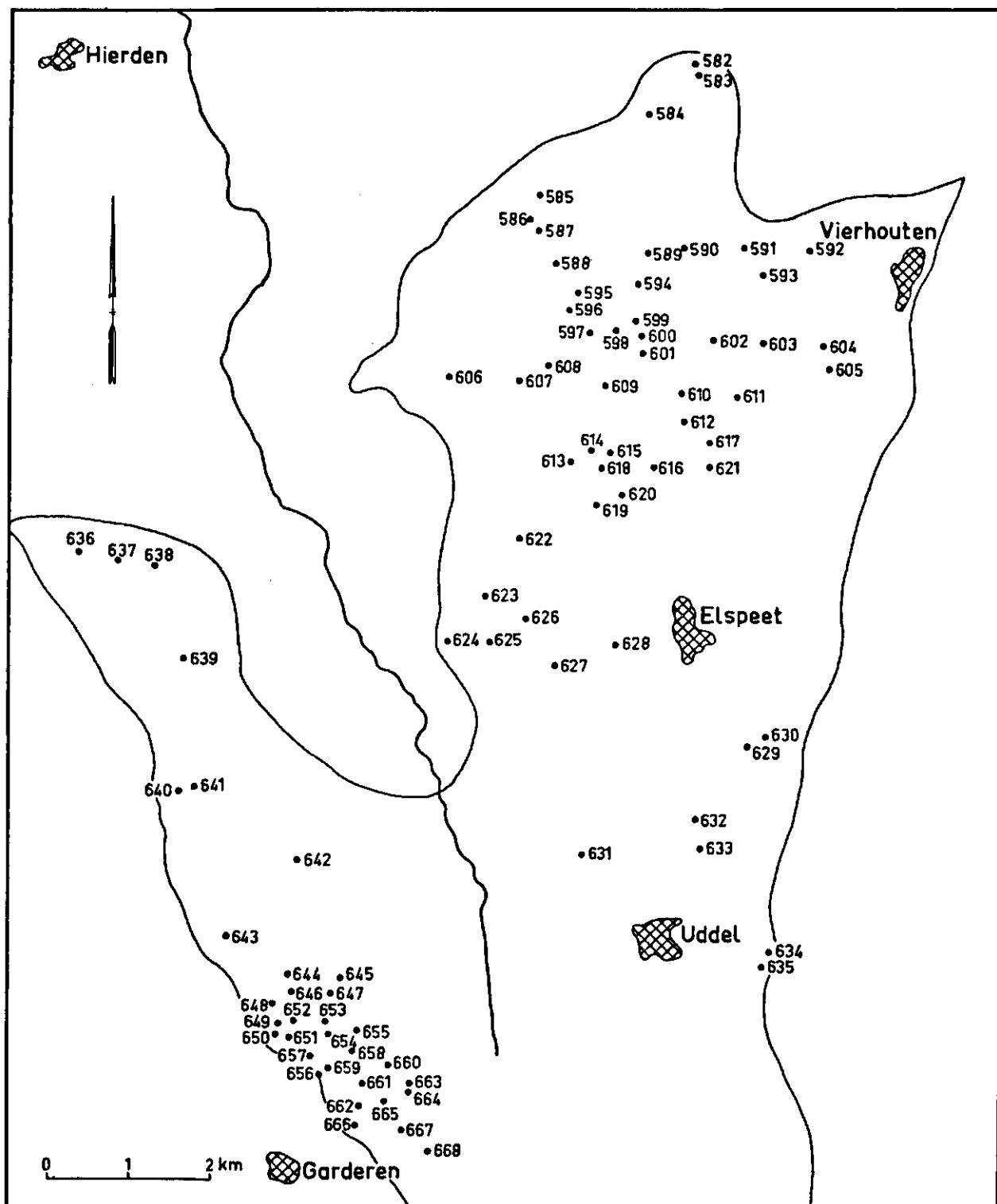
- Andel, T. H. van (1950): Provenance, transport and deposition of Rhine sediments. Proefschr. Groningen.
- (1952): Zur Frage der Schwermineralverwitterung in Sedimenten. Erdöl und Kohle, 5, 100-104.
- Anderson, W. F. (1953): Lavendelblauwe verkiezelingen van silurische ouderdom als zwerfsteen in Nederland en Duitsland. Publ. 14 v. d. Ned. Geol. Ver., 286-292.
- Atterberg, H. (1903): Studier i Jordanalysen. Kalmar.
- Baak, J. A. (1936): Regional petrology of the southern North Sea. Proefschr. Wageningen.
- Baren, F. A. van (1934): Het voorkomen en de betekenis van kalihoudende mineralen in Nederlandse gronden. Proefschr. Wageningen.
- Barrell, J. (1925): Marine and terrestrial conglomerates. Bull. of the Geol. Soc. of Am., 36, 279-343.
- Bennema, J., J. Schelling & J. S. Veenbos (1952): „Great Soil Groups” in Nederland. Boor en Spade, 6, 41-51.
- Bentz, A. (1930): Tertiär und Diluvium im westfälisch-holländischen Grenzgebiet. Z. deutschen geol. Ges., 82, 291-317.
- Berger, F. (1931): Diluviale Stratigraphie und Tektonik im Gebiete der oberen Neisse und der Steine. Jb. preuss. geol. Landesanst., 52, 177-244.
- (1941): Kritisches zur Altersbestimmung des ostdeutschen Pliozäns. Z. deutschen geol. Ges., 93, 323-356.
- Bernink, J. B. (1926): Ons Dinkelland. Denekamp.
- Beschoren, B. (1931): Über einheimisches Diluvium in der Umgebung von Burgdorf in Hannover. Jb. preuss. geol. Landesanst., 52, 79-85.
- Beyenburg, E. (1934): Älteste Diluvialschotter, Endmoränen und Talsande im preussisch-holländischen Grenzgebiet. Jb. preuss. geol. Landesanst., 54, 602-627.
- Böhmers, J. C. A. (1937): Over de petrologische samenstelling van de oud-kwartaire sedimenten in noordelijk Nederland. Geol. en Mijnb., 16, 60-64; 69-72.
- Boissevain, H. (1950): Over de praeglaciale morfologie van Noord-Nederland. Geol. en Mijnb., 12, 37-40.
- Braun, F. J. (1955): Die Terrassengliederung und Übersichtskartierung am unteren Niederrhein. Colloquium zur Quartärgeologie im niederländisch-deutschen Grenzgebiet. Heerlen.
- Bredden, H. (1932): Die Feuersteingerölle im Nieder-rheinischen Tertiär, ein Beweis für die paralische Natur der Braunkohlenflöze. Centralblatt f. Min., Geol. und Paläontologie; Abt. B.
- (1938): Die Quartärablagerungen des Nieder-rheinisch-Westfälischen Industriegebietes — In Kukuk, P.: Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengbietes.
- (1955): Die Gliederung der altdiluvialen Hauptterrasse von Rhein und Maas in der Niederrheinischen Bucht. Der Niederrhein, 22, 76-79.
- Brelie, G. von der & U. Rein (1956): Pollenanalytische Untersuchungen zur Gliederung des Pleistozäns am linken Niederrhein. Geol. en Mijnb., 18.
- , U. Rein, H. Klusemann, R. Teichmüller & H. Wortmann (1956): Pleistozän-Profile im Essener Raum. Neues Jb. Geol. Paläontol., Mh., 113-132.
- Brouwer, A. (1948): Pollenanalytisch en geologisch onderzoek van het Onder- en Midden-Pleistocene van Noord-Nederland. Proefschr. Leiden.
- (1950): De glaciene landschapstypen in Nederland. T. Kon. Ned. Aardr. Gen., 67, 20-32.
- Brueren, J. W. R. (1944): Het terrassenlandschap van Zuid-Limburg. Med. Geol. Stichting, C-VI-3.
- Burck, H. D. M. (1938): Over smeltwatervormingen in oostelijk Overijssel. Med. 's Rijks Geol. Dienst. Serie A, 5.
- (1953): Pliocene and Lower Pleistocene in a boring near Oosterhout. Med. Geol. Stichting, 7, 25-29, 42-43.
- Cailleux, A. (1943): Les alluvions anciennes de la Seine et de la Marne au voisinage du confluent. Bull. des services de la Carte Geol. de la France (Bull. 212), 44, 39-61.
- (1952): Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläo-Klimatologie. Geol. Rundschau, 40, 11-19.
- (1954): Limites dimensionnelles et noms des fractions granulométriques. Bull. de la Soc. Géol. de France, 6e Série, 4, 643-646.
- Calker, F. J. P. van (1888): Über glaciële Erscheinungen im Groninger Hondsrug. Z. deutschen geol. Ges., 40, 258-261.
- Cappelle, H. van (1910): Bijdrage tot de kennis van de landijsvormingen in de provincie Friesland en van het oudere fluviatile Diluvium in den ondergrond van Noord-Nederland. Verh. Kon. Akad. v. Wet., 2e Sectie, 16, 3-55.
- Cayeux, L. (1916): Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires.
- Clarke, G. R. (1950): The study of the soil in the field. Oxford Univ. Press.
- Correns, C. W. (1949): Einführung in die Mineralogie. Göttingen.
- Crommelin, R. D. (1947): Petrologie des fractions fines des sédiments marins aux Pays-Bas. La Géol. des Terrains Récents dans l'Ouest de l'Europe. Bruxelles.
- (1949): Quelques aspects granulométriques et mineralogiques de la sédimentation le long de l'estuaire de l'Escaut. Comptes Rendus du Congrès „Sédimentation et Quaternaire” tenu en Charente et en Dordogne, 1949.
- (1953): Over de stratigrafie en herkomst van de preglaciale afzettingen in Midden-Nederland. Geol. en Mijnb., 15, 305-321.
- (1954): Über den Einfluss der nord- und mittel-deutschen Flüsse auf das ältere Pleistozän der Niederlande. Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 23, 86-97.

- Crommelin, R. D. & G. C. Maarleveld (1949): Een nieuwe geologische kartering van de zuidelijke Veluwe. T. Kon. Ned. Aardr. Gen., 66, 41-56.
- & A. Maaskant (1940): Sediment-petrologische Untersuchungen im Stromgebiet der Weser und der Elbe. Med. Landbouwhogeschool, 44, 2.
- Dechend, W. & K.-H. Sindowski (1956): Die Gliederung des Quartärs im Raum Krummhörn—Dollart (Ostfriesland) und die geologische Entwicklung der Unteren Ems. Geol. Jb., 71, 461-490.
- Dewers, F. (1928): Beiträge zur Kenntnis des Diluviums in der Umgebung des Dümmer Sees. Abtr. Naturw. Ver. Bremen, 27, 1-46.
- (1941): Das Diluvium. In: Das Känozoikum in Niedersachsen. Geol. u. Lagerstätten Niedersachsens, 3, Oldenburg.
- (1950): Einige charakteristische Züge der Oberflächengestaltung des nordwestdeutschen Flachlandes und die bei ihrer Herausbildung wirksamen Faktoren. „Neues Arch. f. Niedersachsen“ Landeskr., Statistik, Landespl., 18, 475-488.
- Dienemann, W. (1942): Über vermeintliche Weserablagerungen im Längstal Porta—Osnabrück. Jb. Reichsst. f. Bodenf., 62, 1-30.
- Doeglas, D. J. (1952): Afzettingsgesteenten. Den Haag.
- Doppert, J. W. Chr. & J. I. S. Zonneveld (1955): Over de stratigrafie van het fluviaale Pleistoceen in W. Nederland en Noord-Brabant. Med. Geol. Stichting, N. Serie, 8, 13-30.
- Dreimanis, A. (1939): Eine neue Methode der quantitativen Geschiebeforschung. Z. f. Geschiebeforschung, 15, 17-36.
- Dryden, A. L. (1931): Accuracy in percentage representation of heavy mineral frequencies. Proc. Nat. Ac. Sci., 17, 233-238.
- Dücker, A. (1948): Ein Vorschlag zur Benennung der Korngrößen. Abt. über Bodenmechanik und Grundbau. Bielefeld.
- Dunn, E. J. (1911): Pebbles. Melbourne.
- Dussart, F. (1947): Les sables et les gravières de la Campine orientale. Centen. de l'Association des Ing. sortis de l'École de Liège (A.I.Lg). Congr. 1947. Section Géol., 163-173.
- Dylikowa, A. (1952): O metodzie badań strukturalnych w morfologicznej glacialnej. Łódź.
- Edelman, C. H. (1933): Petrologische provincies in het Nederlandsche Kwartair. Proefschr. Amsterdam.
- (1938): Samenvatting van de resultaten van vijf jaar sediment-petrologisch onderzoek in Nederland en aangrenzende gebieden. T. Kon. Ned. Aardr. Gen., 65, 397-431.
- & D. J. Doeglas (1933): Bijdrage tot de petrologie van het Nederlandsche Tertiair. Verh. Geol. Mijnb. Gen. v. Ned. en Kol., Geol. Serie, X, 1-38.
- & G. C. Maarleveld (1944): Eenige opmerkingen over zoogenaamde smeltwatergrogen in de omgeving van Apeldoorn. T. Kon. Ned. Aardr. Gen., 61, 357-362.
- (1956): Pleistozän-geologische Resultate der Bodenkartierung in den Niederlanden. Geol. Jb.
- & W. A. J. Oosting (1941): Geologie van de omgeving van Amsterdam. Amsterdam natuurhistorisch gezien, 1-39.
- Ekström, G. (1927): Klassifikation av svenska akterjor. Sveriges Geol. Undersökning's Arsbok, 20.
- Erdmann, E. (1879): Beitrag till kannedomen om rullstenars bildande. Geol. Föreningens Förh., Stockholm, 4.
- Faber, F. J. (1942): Geologie van Nederland. Dl. II, Nederlandsche landschappen. Gorinchem.
- (1950): Glaciale schollen in Nederland. Sporen der ijstijden. Publ. 8, Ned. Geol. Ver., 50-54.
- Favejee, J. C. L. (1951): The origin of the „Wadden“ mud. Med. Landbouwhogeschool Wageningen, 51, Verh. 5, 113-141.
- Fischer, G. & H. Udluft (1936): Einheitliche Benennung der Sedimentgesteine nach den Vorschlägen des hierfür eingesetzten Ausschusses der Pr. Geologischen Landesanstalt. Jb. preuss. geol. Landesanst., 56, 517-538.
- Frei, R. (1912): Monographie des Schweizerischen Deckenschotters. Beitr. z. Geol. Karte der Schweiz. N.F., 37.
- Fugger, E. & K. Kastner (1895): Die Geschiebe der Salzach. Donaustudien III, Beil. 2, 38 der Mitt. K. k. Geogr. Ges. Wien.
- Gallwitz, H. (1939): Ein Vorschlag zur einheitlichen Einteilung und Benennung von Lockergesteinen. Die Bautechn., 17.
- Graul, H. (1953): Über die quartären Geröllfazien im deutschen Alpenvorlande. Geol. Bavaria, 19, 266-280.
- Gripp, K. (1933): Geologie von Hamburg und seiner näheren und weiteren Umgebung. Hamburg.
- Grupe, O. (1912): Die Flussterrassen des Wesergebietes und ihre Altersbeziehung zu den Eiszeiten. Z. deutsche geol. Ges., 64, 265.
- Gullentops, F. (1954): Contributions à la chronologie du Pleistocène et des formes du relief en Belgique. Mém. de l'Inst. Géol. Univ. de Louvain, 18, 125-252.
- Hacquart, A. & R. Tavenier (1947): Excursions géologiques en Campine. C.R. de la Session Extraordinaire des Soc. belges de Géologie, 452-478.
- Häntzschel, W., E. Brand, Chr. Brockmann, H. Oldewage & K. Pfaffenberg (1911): Die jüngste geologische Entwicklung der Jade-Bucht. Senckenbergiana, 23, 33-122.
- Hatch, F. H. & R. H. Rastall (1923): The petrology of the sedimentary rocks (2e druk). London.
- Herbst, G. (1952): Neuere Untersuchungen über Tonvorkommen im westlichen Grenzgebiet. Der Niederrhein, 19, 68-72.
- Hesemann, J. (1934): Ergebnisse und Aussichten einiger Methoden zur Feststellung der Verteilung kristalliner Leitgeschiebe. Jb. preuss. geol. Landesanst., 55.
- Hol, J. B. L. (1948): Geomorphologie. In: Handboek der Geografie van Nederland, 1, 240-319.
- Holmes, A. (1923): Petrographic methods and calculations, 1. London.
- Hucke, K. (1928): Neue Untersuchungen über das Pliozän in Pommern und Brandenburg. Z. f. Geschiebeforschung, 4, 157-183.
- Illies, H. (1949): Die Schrägschichtung in fluvialen und litoralen Sedimenten, ihre Ursachen, Messung und Auswertung. Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, 19, 89-109.
- (1952): Eisrandlagen und eiszeitliche Entwässerung in der Umgebung von Bremen. Abtr. Naturw. Ver. Bremen, 33, 19-56.
- (1954): Entstehung und eiszeitliche Geschichte der unteren Elbe. Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, 23, 42-49.
- (1955): Die Vereisungsgrenzen in der weiteren Umgebung Hamburg, ihre Kartierung und stratigraphische Bewertung. Mitt. geogr. Ges. Hamburg, 51, 7-54.
- Jong, J. D. de (1952): On the structure of the preglacial pleistocene of the Archemerberg (Prov. of Overijssel, Netherlands). Geol. en Mijnb., 14, 86-90.
- (1953): Heavy minerals. In: Pliocene and Lower Pleistocene in a boring near Oosterhout. Med. Geol. Stichting, 7, 42-43.
- (1955): Geologische onderzoeken in de stuw-

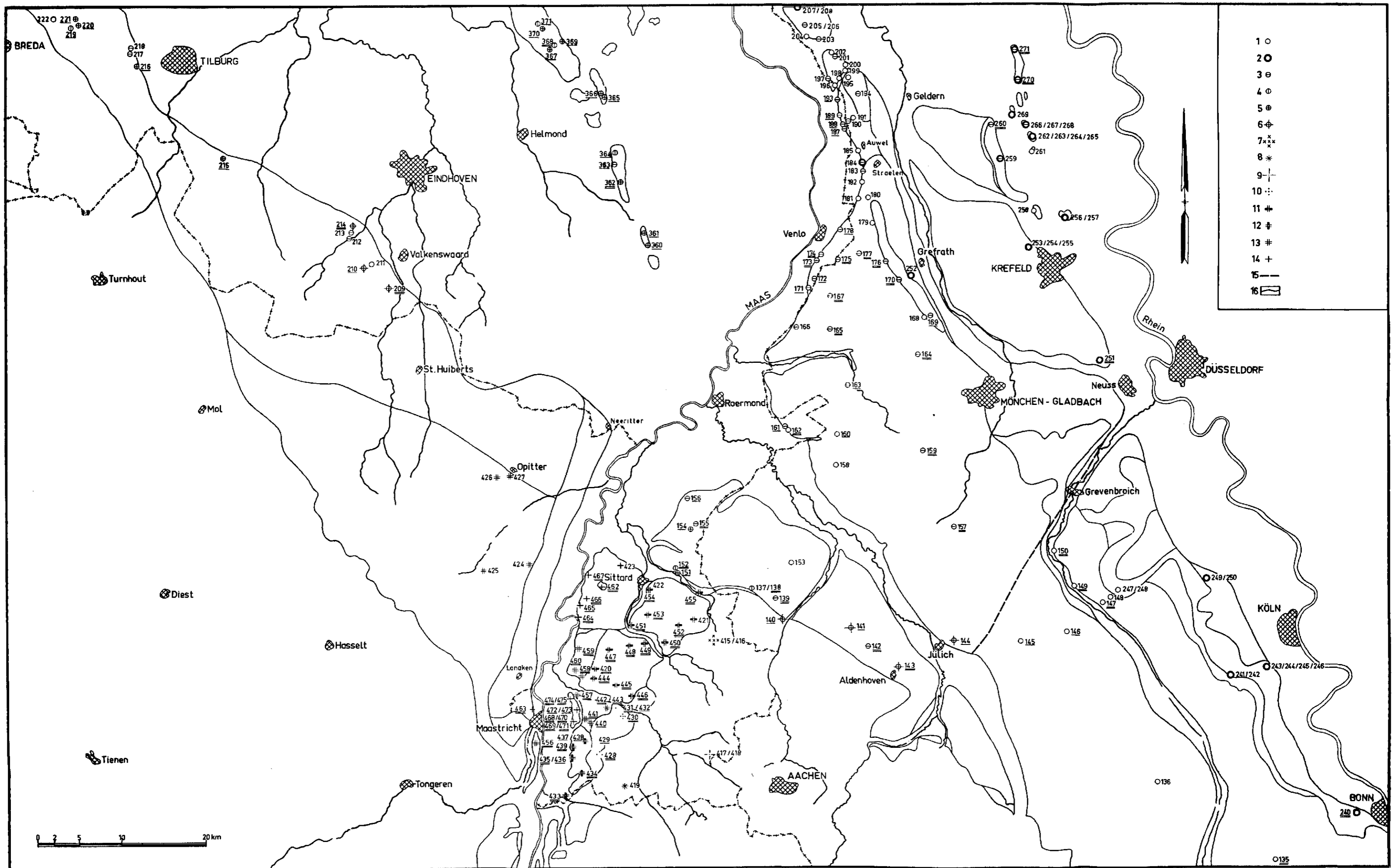
- wallen van oostelijk Nederland. I. Archemerberg en Nijverdal. *Med. Geol. Stichting*, 8, 33-58.
- Jong, J. D. de (1956): Sediment-petrologische Untersuchungen in den Terrassen-Schottern im Gebiet zwischen Krefeld und Cleve. *Geol. en Mijnb.*, 18.
- Jørgensen, K. Dreyer (1944): Die Silizifikate des dänischen kontinentalen Pliozäns. *Z. deutschen geol. Ges.*, 96, 175-184.
- Keller, G. (1940): Untersuchungen über die strukturellen und geohydrologischen Verhältnisse in den südlichen Dammer Bergen. *Zs. f. prakt. Geol.*, 48, 147-153.
- (1954): Drucktexturen in eiszeitlichen Sedimenten. *Eisz. u. Gegenw.*, 4/5, 158-171.
- Klein, W. C. (1914): Het Diluvium langs de Limburgsche Maas. *Verh. Geol. Mijnb. Gen.*, Geol. Serie, II.
- Koldewijn, B. W. (1955): Provenance, transport and deposition of Rhine sediments II. An examination of the light fraction. *Geol. en Mijnb.*, 17, 37-45.
- Kremer, E. (1954): Die Terrassenlandschaft der mittleren Mosel. *Arb. z. Rheinischen Landesk. Bonn*.
- Kruizinga, P. (1918): Bijdrage tot de kennis der sedimentaire zwerfstenen in Nederland. *Verh. Geol. Mijnb. Gen. Nederland en Koloniën, Geol. Serie, IV*.
- Krul, H. (1954): Zwerfsteenfossielen van Twente. *Uitg. Ned. Geol. Ver.*
- (1955): Nieuwe vondsten van Westerhaar. *Grondboor en Hamer*, 1, 19-24.
- Krumbein, W. C. & L. L. Sloss (1951): Stratigraphy and sedimentation. San Francisco.
- Kummerow, E. H. E. (1951): Fortschritte in der Diluvialgeologie. *Die Erde*, 2, 16-24.
- Kurtz, E. (1910): Das Mündungsgebiet des Rheines und der Maas zur Diluvialzeit. *Beil. Programm des Gymn. Düren*.
- (1913): Die Verbreitung der diluvialen Hauptterrassenschotter von Rhein und Maas in der Niederrheinischen Bucht. *Verh. Naturw. Ver. d. preuss. Rheinlande u. Westfalens*, 70, 87-108.
- (1915): Die Wanderungen der mittleren Elbe bis zum Harz vor dem Rande des Inlandeises, nachgewiesen an Flussgeröllen. *Z. deutsch. geol. Ges.*, 67, 231-274.
- (1928): Die Weser im Vereisungsgebiet der ersten und zweiten Eiszeit. *Z. deutsch. geol. Ges.*, 79, 457-514.
- Ligterink, G. H. (1954): De Hondsrug en het dal van de Oer-Eems. *T. Kon. Ned. Aardr. Gen.*, 71, 105-121.
- Lorié, J. (1893): Grondboringen te Assen. *Verh. Kon. Akad. van Wet. te Amsterdam*, 2e Sectie, 3, 3-22.
- (1908): De terrassen langs den rechter Rijnsoever beneden het Zevengebergte. *T. Ned. Aardr. Gen.*, 25, 1-39, 253-287.
- Löscher, W. (1933): Diluvial- und Alluvialfragen des rheinisch-westfälischen Industriegebietes und ihre allgemeine Bedeutung. *Z. deutschen geol. Ges.*, 85, 46-53.
- Lüdwig, G. & H. (1953): Ein Vergleich zwischen Geröll- und Schwermineralanalysen des Porphyrkonglomerates im obersten Rotliegenden des östlichen Harzvorlandes. *Geologie*, 2, 431-448.
- Lüttig, G. (1952): Alt- und mittelpleistozäne Eisrandlagen zwischen Harz und Weser. *Geol. Jb.*, 70, 43-125.
- Lijn, P. v. d. (1935): Nederlandse zwerfstenen. Zutphen.
- (1949): *Het Keienboek* (3e druk). Zutphen.
- Maarleveld, G. C. (1951): De pseudo-osar van de Veluwe. *Geol. en Mijnb.*, 13, 301-304.
- (1952): Over rolstenen. Opmerkingen bij een voorlopige kaart van de geografische verspreiding van rolsteenasociaties in de midden-pleistocene fluvia-
- tiele afzettingen in Nederland. *T. Kon. Ned. Aardr. Gen.*, 69, 405-414.
- (1952a): Over enige grindtypen van oostelijke herkomst in Nederland. *Geol. en Mijnb.*, 14, 345-353.
- (1953): Standen van het landijs. *Boor en Spade*, 6, 95-105.
- (1954): Über fluviale Kiese in Nordwestdeutschland. *Eisz. und Gegenw.*, 4/5, 10-17.
- (1955): Fluvio-glaciale afzettingen in Midden-Nederland. *T. Kon. Ned. Aardr. Gen.*, 72, 48-58.
- (1956): Ergebnisse von Kies-Analysen im Niederrheingebiet. *Geol. en Mijnb.*, 18.
- Macar, P. (1938): *Compte rendu de l'excursion du 24 avril 1938 consacrée à l'étude des terrasses de la Meuse entre Liège et l'Ubagsberg (Limbourg-Hollandais)*. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, 61, 187-217.
- (1954): Les terrasses fluviales et le Quaternaire de la Haute Belgique, 591-606. *Soc. Géol. de Belgique. Liège*.
- Madsen, V. (1928): Übersicht über die Geologie von Dänmark. *Danmarks Geol. Undersøgelse*, V, 4, 93-95.
- Martin, K. (1832): Über das Vorkommen eines gemengten Diluviums und anstehenden Tertiärgebirges in den Dammer Bergen, im Süden Oldenburg. *Abh. Naturw. Ver. Bremen*, 7.
- Melzen, G. D. van (1951): Oost-Brabant als geologisch werkerrein. *Publ. X. Ned. Geol. Ver.*, 165-171.
- Mertz, E. L. (1949): Vekselvirkingen mellem Geologie og Geoteknik. *Danmarks Geol. Undersøgelse*, III, 29.
- Milthers, V. (1934): Die Verteilung skandinavischer Leitgeschiebe im Quartär von Westdeutschland. *Abh. preuss. geol. Landesanst.*, 156.
- (1950): Die Gliederung und Verbreitung der skandinavischen Vereisungen in Nordwesteuropa. *Geol. För. i Stockholm Förhandlingar*, 72, 3, 257-268.
- Mückenhausen, E. (1952): Die Böden des linken Niederrheins. *Der Niederrhein*, 19, 72-77.
- Muller, J. E. (1943): Sedimentpetrologie van het dekgebergte in Limburg. *Med. Geol. Stichting, C-II-2*.
- Nelson, H. W. & T. van der Hammen (1950): Een kwartair-geologisch onderzoek van het SW-deel van Noord-Brabant. *Geol. en Mijnb.*, 12, 241-251, 272-276.
- Niggli, P. (1952): *Gesteine und Minerallagerstätten*, 2, Basel.
- Nota, D. J. G. (1956): Sedimentpetrologische Untersuchungen altpleistozäner Ablagerungen im Gebiet von Tegelen, Niederlande. *Geol. en Mijnb.*, 18.
- Oestreich, K. (1938): *Excursion dans la région glaciaire néerlandaise. Guide Exc. Congrès Intern. de Géogr.*, Amsterdam, 3-32.
- Oostingh, C. H. (1921): Bijdrage tot de kennis der zuidelijke zwerfstenen in Nederland en omgeving. *Med. Landbouwhoogeschool Wageningen*, 19.
- (1922): Zur Kenntnis der Geschiebe südlicher Herkunft in Holland und den benachbarten Gegenden. *Ber. d. Oberhessischen Ges. f. Natur- und Heilkunde zu Giessen*, 8.
- Pannekoek, A. J. (1934): Het hoofdterras van de Maas tusschen Luik en Maastricht. *Natuurhist. Maandbl.*, 23, 78-80.
- Penck, A. (1894): *Morphologie der Erdoberfläche*. Stuttgart.
- Pons, L. J. (1956): De bodemkartering van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen. *Proefschr. Wageningen. Versl. Landb. Onderz. De bodemkartering van Nederland*.
- Poser, H. & J. Hövermann (1952): Beiträge zur morpho-

- metrischen und morphologischen Schotteranalyse. *Abh. d. Braunsw. Wiss. Ges.*, 4, 12-36.
- Postelmann, A. (1937): Die „Blauquarze“ der norddeutschen kristallinen Geschiebe. *Z. f. Geschiebeforschung*, 13, 131-142.
- Quitow, H. W. (1955): Die Terrassenfolge des Rheintals im Gebirge und in der Niederrheinischen Bucht. *Colloquium zur Quartärgeologie im niederländisch/deutschen Grenzgebiet, Heerlen*.
- & J. I. S. Zonneveld (1956): Vorläufiges Ergebnis der Terrassenuntersuchungen im Maas- und Niederreingebiet. *Geol. en Mijnb.*, 18.
- Ravn, J. P. J. (1928): Tertiär. In: *Übersicht über die Geologie von Dänemark. Danmarks Geol. Undersøgelse*, V, 4.
- Rein, U. (1955): Die pollenstratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Nordwestdeutschland. 1. Die Pollenstratigraphie im älteren Pleistozän. *Eisz. und Gegenw.*, 6, 16-24.
- Richter, K. (1952): Morphometrische Gliederung von Terrassenschottern. *Eisz. und Gegenw.*, 2, 120-126.
- (1953): Erdgeschichte des Emmelner Berges bei Haren—Ems. *Jb. Emsländischen Heimatver.*, 1953.
- (1955): Geröllanalytische Gliederung des Pleistozäns im unteren Emsgebiet mit Vergleichen zum Sylter Kaolinsand. *Geol. Jb.*, 71, 449-460.
- Richter, W., H. Schneider & R. Wager (1950): Die Saaleeiszeitliche Stauchzone von Iiterbeck-Ülsen (Grafschaft Bentheim). *Z. deutschen geol. Ges.*, 102, 60-75.
- Ridder, N. A. de & A. J. Wiggers (1955): De korrelgrootte-verdeling van de keileem en het proglaciale zand. *Geol. en Mijnb.*, 18, 287-311.
- Rost, M. (1933): Zur Geologie und Paläogeographie des Leipziger Tertiärs. *Jb. des Halleschen Verbandes f. d. Erf. d. mitteldeutschen Bodenschätze und ihrer Verwertung*, 12, 5-34.
- Rücklin, F. (1935): Die Diluvialstratigraphie der mittleren Saar sowie allgemeine Bemerkungen zur Schotteranalyse. *Decheniana*, 91, 1-98.
- Rutten, L. (1929): *Geologische Nomenclator*.
- Rutten, M. G. (1956): Sand „pebble“ at the base of Pleistocene Maas gravel. *Geol. en Mijnb.*, 18, 30.
- Schelling, J. (1956): *Bodem en geologie van de Veluwe*. Med. Stichting voor Bodemkartering.
- Schiemenz, S. (1950): Schotteranalyse des Porphyrokonglomerats im obersten Rotliegenden des östlichen Harzvorlandes. *Dipl.-Arbeit. Halle*.
- Schneider, H. (1938): Zur Frage des münsterländischen Kiessandrückens. *Z. deutschen geol. Ges.*, 90, 603-615.
- Schucht, F. (1906): *Geologische Beobachtungen im Hümmling*. *Jb. d. preuss. geol. Landesanst.*, 27, 301-340.
- Schuyf, P. & B. Boelens (1949): *Fossielen uit noordelijke zwerfstenen*. Leiden.
- Soil Survey Staff (1951): *Soil Survey Manual*. U.S. Dept. Agriculture. *Handbook*, 18, Washington.
- Staring, W. C. H. (1860): *De bodem van Nederland*, 2. Haarlem.
- Steeger, A. (1952): 100 Jahre Eiszeitforschung am Niederrhein. *Der Niederrhein*, 19, 57-63.
- Steenhuis, J. F. (1916): Over de in de boorpraktijk gebruikelijke benaming en onderscheiding van grondsoorten. *Het Gas*, 36, 92-93.
- (1916a): *Bijdrage tot de kennis van den diluvialen ondergrond van Drente en Friesland*. Proefschr. Leiden.
- (1937): *Bijdrage tot de kennis van het kwartsgehalte der grindhoudende zandlagen aan de oppervlakte en in den ondergrond van Nederland*. *Verh. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Serie*, 12, 1-40.
- (1942): *Nogmaals eenige nieuwe bepalingen van het kwartspercentage der grindhoudende zandlagen in den ondergrond en aan de oppervlakte*. *Natuurh. Maandbl.*, 31, 84-86, 89-94.
- Stoller, J. (1923): *Beiträge zur Geologie der ehemaligen Grafschaften Hoya und Diepholz*. *Jb. Nieders. Geol. Ver.*, 16, 1-27.
- Stolley, E. (1900): *Geologische Mitteilungen von der Insel Sylt*. *Arch. Anthrop. Geol. Schlesw.-Holstein*, 4, 3-49.
- Straaten, L. M. J. U. v. (1946): *Grindonderzoek in Zuid-Limburg*. Proefschr. Leiden. *Med. Geol. Stichting*, C-VI-2.
- Száldeczky-Kardoss, E. von (1932/1933): *Flusssschotteranalyse und Abtragungsgebiet*. *Aus d. Mitt. d. berg- und hüttenmännischen Abt. a. d. kg. ung. Hochschule f. Berg- und Forstwesen z. Sopron, Ungarn*, 4, 1-38; 5, 1-23.
- (1934): *Über Habitusverhältnisse mechanischer Sedimentkomponenten*. *Aus d. Mitt. d. berg- und hüttenmännischen Abt. a. d. kg. ung. Hochschule f. Berg- und Forstwesen z. Sopron, Ungarn*, 4, 253-284.
- Tavernier, R. (1954): *Le Quaternaire*. In: *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, 555-589. *Soc. Géol. de Belgique. Liège*.
- Tesch, P. (1908): *Der niederländische Boden und die Ablagerungen des Rheines und der Maas aus der jüngeren Tertiär- und der älteren Diluvialzeit*. Proefschr. Delft.
- (1948): *Enkele beschouwingen over de rivierterrassen in Nederland*. *T. Kon. Ned. Aardr. Gen.*, 65, 141-152.
- Tietze, O. (1914): *Zur Geologie des mittleren Emsgebietes; vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung des alten Diluviums im Westen und Osten des norddeutschen Flachlandes*. *Jb. preuss. geol. Landesanst.*, 33, 108-200.
- Udluft, H. (1932): *Kann der Verlauf der Weser im Vereisungsgebiet während der ersten und zweiten Eiszeit verfolgt werden?* *Z. deutschen geol. Ges.*, 84, 105-122.
- Veen, J. van (1925): *Heuvelruggen in Drenthe*. *Nieuwe Drentsche Volksalmanak*, 43.
- Veenbos, J. S. (1952): *De bodem van Friesland*. *Friesland, toen, nu en straks*, 7-11. Leeuwarden.
- Visscher, J. (1931): *Das Hochmoor von Südost-Drente geomorphologisch betrachtet*. Proefschr. Utrecht.
- Vlerk, I. M. van der & F. Florschütz (1953): *The palaeontological base of the subdivision of the Pleistocene in the Netherlands*. *Verh. Kon. Ned. Akad. v. Wet., afd. Naturkunde*, 1e Reeks, 20, nr. 2.
- Voorthuysen, J. H. van (1954): *Crustal movements of the southern part of the North Sea Basin during Pliocene and early Pleistocene times*. *Geol. en Mijnb.*, 16, 165-172.
- Vries, E. de (1952): *Het Hoogterras in het oosten van de Graafschap*. *Publ. XI v. d. Ned. Geol. Ver.*, 177-181.
- Waard, D. de (1949): *Glacigeen Pleistocen*. Proefschr. Utrecht. *Verh. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Serie*, 15.
- Weingärtner, R. M. (1918): *Beiträge zur Geologie des Grossherzogtums Oldenburg I. Das Tertiärvorkommen in nördlichen Teil der Dammer Berge und seine diluviale Bedeckung*. *Z. deutschen geol. Ges.*, 70, 37-61.
- Wentworth, C. K. (1919): *A laboratory and field study of cobble abrasion*. *Journ. of Geol.*, 27, 507-521.
- (1922): *The shapes of pebbles. A field study of the shapes of river pebbles*. *United States Geol. Survey*, 730-C, 103-114.

- Wentworth, C. K. (1922): A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journ. of Geol.*, 30, 377-392.
- Weyl, R. (1949): Jungtertiäre Schloten im Zechstein von Lieth bei Elmshorn. *Schr. des Naturw. Ver. f. Schleswig-Holstein*, 24, 74-80.
- , U. Rein & M. Teichmüller (1955): Das Alter des Sylter Kaolinsandes. *Eisz. und Gegenw.*, 6, 5-15.
- Wiggers, A. J. (1955): De wording van het Noordoostpoldergebied. *Proefschr. Amsterdam*.
- Wildvang, D. (1936): Der tiefere Untergrund der ostfriesischen Nordseeinseln. *Veröffentl. Naturforsch. Ges. Emden*.
- (1938): Die Geologie Ostfrieslands. *Abh. preuss. geol. Landesanst.*, 181.
- Wirtz, D. (1949): Die Fauna des Sylter Crag und ihre Stellung im Neogen der Nordsee. *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg*, 19, 57-76.
- & H. Illies (1951a): Plio-Pleistozängrenze und Günzeiszeit in Nordwestdeutschland. *Eisz. und Gegenw.*, 1, 73-83.
- (1951b): Lower Pleistocene stratigraphy and the plio-pleistocene boundary in Northwestern Germany. *Journ. of Geol.*, 59, 463-471.
- Woldstedt, P. (1950): Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. *Stuttgart*.
- (1953): Über die Benennung einiger Unterabteilungen des Pleistozäns. *Eisz. und Gegenw.*, 3, 14-18.
- (1954): Saaleeiszeit, Warthestadium und Weichseliszeit in Norddeutschland. *Eisz. und Gegenw.*, 4/5, 34-48.
- Wölk, E. (1941): Die Alterstellung kieselloolithführender Ablagerungen am Niederrhein. *Zentralbl. f. Min., Geol. und Paläontol.*, 1941, Abt. B, 41-55.
- Wolters, R. (1954): Ausbildung und Lagerung der pliozän-pleistozänen Grenzsichten in niederrheinischen Grenzgebiet von Niederkrüchten-Brüggen. *Geol. Jb.*, 69, 339-348.
- Wunstorf, W. & C. Fliegel (1910): Die Geologie des niederrheinischen Tieflandes. *Abh. preuss. geol. Landesanst.*, N.F., 67.
- Zagwijn, W. H. (1956): Zum heutigen Stand der pollenanalytischen Untersuchungen des Pleistozäns in den Niederlande. *Geol. en Mijnb.*, 18.
- & J. I. S. Zonneveld (1956): The interglacial of Westerhoven. *Geol. en Mijnb.*, 18, 37-46.
- Zeuner, F. (1933): Die Schotteranalyse. *Geol. Rundschau*, 24, 65-104.
- Zingg, T. (1935): Beitrag zur Schotteranalyse. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, 15, 39-140.
- Zonneveld, J. I. S. (1946): Beschouwingen naar aanleiding van de korrelgrootte der zware mineralen in zandige sedimenten. *Geol. en Mijnb.*, 8, 83-90, 93-105.
- (1947): Het Kwartair van het Peelgebied en naaste omgeving. *Med. Geol. Stichting*, C-VI-3.
- (1948): Correlatie tussen de terrassen ten Z. en ten N. van Sittard. *Natuurh. Maandbl.*, 37, 32-34.
- (1949): Zand-petrologische onderzoekingen in de terrassen van Zuid-Limburg. *Med. Geol. Stichting*, Nw. Serie, 3, 103-123.
- (1953): The use of heavy minerals for stratigraphic purposes. *Actes du IV Congr. de l'Ass. Intern. pour l'Etude du Quaternaire (I.N.Q.U.A.)*. Rome-Pise 1953.
- (1955): De kwartaire rivierterrassen van Zuid-Limburg. *T. Kon. Ned. Aardr. Gen.*, 72, 329-343.
- (1956): Schwermineralgesellschaften in Niederrheinischen Terrassensedimenten. *Geol. en Mijnb.*, 18.



KAART V. Kaart met de vindplaatsen van de monsters uit het fluvio-glaciaal van het Dal van de Leuvenumse Beek.  
 Map with locations of samples from the fluvio-glacial deposits of the Valley of the Leuvenumse Beek.



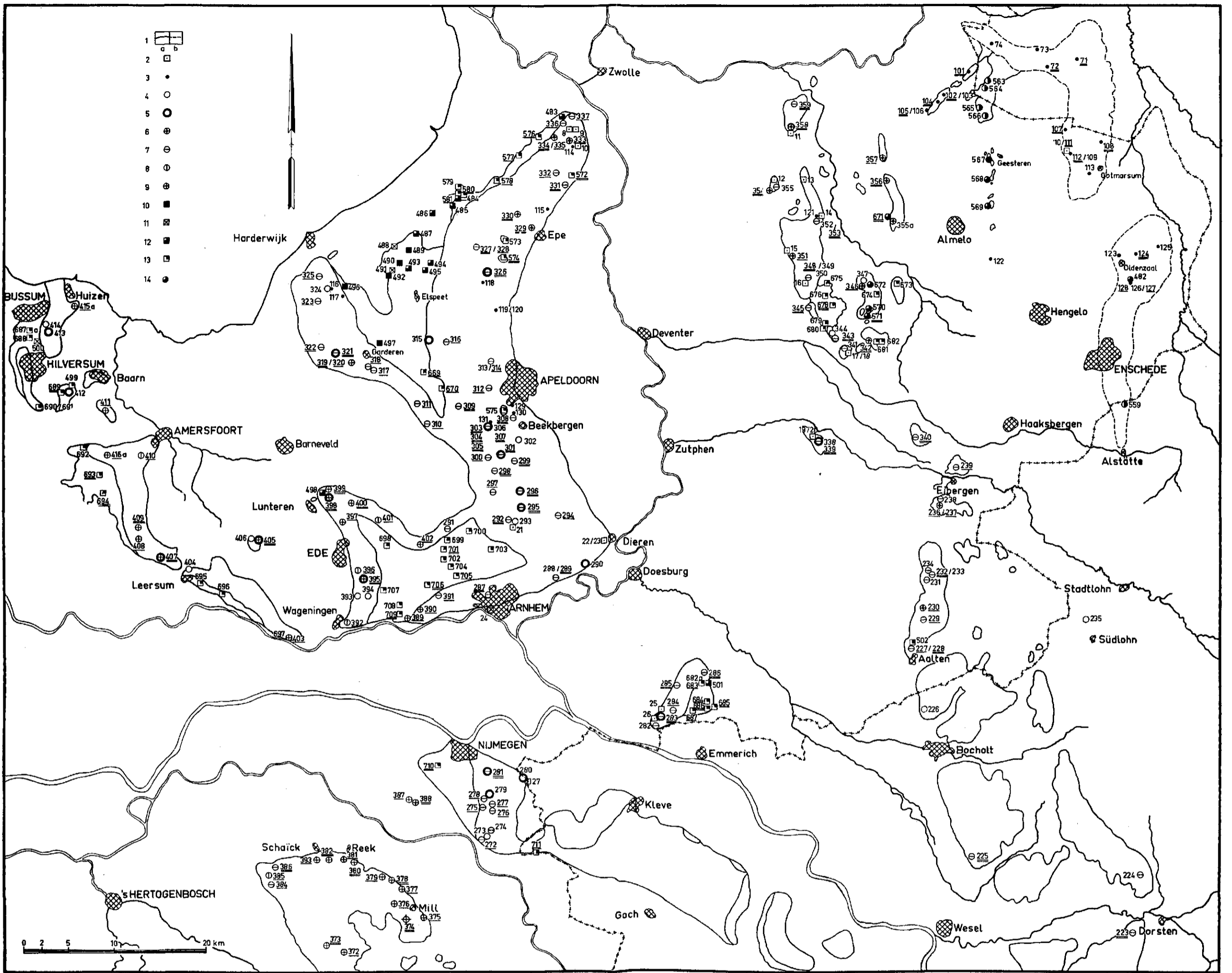
1. Rijngrind met 1 of minder dan 1% porfier  
*pebble of the Rhine with 1% or less porphyry*
2. Rijngrind met meer dan 1% porfier  
*pebble of the Rhine with more than 1% porphyry*
3. niet-glaciaal materiaal met gerolde vuurstenen of met minder dan 3% niet-gerolde vuurstenen (ten noorden van de Belgische Kempen en Zuid-Limburg)  
*non-glacial material with rounded flints or with less than 3% non-rounded flints (north of the Belgian Kempen and Southern-Limburg)*
4. stenen van 20—30 mm met 3—10% niet-gerolde vuurstenen en geen gerolde vuurstenen (ten noorden van de Belgische Kempen en Zuid-Limburg)  
*pebbles from 20—30 mm with 3—10% non-rounded flints and no rounded flints (north of the Belgian Kempen and Southern-Limburg)*
5. stenen van 20—30 mm met 3—10% niet-gerolde vuurstenen en gerolde vuurstenen (ten noorden van de Belgische Kempen en Zuid-Limburg)  
*pebbles from 20—30 mm with 3—10% non-rounded flints and rounded flints (north of the Belgian Kempen and Southern-Limburg)*
6. stenen van 20—30 mm met meer dan 10% niet-gerolde vuurstenen (ten noorden van de Belgische Kempen en Zuid-Limburg)  
*pebbles from 20—30 mm with more than 10% non-rounded flints (north of the Belgian Kempen and Southern-Limburg)*
7. het porfiervrije Maatype (het zeer kwartzrijke subtype met veel gerolde vuurstenen)  
*the non-porphyric type of the Meuse (the subtype with many rounded flints)*

het zeer weinig porfierbevattende type van de Maas  
*the very little porphyry containing type of the Meuse*

8. het kwartzrijke subtype met zeer veel niet-gerolde vuurstenen  
*subtype rich in quartz with very many non-rounded flints*
9. het kwartshoudende subtype met zeer veel niet-gerolde vuurstenen  
*quartz containing subtype with very many non-rounded flints*
10. het kwartshoudende subtype met tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen  
*quartz containing subtype with fairly many non-rounded flints*
11. het kwartshoudende subtype met veel gerolde vuurstenen  
*the quartz containing subtype with many rounded flints*
12. het kwartzarme subtype met zeer veel niet-gerolde vuurstenen  
*subtype poor in quartz with very many non-rounded flints*
13. het kwartshoudende subtype met ringenziezel en tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen  
*the quartz containing subtype with silica rings and fairly many non-rounded flints*
14. het kwartzarme subtype met tamelijk veel niet-gerolde vuurstenen  
*subtype poor in quartz with fairly many non-rounded flints*
15. noordgrens van zuiver Rijn-materiaal volgens Oostingh (1922)  
*northern boundary of pure material of the Rhine according to Oostingh (1922)*
16. omgrenzing van de nabij de oppervlakte voorkomende midden-pleistocene grove afzettingen (voor een deel volgens Quitzow & Zonneveld, 1956)  
*demarcation of the coarse mid-pleistocene deposits occurring near the surface (partly according to Quitzow & Zonneveld 1956)*

Niet onderstreept getal = materiaal van 5—20 mm is bewerkt.  
*Not underlined number = material from 5—20 mm has been investigated.*  
Enkel onderstreept getal = materiaal van 20—30 mm is bewerkt.  
*Single underlined number = material from 20—30 mm has been investigated.*  
Dubbel onderstreept getal = materiaal van 5—20 en 20—30 mm is bewerkt.  
*Double underlined number = material from 5—20 and 20—30 mm has been investigated.*  
In Zuid-Limburg bestaan vrijwel alle monsters uit materiaal van 4—9 en 22,5—30 mm (gegevens volgens van Straaten, 1946).  
*Nearly every samples of Southern-Limburg consist of material from 4—9 and 22,5—30 mm (data according to van Straaten, 1946).*

KAART IV. Kaart met de vindplaatsen van de Zuid-Nederlandse monsters.  
*Map indicating the locations of the samples of the Southern-Netherlands.*



1. a. omgrenzing van de nabij de oppervlakte voorkomende midden-pleistocene grove afzettingen  
demarcation of the coarse mid-pleistocene deposits occurring near the surface
- b. plaatselijk grof materiaal nabij de oppervlakte  
local coarse material near the surface
2. type Hellendoorn  
type Hellendoorn
3. type Noord-Nederland  
type Northern-Netherlands
4. Rijngrind met 1 of minder dan 1% porfier  
pebble of the Rhine with 1% or less porphyry
5. Rijngrind met meer dan 1% porfier  
pebble of the Rhine with more than 1% porphyry
6. Rijnalzetting, stenen van 20—30 mm met meer dan 6% lydiet/radiolariet  
deposit of the Rhine, pebble from 20—30 mm with more than 6% lydite/radiolarite
7. niet-glaciaal materiaal met gerolde vuurstenen of met minder dan 3% niet-gerolde vuurstenen  
(ten noorden van de Belgische Kempen en Zuid-Limburg)  
non-glacial material with rounded flints or with less than 3% non-rounded flints (north of the Belgian Kempen and Southern-Limburg)
8. stenen van 20—30 mm met 3—10% niet-gerolde vuurstenen en geen gerolde vuurstenen (ten noorden van de Belgische Kempen en Zuid-Limburg)  
pebbles from 20—30 mm with 3—10% non-rounded flints and no rounded flints (north of the Belgian Kempen and Southern-Limburg)

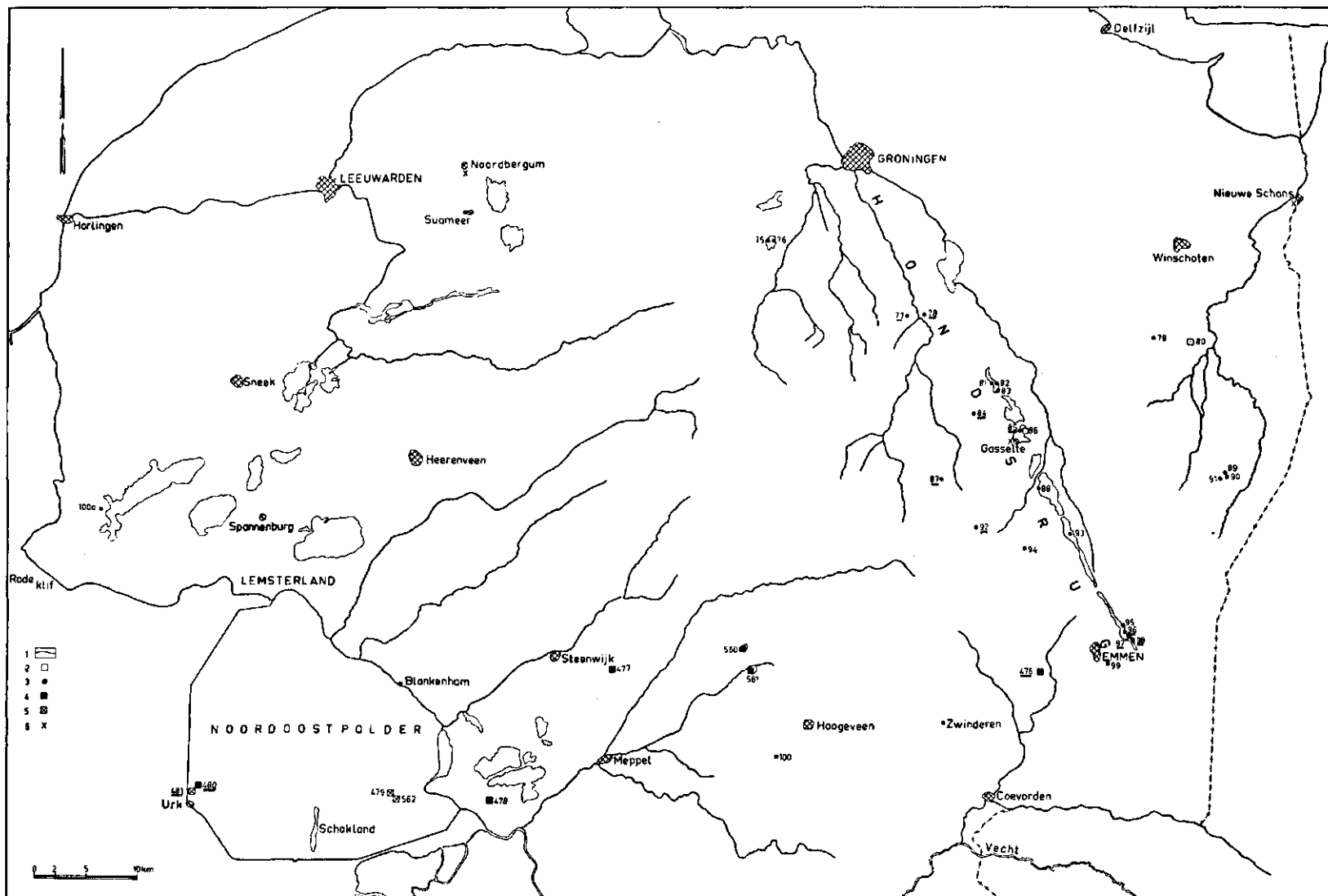
het zeer kwartsarme stenen- en grindtype met veel bestanddelen van de kristallijne restgroep  
type very poor in quartz with many components of the other crystalline pebble

9. stenen van 20—30 mm met 3—10% niet-gerolde vuurstenen en gerolde vuurstenen (ten noorden van de Belgische Kempen en Zuid-Limburg)  
pebbles from 20—30 mm with 3—10% non-rounded flints and rounded flints (north of the Belgian Kempen and Southern-Limburg)
10. het veel niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype  
subtype containing many non-rounded flints
11. het zeer weinig of geen niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype  
subtype containing very little or no non-rounded flints
12. het kwartsarme grindtype met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne restgroep  
(het geen of zeer weinig lydiet/radiolarietbevattende subtype)  
type poor in quartz with relatively many components of the other crystalline pebble (the no or very little lydite/radiolarite containing subtype)
13. het kwartshoudende tot kwartsrijke grindtype met bestanddelen van de kristallijne restgroep  
(het subtype met betrekkelijk veel melkkwarts)  
quartz containing to rich in quartz type with components of the other crystalline pebble (subtype with relatively much milky quartz)
14. het kwartsarme grindtype met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne restgroep  
(het subtype met lydiet/radiolariet)  
type poor in quartz with relatively many components of the other crystalline pebble (subtype with lydite/radiolarite)

Niet onderstreept getal = materiaal van 5—20 mm is bewerkt.  
Not underlined number = material from 5—20 mm has been investigated.  
Enkel onderstreept getal = materiaal van 20—30 mm is bewerkt.  
Single underlined number = material from 20—30 mm has been investigated.  
Dubbel onderstreept getal = materiaal van 5—20 en 20—30 mm is bewerkt.  
Double underlined number = material from 5—20 and 20—30 mm has been investigated.

KAART III. Kaart met de vindplaatsen van de Midden-Nederlandse monsters.  
Map indicating the locations of the samples of the Mid-Netherlands.





het zeer kwartsarme stenen- en grindtype met veel bestanddelen van de kristallijne restgroep  
*type very poor in quartz with many components of the other crystalline pebble*

1. omgrenzing van de nabij de oppervlakte voorkomende midden-pleistocene grove afzettingen  
*demarcation of the coarse mid-pleistocene deposits occurring near the surface*
2. type Hellendoorn  
*type Hellendoorn*
3. type Noord-Nederland  
*type Northern-Netherlands*
4. het veel niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype  
*subtype containing many non-rounded flints*
5. het zeer weinig of geen niet-gerolde vuurstenenbevattende subtype  
*subtype containing very little or no non-rounded flints*
6. boringen  
*borings*

Niet onderstreept getal = materiaal van 5—20 mm is bewerkt.

*Not underlined number = material from 5—20 mm has been investigated.*

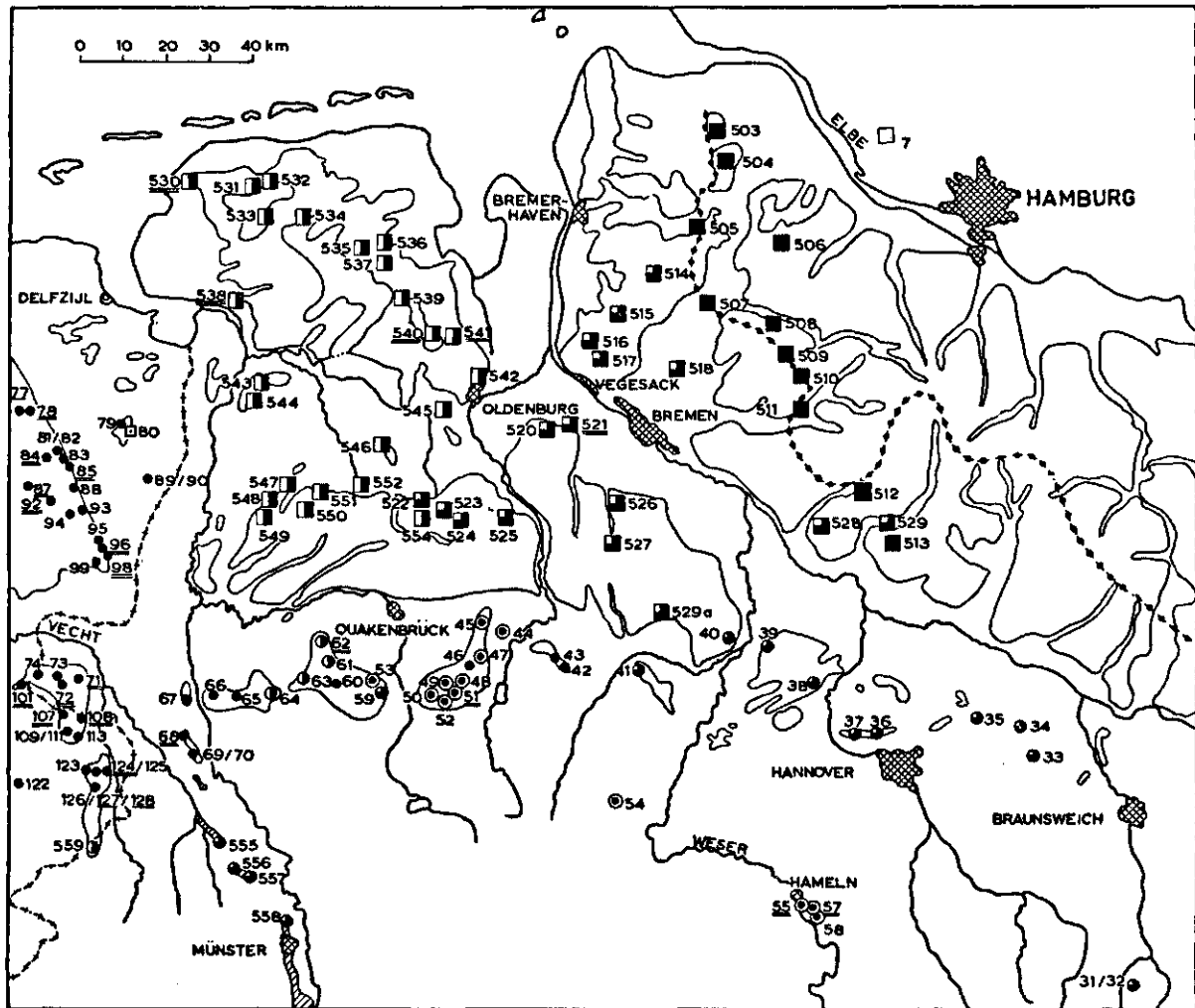
Enkel onderstreept getal = materiaal van 20—30 mm is bewerkt.

*Single underlined number = material from 20—30 mm has been investigated.*

Dubbel onderstreept getal = materiaal van 5—20 en 20—30 mm is bewerkt.

*Double underlined number = material from 5—20 and 20—30 mm has been investigated.*

KAART II. Kaart met de vindplaatsen van de Noord-Nederlandse monsters.  
*Map indicating locations of the samples from the Northern-Netherlands.*



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

1. de stuwwallen van het Rehburgse Stadium en het noordelijk hiervan gelegen glaciële landschap ten zuiden van de Elbe (volgens Dewers, 1941)  
*contorted hills of the Rehburg Stadium and the glacial landscape to the north of it lying to the south of the river Elb (according to Dewers, 1941)*
2. grindrug van Munsterland  
*pebble range of the Land of Munster*
3. zuidwestelijke grens van het landijs gedurende het Warthe-stadium („Lamstedter Vorstoss”) volgens Illies (1952, 1954) en Woldstedt (1954)  
*southwestern boundary of the inland ice during the Warthe Stadium („Lamstedter Vorstoss”) according to Illies (1952, 1954) and Woldstedt (1954)*
4. het zeer kwartsarme stenen- en grindtype met veel bestanddelen van de kristallijne restgroep (het veel niet-gerolde vuurstenen bevattende subtype)  
*type very poor in quartz with many components of the other crystalline pebble (subtype containing many non-rounded flints)*
5. het subtype met lydiët/radiolariet  
*subtype with lydite/radiolarite*
6. het geen of zeer weinig lydiët/radiolariet bevattende subtype  
*the no or very little lydite/radiolarite containing subtype*
7. het geen of zeer weinig lydiët/radiolariet bevattende subtype met weinig melkkwarts  
*the no or very little lydite/radiolarite containing subtype with little milky quartz*
8. het lydiët/radiolariet bevattende subtype met betrekkelijk weinig melkkwarts  
*subtype containing lydite/radiolarite with relatively little milky quartz*
9. grindtype Noord-Nederland  
*type Northern-Netherlands*
10. grind van de Wezer  
*pebble of the Weser*

Monster no. 7 = Kaolienzand  
Sample nr. 7 = Kaolin sand

Niet onderstreept getal = materiaal van 5—20 mm is bewerkt.

Not underlined number = material from 5—20 mm has been investigated.

Enkel onderstreept getal = materiaal van 20—30 mm is bewerkt.

Single underlined number = material from 20—30 mm has been investigated.

Dubbel onderstreept getal = materiaal van 5—20 en 20—30 mm is bewerkt.

Double underlined number = material from 5—20 and 20—30 mm has been investigated.

het kwartsarme grindtype met betrekkelijk veel bestanddelen van de kristallijne restgroep  
*type poor in quartz with relatively many components of the other crystalline pebble*  
het kwartshoudende tot kwartsrijke grindtype met bestanddelen van de kristallijne restgroep  
*quartz containing to rich in quartz type with components of the other crystalline pebble*

KAART I. Kaart met de vindplaatsen van de Noordwest-Duitse monsters.  
Map indicating the locations of the Northwest German samples.