

HOOFDSTUK III

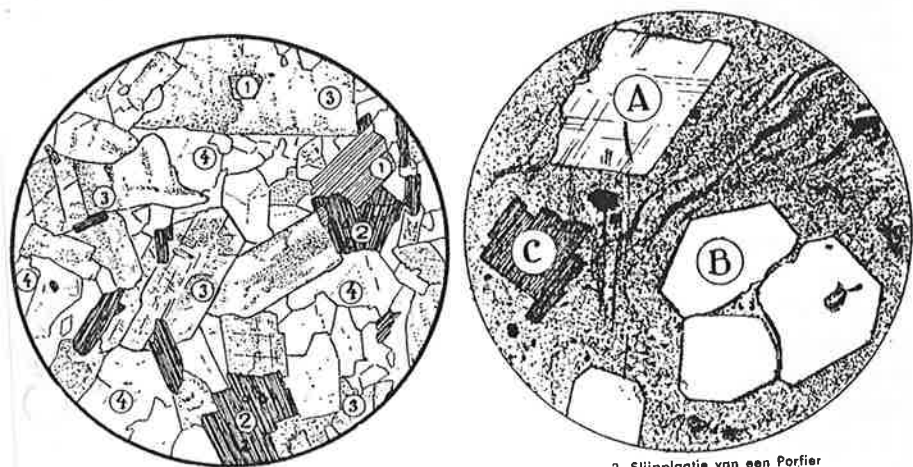
DE SAMENSTELLING VAN DE KLEI EN DE VORMING VAN SILIKATEN

Uit het voorgaande moge duidelijk geworden zijn, dat de samenstelling van het door rivieren enz., meegevoerde gruis en slib, dus de klei, in samenstelling nauw verwant moet zijn aan het oorspronkelijke gesteente. Deze gesteenten, bv. graniet, porfier, enz. bestaan uit een aantal mineralen, doch in hoofdzaak uit de mineralen: kwarts, veldspaat en glimmer (mica). Wanneer men van een gesteente een uiterst dun plaatje slijpt, zodat het doorzichtig wordt, dan zijn onder de microscoop de verschillende mineralen te herkennen (zie fig. 1).

Kwarts is het hoofdbestanddeel van vele stollingsgesteenten en van de uitvloeiingsgesteenten, die daarmede in samenstelling overeenkomen. Kwarts nu is de zelfstandigheid, die door ons gewoonlijk wordt aangeduid met de naam zand.

In stollingsgesteenten is kwarts gewoonlijk het laatst gestolde mineraal en mist in dat geval een eigen kristalvorm, men noemt het dan vormloos of amorph. De kristallisatie kan bv. door snelle afkoeling verhinderd zijn. Heeft de kristallisatie onder gunstige omstandigheden plaats, dus bv. een langzame en geleidelijke afkoeling op grote diepte, dan heeft het dikwijls een fraaie kristalvorm. De meest gewone vorm daarvan is de zeszijdige zuil, welke aan beide uiteinden is toegespitst met een zeszijdige pyramide. Soms ontbreken de zijvlakken van de zuil en dan heeft het kwartskristal de vorm van een dubbelpyramide. Het komt doorzichtig en ondoorzichtig voor, soms gekleurd, dan weer kleurloos. De zuivere kwartskristallen, die een hoge graad van doorzichtigheid bezitten, noemt men gewoonlijk bergkristal. Wanneer het mineraal weinig doorzichtig of wel geheel ondoorschijnend en onzuiver gekleurd is, bestempelt men het met de naam gewoon kwarts. Deze soort is verreweg het meest verbreid.

Bij de verwerking wordt het kwarts, zowel uit kwartsgangen als uit het gesteente, weinig aangetast. Het wordt alleen vergruisd en bij later transport door de rivieren gebroken en afgerond. Daarbij wordt het wel steeds verder vergruisd en gedeeltelijk opgelost, maar toch door zijn chemische onaantastbaarheid en wegens het gebrek aan splijting in mindere mate dan de overige mineralen, die het gesteente samenstellen. Zo gaat, in hetgeen wij in ons land zand noemen, het kwarts meer en meer over-



1. Slijpplaatje van een Graniet
 1 Muscoviet } Glimmer
 2 Biotiet }
 3 Veldspaat }
 4 Kwarts }

Fig. 1.

2. Slijpplaatje van een Porfier
 A. Veldspaat
 B. Kwarts
 C. Glimmer (Biotiet).

heersen. Geheel zuiver kwartzand is betrekkelijk zeldzaam. Rivierzand is te beschouwen als gruis van gesteenten, die in het stroomgebied voorkomen, en bevat dus de in het gesteente voorkomende mineralen. De algemene verbreiding van het kwarts als bestanddeel der gesteenten blijkt uit het volgende: het is nagenoeg enig bestanddeel van bijna alle zandlagen en van alle zandstenen, ook van de meeste grindbanken en conglomeraten, het is hoofdbestanddeel van klei. Op zich zelf gesmolten en daarna gestolten als glas, levert kwarts het zg. kiezelglas, waaruit men laboratorium-benodigdheden vervaardigt, die plotselinge temperatuurverschillen verdragen kunnen zonder te barsten. Bergkristal wordt geslepen tot lenzen, prisma's enz., en doet in die vorm vooral dienst bij onderzoekingen met ultraviolet licht. De fraai gekleurde variëteiten worden geslepen tot lijfsieraden en kramerijen. De kleur dankt het kwartskristal aan bijmengselen, die zo gering zijn, dat de aard daarvan niet bekend is.

Kwarts, zand, soms ook wel kiezelzuur genaamd, al is dit niet geheel juist, wordt door de scheikundige siliciumdioxide genoemd, SiO_2 . Het is dus de chemische verbinding van silicium, Si, en oxygenium, O (zuurstof) en komt als zodanig voor als bergkristal, zuiver zand, opaal enz.

Silicium kan zich echter onder bepaalde omstandigheden ook met andere stoffen scheikundig binden en daarmee een nieuwe stof vormen. Als voorbeeld moge dienen, dat wanneer men een mengsel van siliciumdioxide (zuiver zand), soda en kalk verhit, er bij ongeveer 1400 graden Celsius

een andere stof zal ontstaan, nl. glas. Dit glas heeft echter geheel andere eigenschappen dan de materialen, die men oorspronkelijk dooreen heeft gemengd. Alle stoffen, die op een dergelijke manier uit siliciumdioxyde ontstaan zijn, noemt men silicaten. Deze silikaten stammen dus af van het kiezelzuur en bevatten het kiezelzuur gebonden aan andere stoffen. Er vormen zich dus geheel andere verbindingen, waarvan de eigenschappen zeer kunnen verschillen van de eigenschappen van de samenstellende bestanddelen. In klei zal men daarom aantreffen vrij siliciumdioxyde en silicium gebonden aan andere stoffen, de silikaten. Het zal duidelijk zijn, dat dat een groot verschil uitmaakt voor de eigenschappen van een bepaalde kleisoort. Deze silikaten zijn in de natuur zeer verbreid en vormen de mineralen der gesteenten, waaruit vrijwel de gehele steenschaal is opgebouwd.

De stoffen, waarmede het siliciumdioxyde zich kan verbinden tot een silicaat, zijn de volgende metaaloxiden: ijzeroxyde, aluminiumoxyde, calciumoxyde, magnesiumoxyde, kaliumoxyde en natriumoxyde. Deze 6 metaaloxiden kunnen op de meest verschillende manieren gebonden worden met het siliciumdioxyde tot de silikaten die in hoofdzaak de bestanddelen vormen van de gesteenten, waaruit onze aardkorst is opgebouwd.

In verband met de eigenschap van het siliciumdioxyde, zich met genoemde metaaloxiden chemisch te kunnen binden tot silikaten, kan het zijn nut hebben, deze metalen wat nader te bezien.

Aluminium (Al), het metaal, dat aan aluin ten grondslag ligt, is op de aarde zeer verbreid, naar schatting 15 % der aardkorst, en wel in de vorm van het aluminiumoxyde, Al_2O_3 . Verreweg het grootste gedeelte van dit Al_2O_3 is gebonden aan silicium. Het merendeel der gesteente vormende mineralen bevat aluminium. Het is het kenmerkende deel der veldspaten, welke 17—37 % Al_2O_3 bevatten. Bij de verwering der aluminiumsilicaten der gesteenten, vooral van veldspaten, ontstaan in de regel waterhoudende aluminiumsilikaten van wisselende samenstelling, welke na afgevoerd te zijn door stromend water tot bezinking komen en het kenmerkende bestanddeel worden van leiformalies, klei en mergelagen, waarbij tal van gekristalliseerde waterhoudende aluminiumsilikaten met meer of minder vaste samenstelling ontstaan.

Silimaniet is eveneens een gesteente vormend aluminium-mineraal, maar ontstaan uit een hervormingsgesteente.

Ijzer (Fe) komt in gebonden vorm in de natuur in zeer grote verscheidenheid voor, o.a. als ijzersulfide, rood ijzererts (FeS_2), pyriet, zwavelkies (FeS_2), magnetiet, ijzererts (Fe_3O_4),

ijzeroxyde (Fe_2O_3) en vele ijzersilikaten. Chemisch behoort ijzer tot de gemakkelijk aantastbare metalen. Volgens Clarke maakt het ijzer 6,88 % van de aardkorst uit en wordt in hoeveelheid alleen overtroffen door zuurstof, silicium en aluminium. Dit ijzer in de aardkorst is ontleend aan de ijzerkern der aarde. Zoals in een ijzersmelterij door oxydatie op een bad van gesmolten ijzer zich een slak vormt, zo vormden zich eerst op later in de aarde gesmolten silikaatmassa's, het magma. Daar de gehele aardkorst opgebouwd is uit stollingsgesteenten, die rechtstreeks, en bezinkingsgesteenten en hervormingsgesteenten, die indirect uit magma zijn ontstaan, mag men aannemen, dat dit magma steeds enkele procenten ijzer bevat. Bij stolling zet het zich af als pyriet, magnetiet of in de vorm van een silikaat, vooral als olivyn ($\text{Mg, Fe}_2\text{SiO}_4$), komt vooral in basalt voor en bv. biotiet $\text{HK(Mg, Fe)_2Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$, en blijft in deze mineralen bestanddeel van het gesteente. Ook kan het ijzer van het magma, terwijl het zich verenigt met andere bestanddelen als sulfide, arsenide, chloride of carboonaat, gasvormig of als waterige oplossing ontsnappen en zich in gangen afzetten of hoger gelegen gesteenten impregneren, als deze er vatbaar voor zijn. De oorspronkelijke afzettingen zijn sterk onderhevig aan verworming. In oxyduulvorm, dat is dus de minder zuurstof bevattende verbinding, is ijzer oplosbaar, in hoger geoxydeerde vorm onoplosbaar. Reductie en oxydatie treden gemakkelijk op, vandaar dat het ijzer gemakkelijk verplaatst wordt. Verhitting, al of niet onder druk, bewerkt omzetting van ijzermineralen. Uit deze wederkerige omzettingen zijn vele kringprocessen mogelijk, die inderdaad ook in de natuur worden aangetroffen. Deze kringprocessen worden nog meer samengesteld, omdat ook de levende natuur erin opgenomen moet worden. Planten bv. hebben ijzeroplossingen in geringe hoeveelheden voor hun groei nodig. Grondwater is altijd ijzerhoudend. Dit wordt onttrokken aan de ijzermineralen, het water overal in de grond aantreft. Hoezeer de reductie daarbij een rol speelt blijkt uit de gebleekte zandlagen onder humusrijke bovengrond, sterker nog onder veen. Zij zijn wit, bleekzand (abusievelijk ook wel loodzand genoemd), omdat het door de opgenomen organische stoffen reducerend werkende water er het ijzer aan heeft onttrokken, dat eerst als een bruin of geel oxydehuidje alle korrels omhulde. Het grondwater kan echter het ijzer slechts zolang in oplossing houden als het in oxyduulvorm blijft. Wordt het echter door oxydatie aan de oppervlakte van de grondwaterspiegel onoplosbaar, dan zinkt het op de bodem en zet zich als een oerbank lager weer af.

Als gevolg van deze omzettingen ontstaan, naast de ijzergesteenten met de natuur van stollingsgesteenten, ook gesteenten, die als bezinkingsgesteenten zijn op te vatten, bv. silikaatijzerstenen, vele bruinijzerstenen hoofdbestanddeel limoniet, bruinijzererts, $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$).

Calcium (Ca) behoort tot de aard-alkali-metalen en is in de natuur zeer verbreid, voornamelijk als calciumsilikaat, CaSiO_3 of Ca_2SiO_4 en calciumcarbonaat, CaCO_3 . Meteorostenen bevatten calciumverbindingen en op de zon en de vaste sterren is het door de spectraalanalyse aangetoond. Verschillende verbindingen van calcium zijn reeds lang bekend, en ook de bereiding van kalk uit kalksteen, marmer en schelpen, het blussen van de gebrande kalksteen en het gebruik bij het bouwen was bij de oude volken reeds lang bekend. Gips, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ verliest door verhitting op $130\text{--}140^\circ\text{C}$ water en gaat over in gebrande gips, $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, kortweg gips. Deze gips werd reeds door de Egyptenaren als bindmiddel gebruikt.

Dat de gebrande kalksteen, leverende de CaO, geen element is, doch een oxyde, werd het eerst door Lavoisier vermoed en door Davy bewezen, die in 1808 het metaal zelf het eerst bereidde. Het zuivere metaal is zilverwit en nauwelijks harder dan lood. Op water en verdunde zuren werkt het onder waterstofontwikkeling heftig in. Bij hoge temperatuur reageert het met zuurstof, stikstof, zwavel, phosphor, koolstof, waterstof enz., onder vorming van verbindingen. Met verbindingen van deze elementen onderling werkt het min of meer heftig, soms explosief onder vorming van oxyde. Het calcium vormt meestal oplosbare zouten. Calciumcarbonaat, koolzure kalk, CaCO_3 komt in de natuur zeer verbreid voor in onoplosbare vorm als kalkspaat en verder in gesteenten, die daaruit geheel bestaan of dit mineraal in hoofdzaak bevatten, zoals kalksteen, marmer, mergel, löss en kleimergel. Calciumsilikaat ontstaat bij samensmelten van kalk of koolzure kalk met zand bv. als CaSiO_3 en Ca_2SiO_4 . In de natuur komen de calciumsilikaten zeer uitgebreid voor. Kalksteen, een sedimentair gesteente, bestaat, behoudens verontreinigingen door klei, zand enz., uit koolzure kalk. Wanneer de verontreinigingen door klei, zand enz., uit koolzure kalk uitmaken, gaat in het eerste geval de kalksteen over in kalkmergel en in het laatste in kalkzandsteen. Sommige zijn zeer fijnkorrelig en dicht, bv. Solenhofense of lithografische lei, die bestaan uit een zeer fijn aggregaat van calciumkorreltjes. Andere zijn korrelig en kristallijn, zoals de Belgische kolenkalk of hardsteen. Sommige zijn hard (kolenkalk), andere kunnen tussen de vingers fijn gewreven worden (krijt). De kleur vertoont alle schakeringen. De meeste kalksteen is, in overeenstemming met haar wijze van ontstaan, gelaagd en in platen te splijten.

Door grote bergdruk zowel als door contactmetamorphose verdwijnen de oorspronkelijke structuren en daarmee ook de gelaagdheid. Het calciet rekristalliseert dan geheel. Daarbij kunnen dan tevens nog allerlei nieuwe mineralen ontstaan; de kalksteen is dan geworden tot marmer. Een zeer groot deel van kalksteen wordt gevormd door directe of indirecte werking van organismen. Tal van deze organismen onttrekken bij hun leven koolzure kalk aan het water en bouwen daarvan hun schalen en skeletten.

Ook kunnen kalkverbindingen uit het water worden neergeslagen door ontbindende organische stoffen.

Kalium (K) komt in de natuur voor als werkelijk bestanddeel van verschillende mineralen, die aan de samenstelling van een groot deel der stollingsgesteenten aandeel hebben gehad. Bij de verwerking van deze gesteenten, vooral van het kaliveldspaat (orthoklaas) $K_2Al_2Si_2O_8$, gaat het kaliveldspaat over in waterhoudende aluminiumsilicaten, die het kalium gedeeltelijk vasthouden. Deze silikaten vormen na door water te zijn vervoerd een hoofdbestanddeel van de klei. De meeste kaliumzouten hebben een grote oplosbaarheid. Over de gehele wereld komen kalihoudende silikaatgesteenten veelvuldig voor, speciaal kaliveldspaat, kaliglimmer (muscoviet), $H_2KAl_3Si_3O_{12}$, en verschillende minder zuivere gesteenten. De kleur van kaliveldspaat is fletsrood, geelachtig of roomkleurig, soms kleurloos doorzichtig (adulaar), doch in de regel ondoorzichtig.

Natrium (Na) is een in de natuur zeer verbreid metaal, dat o.a. in zeeewater, in vele silicaten en in steenzout voorkomt. Natriumsilikaat of natriumwaterglas lijkt op kaliumwaterglas. Bijna alle natriumzouten zijn gemakkelijk in water oplosbaar.

Zuurstof, oxygenium (O), is een kleur- en reukloos gas en een der belangrijkste elementen. Met waterstof, hydrogenium (H) verbonden vormt zij het water, met silicium, aluminium, calcium en enige andere elementen de voornaamste gesteenten, waaruit de vaste aardkorst bestaat. Met koolstof, waterstof en stikstof verbonden vormt zij de hoofdbestanddelen van alle planten en dieren. Vele belangrijke scheikundige processen als: verbranding, ademhaling, rotting, roesten, berusten hoofdzakelijk op het tot stand komen van verbindingen met de zuurstof of met andere woorden op oxydatie. De oplosbaarheid van zuurstof in water is gering, nl. 41 cm^3 in een liter water van 0°C en de gewone atmosferische druk.

Magnesium (Mg) komt in de natuur ook zeer verbreid voor en vergezelt in zijn verbindingen bijna altijd calcium. Zijn carbonaat komt als magnesiet, of in rhomboëders gekristalliseerd als talkspaat $MgCO_3$ voor. Dolomiet, $(Ca, Mg)CO_3$, dat gehele bergen vormt, is een isomorph (gelijkheid der kristalvormen) mengsel van calcium- en magnesiumcarbonaat. Verder komt magnesium in de meeste natuurlijke silicaten voor. De oplosbare zouten ervan bevinden zich in bijna alle natuurlijke wateren.

Door het voorgaande kan men zich enig beeld vormen van de factoren die op de steenschaal hebben ingewerkt en welke processen zich nog voortdurend afspeelen. We hebben kunnen nagaan hoe het moedergesteente door

de verschillende vormen van erosie wordt aangetast, hoe het gesteente verweert, omkristalliseert, uitgeloogd wordt en hoe nieuwe gesteenten worden gevormd. We zagen op welke wijze ijs, water en wind een belangrijke rol spelen in hun vergruizende, slijpende, meevoerende en oplossende werkzaamheid. Ook de activiteit van de atmosfeer, licht en warmte, het water met al wat erin leeft, vormen tezamen de opbouwende en afbrekende krachten, die op de steenschaal inwerken.

In de geologische wetenschap worden rotsen, zand, klei, vulkanische as e.d. alle tot de gesteenten gerekend.

Hoewel er een grote verscheidenheid is in de gesteentevormende mineralen als gevolg van de talloze variaties in de chemische verbindingen, toch blijkt het uit de bijvoeging van de chemische aanduiding, dat we steeds weer te doen hebben met dezelfde elementen en dit aantal is niet zo groot, als men geneigd zou zijn te veronderstellen. Als voornaamste elementen, waaruit de steenschaal of korst der aarde is samengesteld, uitgedrukt in de elementen, noemden we reeds zuurstof, O, dat voor 46,59 %, silicium, Si, dat voor 27,72 %, aluminium, Al, voor 8,13 %, voorts ijzer, Fe, voor 5,01 %, calcium, Ca, 3,63 %, natrium, Na, 2,85 %, kalium, K, 2,6 %, magnesium, Mg, 2,09 %, terwijl van de overige elementen het titaan, Ti, er slechts voor 0,63 %, waterstof, H, voor 0,13 % en een reeks andere elementen er slechts voor een fractie van 1 % in aanwezig is.

Zoals reeds vroeger aangegeven kan het siliciumdioxide met de reeds genoemde zes metaaloxiden chemisch nieuwe verbindingen aangaan, de zg. silicaten. Het kaliveldspaat bv. bestaat uit 1 kaliumoxyde + 1 aluminiumoxyde + 6 siliciumdioxide. Op dezelfde wijze zijn er natuurlijk zeer vele andere verbindingen mogelijk, gezien het aantal elementen en de wijze waarop deze chemisch gebonden kunnen worden. Daarom komen er in de veldspaten meerdere variëteiten voor, waarvan het kaliveldspaat wel de meest algemene is. Doch er komen ook natrium- en kalkhoudende veldspaten voor. Glimmer komt ook in soorten voor, is evenals veldspaat een silicaat en in hoofdzaak uit dezelfde bestanddelen opgebouwd, doch in andere verhoudingen. Het is dikwijls magnesiumhoudend. Micaplaatjes zijn in baksteenklei dikwijls reeds met het ongewapende oog of met de loupe waar te nemen. Als verontreiniging bevatten vrijwel alle mineralen een zekere hoeveelheid ijzeroxyde.

Zoals in het voorgaande reeds omschreven is, staat het gesteente na zijn vorming weer bloot aan erosie (verwering). Ter verduidelijking van de wijze waarop het gesteente, bv. porfier, in bestanddelen: kwarts, veldspaat en glimmer, verweert, geeft dr. K. Zimmermann het volgende voorbeeld: van het veldspaat bv. 1 kaliumoxyde, 1 aluminiumoxyde, 6 kiezelzuur, wordt het kaliumoxyde opgelost en door water uitgespoeld en

weggevoerd, vier van de delen siliciumdioxyde worden eveneens opgelost en weggespoeld. Er blijft dan over 1 aluminiumoxyde + 2 siliciumdioxyde, die zich weer met water kunnen verbinden, zodat er een stof ontstaat, die als volgt is samengesteld: 1 aluminiumoxyde + 2 siliciumdioxyde + 2 water. Deze stof wordt kleisubstantie genoemd.

Glimmer (mica) kan op een dergelijke manier verwerken. Ook kan natuurlijk een gedeelte van veldspaat en glimmer onverveerd overblijven.

Kwarts verweert niet, dus blijft kwarts.

Wanneer we nu zeggen, dat klei het verweringsproduct is van natuurlijke gesteenten en dat het gevonden wordt als fijn bezinksel van rivieren, meren of de zee, dat het als kenmerkend bestanddeel een gehalte aan amorfe waterhoudende aluminiumsilikaten bevat, en daarnaast het fijne poeder van onverveerde of onvolledig verveerde mineralen uit het oorspronkelijke gesteente, waaronder zand overheerst, dan zal dat in verband met het voorafgaande nu wel duidelijker zijn geworden.

Het hoofdbestanddeel nu van klei is de stof, die in het voorgaande enige malen is aangeduid met de naam kleisubstantie, of wel kiezelzure aluinaarde. De zuivere kleisubstantie beantwoordt aan de chemische formule $\text{Al}_2\text{O}_3, 2 \text{SiO}_2, 2 \text{H}_2\text{O}$, met de samenstelling 39,49 % aluminiumoxyde, 46,60 % kiezelzuur en 13,91 % chemisch gebonden water.

Geheel zuiver is ze echter nooit, daar altijd resten van andere mineralen aanwezig zijn, alsmede het uiterst fijne slijpsel van kwarts.

Dit fijne poeder van kwarts en zand is in zulk een fijn verdeelde toestand door de kleimassa vermengd, dat het er zelfs door slijpsel bijna niet uit af te scheiden is. In hoofdzaak komt het kwarts in de klei voor als een meer of minder grofkorrelige zelfstandigheid. De kleisubstantie is wit van kleur. Wanneer het tot puin verveerde gesteente (porfier, graniet) door wind of door water wordt opgenomen en vervoerd naar een plaats waar de meevoerende kracht van de wind afneemt of de stroomsnelheid van het water vermindert en waar de gelegenheid dus aanwezig is om te bezinken, waar bovendien door het transport een zuiveringsproces kan plaats hebben, omdat de grove deeltjes reeds eerder de gelegenheid krijgen om te bezinken, daar vormen zich dan de sedimenten. De grove deeltjes zijn meestal kwartskorrels of grotere niet verveerde stukken van het gesteente. Gebeurt er nu verder niets anders, dan is de kleibank die zich afzet ook wit van kleur en zijn er geen noemenswaardige verontreinigingen vast te stellen. Deze kleisoorten worden gebruikt in de porselein- en aardewerkindustrie en voor de fabricatie van vuurvast materiaal. Een van deze soorten is de porseleinaarde, china-clay of kaolin (van het Chinese kaoling). Het wordt meestal gevonden in de buurt van het oorspronkelijke gesteente. Het is gemakkelijk met water tot een breiachtige

stof samen te roeren en onsmeltbaar bij tot nog toe verkregen oven-temperaturen, wordt daarbij hard en enigszins doorschijnend, het zg. porselein. Men vindt het in Saksen, Bohemen, Beieren, Hongarije, Frankrijk, Engeland en de meest zuivere in China.

Kaoling betekent letterlijk „de hoge rug” en is oorspronkelijk de naam van een heuvelachtige streek, die de beste soort klei gaf aan de pottenbakkers. Later werd het gebruikelijk deze naam toe te passen op het materiaal zelf en werd als zodanig bekend in alle landen als kaolin. In de taal der Chinese pottenbakkers werd de kaolin of kleisubstantie, in poëtische zin, het vlees, terwijl de tun of kwarts (uit: Pe-tun-tse) het gebeente van het porselein werd genoemd, terwijl de blokken, samengesteld uit beide grondstoffen, het smeltbare en het onsmeltbare, beide producten van dezelfde geologische formatie, met de naam Pe-tun-tse, dus wat wij klei noemen, werden aangeduid.

Het is interessant hierover de Chinese vertellingen van Lafcadio Hearn, vertaald door J. S. A. Carrière—Lagaay, te lezen. Uit de volgende aanhalingen kan men veel te weten komen over de oorsprong van het materiaal en de verering waarmee het werd bejegend.

„Wie was de eerste mens, die het geheim ontdekte van de Kaoling, de Pe-tun-tse, het gebeente en het vlees van de schone vaas? Wie ontdekte het eerst de eigenschappen van de melkwitte klei? Wie maakte het eerst de blokken, doorschijnend en helder als ijs, van de tun, het opgehoopte grijze stof van bergen, gestorven van ouderdom, het verbleekte poeder van het rotsig gebeente en het steenachtige vlees der Giganten, die de zon zochten en nu van de aardbodem verdwenen zijn? Aan wie werd het gegeven de goddelijke kunst van het porselein te ontdekken?

De uitverkorene was Pu, eenmaal een mens, nu een god, voor wiens sneeuwwitte standbeelden de duizenden, die behoren tot het gilde der porseleinmakers in aanbidding neerknielen. De plaats van zijn geboorte kent niemand meer; de overlevering daarvan is misschien uitgewist in die verschrikkelijke oorlog, waarbij twintig miljoen zielen van het Chinese ras het leven lieten en zelfs de wonderschone stad van het porselein, de stad King-te-chin, die vroeger als een juweel schitterde in de gordel der blauwe heuvels, van de aarde werd weggevaagd.

Voor die tijd bestond reeds lang de Geest van de Ovenvuren, als een manifestatie van de Allerhoogste Tao (het Oneindige Wezen), want Hoang-li leerde, bijna 5000 jaar geleden, aan de mensen om goed vaatwerk van gebakken klei te maken; en in zijn tijd leerden alle pottenbakkers de Geest van de Ovenvuren kennen en draaiden hun schijven onder het prevelen van gebeden. Maar Hoang-li was reeds meer dan 3000 jaren tot

zijn vaderen verzameld, voor de man werd geboren, die door de Meester des Hemels werd voorbestemd om de God van het Porselein te worden."

Pijpaarde, aldus genoemd naar de tabakspijpen, die men er uit vervaardigt, is niet geheel zuivere kaolin. In de techniek is pijpaarde van belang als hoofdgrondstof voor vuurvast aardewerk. Beroemde pijpaarde-soorten komen uit Centraal-Duitsland, Bohemen, Moravië, Z.O.-België en Normandië.

De klei, die in het steenbakkersbedrijf wordt verwerkt, is echter een in hoofdzaak onzuivere kleisoort. In plaats van gezuiverd te worden, tijdens het transport door water, kan het ook tijdens dat transport verontreinigd worden. Er zijn tal van stoffen, die naast de verweringsproducten van het oorspronkelijke gesteente in het water terecht kunnen komen, bv. kalk, ijzeroxyde en andere ijzerverbindingen en voorts allerlei producten afkomstig van vergane planten en andere organismen, humus, bitumen, in het algemeen dus van organische stoffen, voorts zand, doch ook kleisoorten uit andere streken afkomstig. Al deze stoffen kunnen zich in het water bevinden en zodra zich de gelegenheid daartoe voordoet, zich gezamenlijk en innig vermengd met de oorspronkelijke kleisubstantie afzetten. De kleistof absorbeert gemakkelijk verontreinigingen, waardoor de kleisubstantie in het rivierslib meestal zeer onzuiver is. Dit afzetten uit het water noemt men sedimentatie en de lagen, die op een dergelijke wijze ontstaan, sedimenten. Deze bezinkingsgesteenten of sedimenten bestaan dus uit vergruisde en verweerde stollingsgesteenten, doch kunnen ook ontstaan uit zachtere sedimentgesteenten, bv. zandsteen en leisteen, die in vroegere geologische perioden door bezinking zijn ontstaan.

HOOFDSTUK VI

KLEI-ONDERZOEK

Het onderzoek van de klei werd tot voor korte tijd verricht door gebruik te maken van onze organen. Men trok conclusies op het oog door het beschouwen van de kleur van de klei. Uit het voorgaande is wel duidelijk geworden, dat daarbij ook wel eens verkeerde conclusies moeten getrokken zijn. Men wreef en kneedde de klei ook tussen de vingers ter beoordeling van de plasticiteit, het gehalte en de fijnheid van het zand tegenover de eigenlijke kleistof, waarbij ook de tong en de tanden dienst deden. Het gaat met deze wijze van beoordelen altijd zo, dat men aangewezen is op een bepaald persoon, die als gevolg van een jarenlange ervaring tenslotte wel enkele conclusies kan trekken. Er zijn echter soorten klei, die op het oog en het gevoel een grote overeenkomst vertonen en toch zo verschillend van samenstelling kunnen zijn, dat het van grote invloed op de kwaliteit van de producten kan zijn. Deze verschillen zijn op het oog of met bovengenoemde proeven door de meest ervaren grondonderzoeker niet te onderkennen.

Waar klei van verschillende plaatsen aangevoerd wordt en er dus sprake is van een zekere mengverhouding, is deze primitieve wijze van beoordelen zeer onvoldoende, vooral met het oog op de buitengewoon hoge eisen, die aan het baksteenproduct kunnen worden gesteld.

Vandaar dat men op het ogenblik gebruik maakt van de laboratoria voor chemisch en fysisch onderzoek, zoals er bv. één in IJsselstein is ingericht. De fabrikant stuurt zijn kleimonsters ter onderzoek op en ontvangt dan een rapport en een advies.

Het nemen van een monster moet met de meeste zorg geschieden, omdat van een onvolledig monster verkeerde conclusies kunnen worden getrokken. Men neemt daarom meerdere monsters ter verkrijging van een gemiddeld monster. Wordt het grondmonster getrokken door boren, dan gebruikt men een stalen lepelboor van 50 cm lengte met een diameter van 3,5 cm, waaraan verlengstukken worden bevestigd. De boor wordt telkens een halve meter dieper in de grond gebracht en wordt met de hand in iedere grond met de voorhamer. De lepel vult zich dan geheel met grond, wordt na een slag draaien opgehaald en levert dan een zeer nauwkeurig monster over een diepte van een halve meter, waarin de verschillende lagen in

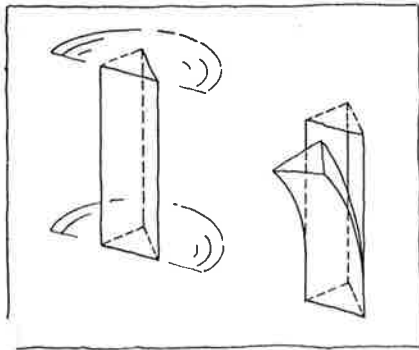


Fig. 6.

hun natuurlijke ligging en structuur zichtbaar zijn en eventueel afzonderlijk bemonsterd kunnen worden. Is dit niet nodig dan wordt alle, uit één boring bovengebrachte grond tot een gemiddeld monster verenigd. Aan de kleiwand of het afgegraven kleifront kan men dikwijls een goed inzicht verkrijgen van de structuur en men gaat meestal bij het steken van een monster op de volgende manier te werk:

Men maakt met een mes twee schuine sneden in de klei (zie fig. 6) van boven naar beneden. Deze driehoekige reep geeft na afbrokkeling en menging een gemiddeld monster. Soms neemt men monsters van verschillende lagen, die op het laboratorium gedroogd, gemalen en gemengd worden. Een kleine hoeveelheid wordt nog fijner gemalen en gemengd voor de analyse. Heeft de fabrikant de gegevens betreffende de klei op verschillende plaatsen van zijn terrein, dan kan hij met deze gegevens de beste wijze van afgraving bepalen.

Het laboratorium-onderzoek van klei

Het onderzoek van klei kan betrekking hebben op de verschillende eigenschappen. Een volledige klei-analyse zou een volledig inzicht moeten geven van de hoeveelheden van de verschillende samenstellende stoffen, dus bv. de hoeveelheid kleisubstantie, de verdere verweringsilicaten, hydroxyden, kwarts, veldspaat, glimmer en andere mineralen. Bovendien zouden we van al deze stoffen ook de verdeling in korrelgrootten moeten kennen. Zelfs van de zuiverste kleisoorten levert een dergelijke analyse reeds grote moeilijkheden op en is daarom voor een baksteenklei voorsnog niet te verwachten.

In hoofdzaak bepaalt men zich tot de chemische analyse en de mechanische analyse (het onderzoek naar de verdeling der korrelgrootten). Een chemische analyse ziet er als volgt uit:

Siliciumdioxide	$\frac{0}{0}$ SiO ₂	Magnesiumoxyde	$\frac{0}{0}$ MgO		
Aluminiumoxyde	$\frac{0}{0}$ Al ₂ O ₃	Alkaliën { Natriumoxyde $\frac{0}{0}$ Na ₂ O	} soms worden deze samengevat als „rest”.		
IJzeroxyde	$\frac{0}{0}$ Fe ₂ O ₃	{ Kaliumoxyde $\frac{0}{0}$ K ₂ O			
Calciumoxyde	$\frac{0}{0}$ CaO	Kooldioxyde of koolzuur $\frac{0}{0}$ CO ₂	} gloeiverlies		
		Water		$\frac{0}{0}$ H ₂ O	
		Organische stoffen.			

Een dergelijke analyse geeft dus wel dezelfde stoffen, als reeds genoemd werden, doch deze analyse gaat verder dan een ontleding in de samenstellende mineralen van de klei, en wel tot de grondbestanddelen, waaruit deze mineralen zijn samengesteld. Er is nu wel een methode om uit deze gegevens der chemische analyse af te leiden hoeveel veldspaat, kwarts, kleisubstantie enz. de klei bevat, doch dit zou alleen opgaan, wanneer de bestanddelen uitsluitend de reeds vroeger genoemde samenstelling hadden. Dit is evenwel niet het geval, zodat een dergelijke berekening niet anders kan zijn dan een ruwe benadering. De chemische analyse wordt eerst dan van volledige betekenis, wanneer men deze combineert met andere bepalingen. Toch is de chemische analyse als zodanig van belang, omdat in de praktijk blijkt, dat de geschiktheid van klei voor een bepaald fabrikaat tussen betrekkelijk beperkte grenzen ligt.

Met betrekking tot het te verwachten resultaat zullen de vragen naar de voor de hand liggende eigenschappen van een bepaalde klei uitgaan naar die gegevens, die antwoord kunnen geven op de volgende vragen:

- 1e. hoe is de kleur van de klei na het bakken;
- 2e. hoe zijn de vastheid, de klank, de wateropname van het gebakken product;
- 3e. hoe gedraagt de klei zich bij het vormen;
- 4e. hoe gedraagt de klei zich in de oven, zal ze „staan” of neiging vertonen tot inzakken, smelten, kromtrekken, opblazen, scheuren enz.

Uit de chemische analyse kunnen we in grote trekken conclusies trekken met betrekking tot de kleur, wanneer we het gehalte kennen aan Fe_2O_3 , ijzeroxyde, Al_2O_3 , aluminiumoxyde, en CaO , calciumoxyde. De rode kleur is afhankelijk van het gehalte aan ijzeroxyde. Is er zeer weinig ijzeroxyde aanwezig, dan bakt de klei wit, met weinig ijzeroxyde geelachtig, met meer ijzeroxyde rood. Roodbakkende klei bevat steeds meer dan 3 % ijzeroxyde. Bij zeer hard bakken kan het rood overgaan in grijsblauw en violet.

Kalk heeft in kleine hoeveelheden weinig invloed op de kleur, maar bij grotere hoeveelheden wordt tijdens het sinteren kalk-ijzer-silicaat gevormd van helder gele kleur, waardoor de stenen zo sterk verweken, dat het moeilijk is een hoog percentage vlakke straatklinkers te stoken.

De kleur, die het gebakken product zal krijgen, hangt in hoofdzaak af van de verhouding en de fijnheid waarin ijzeroxyde en kalk in de klei voorkomen en is uit te drukken in de breuk: $\frac{\% \text{ ijzeroxyde}}{\% \text{ kalk}}$. Is deze verhouding $\frac{8}{10}$, dan bakt de klei rood of roodbruin. Van $\frac{6}{10}$ tot $\frac{5}{10}$ donkergeel, beneden $\frac{5}{10}$ kanariegeel. Tussen $\frac{6}{10}$ en $\frac{8}{10}$ liggen de schakeringen van grijsachtige tussentinten, die zeer geliefd zijn.

Hoe fijner het ijzeroxyde verdeeld is, hoe donkerder de rode kleur. Het is dus wel mogelijk, dat klei met een hoger gehalte aan ijzeroxyde minder rood bakt, dan klei met kleiner doch fijner verdeeld gehalte aan ijzeroxyde.

Ook de verhouding van ijzeroxyde tot aluminiumoxyde is bepalend voor de kleur. Bij donkerrood bakkende soorten is deze $\frac{33}{100}$ of meer. Bedraagt de verhouding $\frac{33}{100}$ tot $\frac{20}{100}$, dan kan de kleur nog rood zijn, doch lichter.

Bij nog kleiner quotiënt bruin tot geelachtig.

Het gehalte aan kalk is niet alléén bepalend voor de gele kleur.

Mengt men stoffen bij de klei, die de kleur moeten bepalen, dan zal dit het beste gaan, wanneer deze stoffen zo fijn mogelijk gemalen zijn en zo innig mogelijk met de klei worden vermengd. Daarnaast speelt de vorm, waarin deze stoffen aanwezig zijn, ook nog een rol.

Ten opzichte van de kleur is er uit de chemische analyse een conclusie te trekken, wanneer men het gehalte aan ijzeroxyde, aluminiumoxyde en calciumoxyde kent. Ook voor het ijzeroxyde is de fijnheid van verdeling van belang ten opzichte van de kleur. Hoe fijner verdeeld, hoe donkerder rood de kleur. Grotere zekerheid met betrekking tot de kleur na het bakken verkrijgt men door naast de chemische analyse nog een bakproef te maken. Men moet dan het proces in de kleine proefoven zoveel mogelijk in overeenstemming brengen met het verloop van het bakken in de practijk. Van de wijze van stoken zijn de fijnere nuances afhankelijk. Ook de oven-atmosfeer is van belang. Deze zal bv. bij een tijdelijke reducerende werking de mooie gele kleur bevorderen. Aan de Hollandse IJsel worden de gele IJselsteentjes zg. „loos” gestookt, d.w.z. als de oven gaar is, worden de stookkanalen volgegooid met turf en dan dichtgezet. Men laat de oven gedurende de laatste dagen op deze wijze „smoren”. Hierbij komt nog, dat in een veldoven de atmosfeer minder rijk is aan lucht (zuurstof) dan bv. een ringoven.

Ook bij rood- en grijsbakkende klei merkt men niet zelden het verschijnsel op, dat bij het stoken met automatische stookapparaten een meer kleurige steen wordt verkregen, dan bij het stoken uit de hand. Bij een juist geregelde brandstoftoevoer blijft de ovenatmosfeer dezelfde, nl. oxyderend, terwijl bij het stoken uit de hand zich afwisselend een reducerende periode (direct na het opgooien) en een oxyderende periode (wanneer de kolen gedeeltelijk verbrand zijn) voordoet. De reducerende perioden veroorzaken een meer grijze kleur.

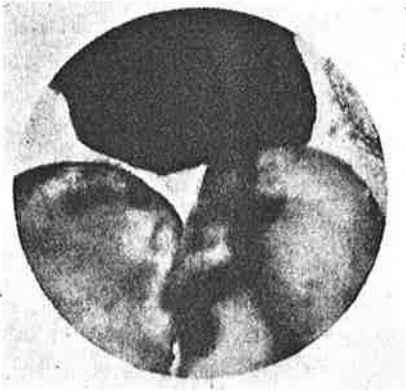
De mechanische analyse is een welkome aanvulling van de chemische, omdat deze ons inzicht geeft in de physische structuur van de klei. Het zijn de fijnste deeltjes, kleiner dan $\frac{1}{100}$ mm diameter,

die aan een grondsoort het karakter van klei verlenen, nl. de vormbaarheid of plasticiteit, het bindend vermogen, d.i. het vermogen om niet plastische stoffen als zand, chamotte enz. aaneen te kitten, krimp bij het drogen en bakken, het verharden in het vuur enz. De indeling in fracties van verschillende korrelgrootten is altijd meer of minder willekeurig, omdat er geen scherpe grenzen bestaan. Volgens de in de keramiek gebruikte indeling van Seger, noemt men de fractie kleiner dan $\frac{1}{100}$ mm „kleistof” of „leem”. In de rivierklei bestaat deze echter niet uit het zuivere aluminiumsilicaat, zoals dat het geval is bij kaolin. Het is sterk verontreinigd door ijzerhydroxyde, kalk en uiterst fijne mineraal- en zanddeeltjes. De volgende fractie van 0,01—0,025 mm wordt „aluff” of „sloef” genoemd, en bestaat voornamelijk uit half verweerde deeltjes veldspaat en mica. Daarop volgen fracties zand van verschillende fijnheid, nl. stuifzand van 0,025—0,040 mm, fijn zand van 0,04—0,20 mm en deze ook min of meer met ijzeroxyde overtrokken, bij kalkhoudende klei ook meestal kalk, en grof zand boven 0,2 mm. Is er een enigszins belangrijke hoeveelheid grof zand aanwezig, dan wordt dit nog gesplitst in middelmatig grof, van 0,20—0,30 mm, en zeer grof boven 0,3 mm. De microfoto's (fig. 7), opgenomen door prof. ir. Chr. K. Visser te Delft, geven een goed beeld van de verhoudingen der diameters van deze fracties.

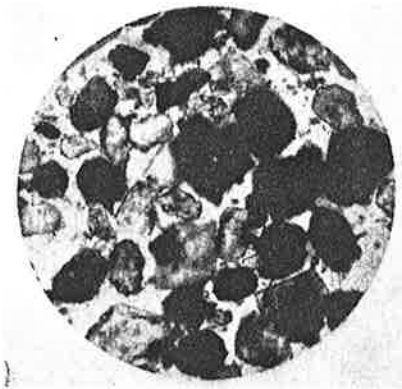
Een nog beter inzicht dan de percentages der fracties, verschaft het tekenen van een grafiek van de verdeling der korrelgrootten, de zg. distributie- of graderingscurve.

Voor straatklinkers is een gelijkmatige verdeling, waarin alle korrelgrootten, van de fijnste deeltjes tot zand van $\pm 0,2$ mm toe, in behoorlijke mate vertegenwoordigd zijn, het gunstigst.

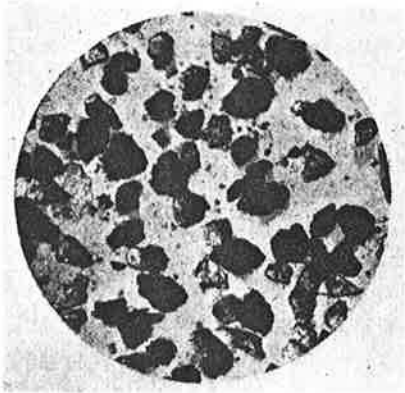
Klei met zeer veel fijne delen is vet, krimpt zeer sterk, geeft veel oogscheuren en levert na sinteren een glasachtige, tot splinteren geneigde steen. Klei met veel grove bestanddelen (zand) krimpt en scheurt weinig bij het drogen, maar sintert moeilijk en met kort sintertraject, terwijl de steen niet sterk is en bv. bij straatklinker grote afslijting vertoont. Men moet dus een gunstig gemiddelde zoeken. Grof zand mag slechts in kleine hoeveelheden aanwezig zijn, vooral zeer grof zand moet vermeden worden. De bepaling van het grove zand kan gemakkelijk door zeven geschieden. Bij de fijnere fracties is dit niet meer mogelijk en past men s l i b b e n, en tegenwoordig meer en meer het s e d i m e n t e r e n (bezinken) toe. Slibben wil zeggen de ontleding door stromend water. Het berust hierop, dat water met een bepaalde stroomsnelheid deeltjes van een bepaalde grootte kan meenemen. Al wat groter is bezinkt. Het toestel van Schöne werkt op de volgende manier: in een glazen kelk doet men een hoeveelheid klei met water tot een dun slib aangemaakt. Dit slib



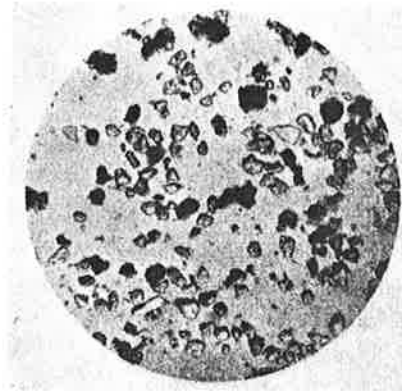
1. Grof zand.



2. Fijn zand.



3. Stuifzand.



4. Sloef.

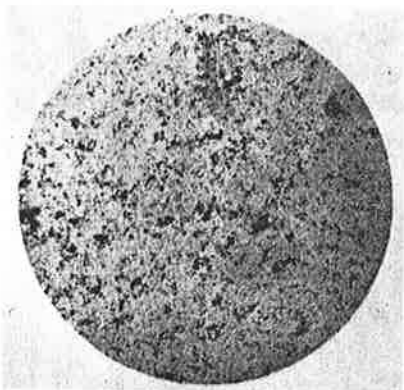


Fig. 7.

5. Leem.

wordt eerst gezeefd ter verwijdering van de grofste korrels. Dan laat men door een buis water in een glazen kelk (zie fig. 8) stromen met een bepaalde snelheid. In die kelk is boven een opening, waar het water weer kan aflopen. Men laat het water nu met dezelfde snelheid zolang door de kelk stromen tot er boven helder water uit loopt. Dan zijn alle eeltjes, die zo licht zijn, dat ze bij deze stroomsnelheid niet kunnen bezinken, uit de kelk weggevoerd. Door wegeu stelt men dan vast, hoeveel er verwijderd is. Het slibben wordt nu herhaald met een grotere stroomsnelheid van het water, waardoor grotere deeltjes worden meegevoerd, weer wordt gewogen, enz. Op deze wijze verdeelt men de klei dus in verschillende fracties, zoals fig. 7 laat zien.

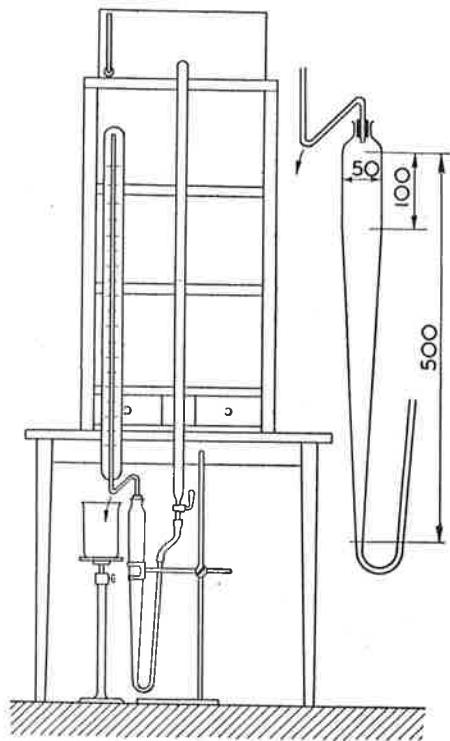


Fig. 8.

Het slibben in het toestel van Schöne is een vrij langdurige werkzaamheid. Bij vette klei heeft men meer dan 24 uur voor één ontleding nodig. Bovendien moet men de afgeslibde deeltjes laten bezinken, het water afhevelen, de deeltjes drogen en wegeu.

Een methode, die sneller tot het doel leidt, is het sedimenteren. De methode berust hierop, dat men een zekere hoeveelheid klei in water verdeelt, dan een cilindervormig glas met het verkregen slib vult en door middel van een pipet bepaalt, hoeveel van de stof in een bepaalde tijd bezonken is. Met behulp van een formule kan men dan uitrekenen welke grootte de bezonken korrels hadden. Met een dergelijk toestel kan men ± 8 bepalingen per dag uitvoeren.

De mechanische analyse ziet er dus als volgt uit:

Leem	%
Sloef	%
Stuifzand	%
Fijn zand	%
Grof zand	%

Aan de hand nu van de chemische en mechanische analyse wordt berekend in welke verhoudingen de beschikbare kleisoorten moeten worden gemengd om de ideale samenstelling zo dicht mogelijk te benaderen.

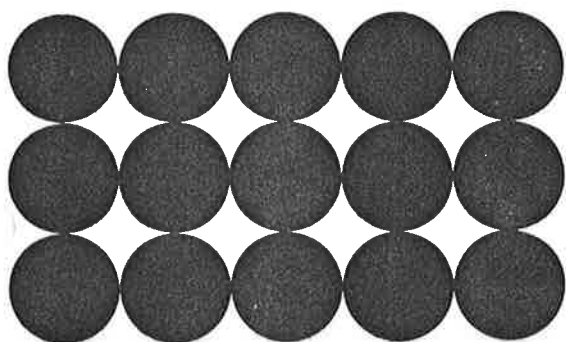


Fig. 9.

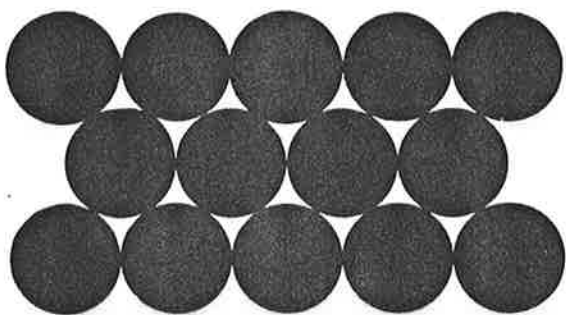


Fig. 10.

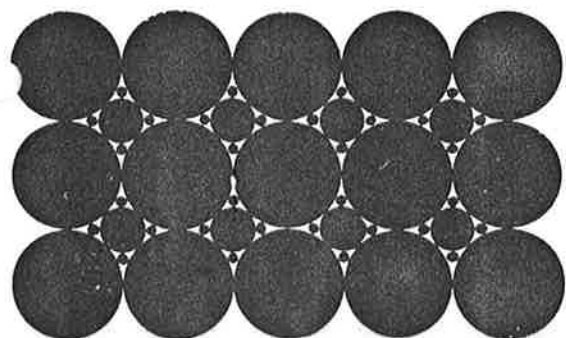


Fig. 11.

In dit verband is het wel belangrijk na te gaan, hoe de korrelgrootte, zuiver wiskundig bekeken, van invloed kan zijn op de eigenschappen van de steen.

Als in een massa alleen korrels van één bepaalde grootte naast elkaar voorkomen, kan men de groepering hebben van fig. 9 en die van fig. 10.

In fig. 10 zijn de enkele poriën kleiner dan in fig. 9, ook de massa is kleiner. De totale poriënruimte ten opzichte van de massa blijft echter even groot zolang de deeltjes alle even groot zijn.

Wanneer men te doen heeft met korrels van verschillende grootte (fig. 11), dan neemt de poriënruimte af.

Zuiver wiskundig bekeken zou dus de meest gewenste samenstelling voor een dichte en vaste scherf zijn: korrels van verschillende grootte, in een verhouding zoals bv. in fig. 11 wordt aangegeven.

We kunnen de zaak echter niet alleen wiskundig bezien, omdat klei geen massa is, die uit deeltjes van dezelfde stof bestaat. Er zijn twee groepen, nl. zandkorrels en stoffen die deze zandkorrels aan elkaar moeten binden, de kleisubstantie en de smeltstoffen.

De zandkorrels „groeien” bij het bakken en daardoor vermindert de vastheid. Dan kunnen de deeltjes, die elkaar raken, op elkaar reageren en zich met elkaar verbinden. Hierin ligt de verklaring van het feit, dat kleisoorten met veel fijne deeltjes bij het drogen en bakken dicht worden, terwijl klei met veel grof zand en al te veel fijn zand „rap” wordt.

Als zeer gunstig moet dus worden beschouwd een samenstelling bestaande uit weinig grof zand en zoveel fijn zand en stuifzand van verschillende korrelgrootte, dat de zanddeeltjes zoveel mogelijk een gesloten massa vormen, en zoveel kleisubstantie en smeltstoffen, dat alle zanddeeltjes kunnen worden omgeven en zodoende aan elkaar worden geplakt. De zandkorrels vormen dus het „geraamte” of het „gebeente” van de klei, terwijl het „vlees” gevormd wordt door de kleisubstantie en de smeltstoffen.

Te veel grof zand is altijd ongewenst, want men krijgt dan rappe stenen. Voor straatstenen moet dit de 6 % niet overschrijden. Fijn zand is nauwelijks te missen. Bij gebrek hieraan is de klei moeilijk te verwerken. Ze lost moeilijk uit de vorm en scheurt heel gemakkelijk bij het drogen. Voor straatstenen is 25—35 % fijn zand aan te bevelen.

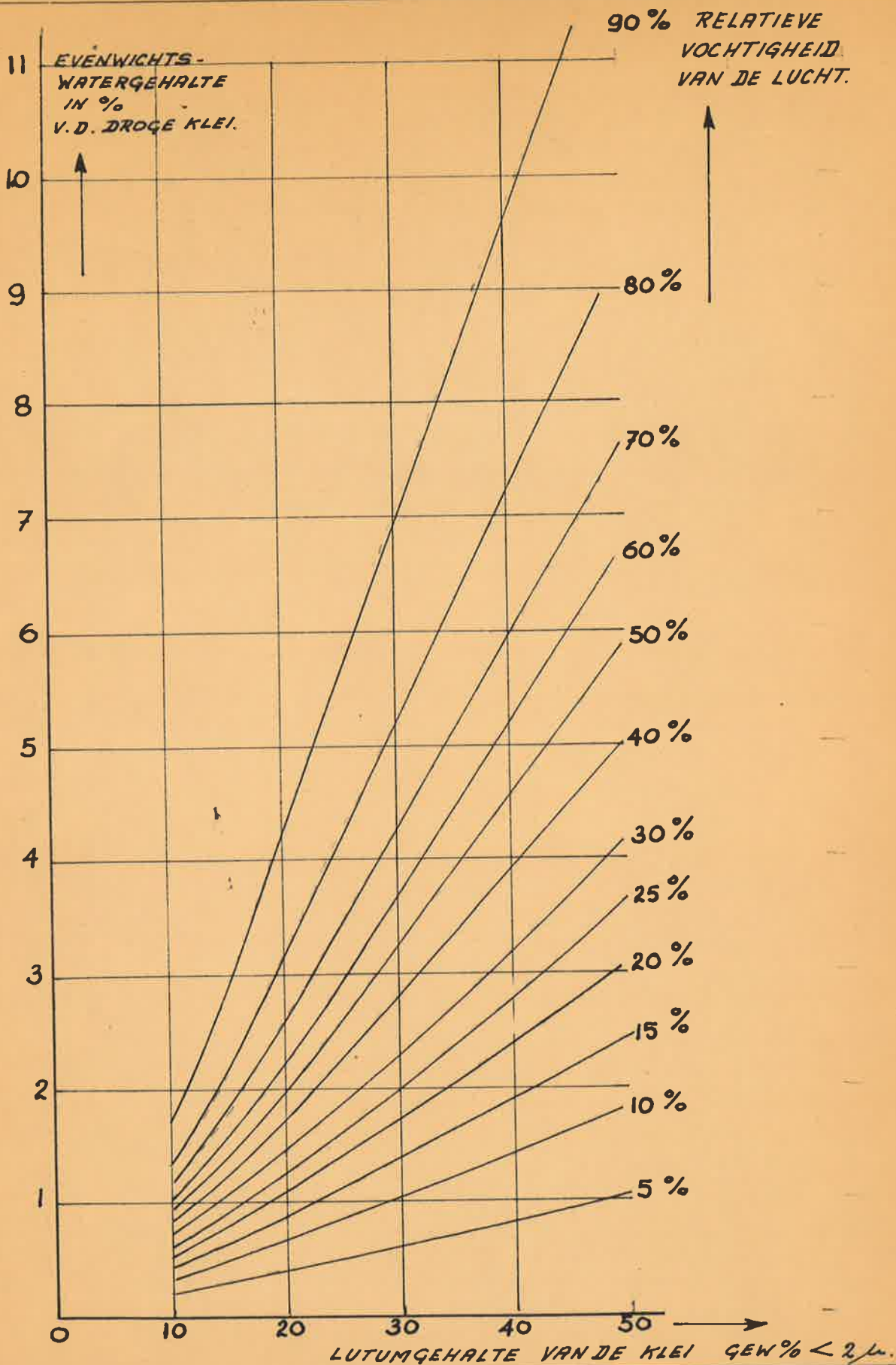
Van ijzeroxyde en calciumoxyde hangt de kleur af, bovendien zijn het smeltstoffen.

Het belang van grondonderzoek moge uit het bovenstaande voldoende zijn gebleken.

CHARACTERISTICS OF CLAY	MARK Z	MARK R	MARK L	
<u>LOCATION OF DEPOSITS</u>				
1.1 province	Groningen	Gelderland	Noord Brabant	
1.2 geographical position	53°20' N - 6°40' E	51°50' N - 5°20' E	51°35' N - 5°10' E	
<u>TYPE OF DEPOSITS</u>	younger marine	younger fluvial	neolian	
<u>AGE OF DEPOSITS</u>				
3.1 geological era	younger holocene	younger holocene	younger pleistocene	
3.2 period according to Christian chronology in years	- 500 to + 1500	- 500 to + 1500	- 60.000 to - 40.000	
<u>MINERALOGICAL COMPOSITION</u>				
<u>minerals</u>				
	<u>c-axis</u>			
	<u>spacing</u>			
quartz	46.	40.	64.	
feldspar	6.	12.	9.	
kaolinite	7 Å	8.	5.	
illite	10 Å	16.	11.	
illite (swelling)	12 Å	9.	4.	
chlorite	14 Å	6.	5.	
calcite	0.5	6.	0.5	
dolomite	-	3	-	
miscellaneous	0.5	-	1.5	
<u>CHEMICAL COMPOSITION</u>				
	SiO ₂	69.	63.	80.
	Al ₂ O ₃	12.	12.	10.
	TiO ₂	1.	1.	1.
fluxes	Fe ₂ O ₃	5.7	4.0	2.7
	CaO	1.2	5.3	0.5
	MgO	1.3	1.7	0.9
	K ₂ O	1.7	1.7	1.4
	Na ₂ O	0.6	0.8	1.0
	Σ fluxes	10.5	13.5	6.5
ignition loss	CO ₂ from carbonates	0.4	4.5	-
	organic matter	2.0	1.1	0.4
	phys./chem. bound H ₂ O	4.1	2.9	1.6
	Σ ignition loss	6.5	8.5	2.
rest of analysis	1.	2.	0.5	
<u>PARTICLE SIZE DISTRIBUTION</u>				
by sieving > 63 μm	6.	25.	26.	
by sedimentation < 10 μm	49.	43.	21.	
< 2 μm	36.	23.	14.	
<u>SPECIFIC SURFACE</u>				
by glycol retention (m ² /g)	130.	80	35	
<u>AVERAGE TRUE DENSITY (kg/m³)</u>	2600	2650	2700	

CHARACTERISTICS OF SOME DUTCH CLAYS
POSITIONS AS UTILISED IN THE HEAVY CLAY INDUSTRY FOR THE MANUFACTURE OF
ING BRICKS IN % BY WEIGHT OF DRY GREEN SAMPLE)

CENTRAL TECHNICAL INSTITUTE TNO
heavy clayware section
P.O. Box 342 Apeldoorn
The Netherlands



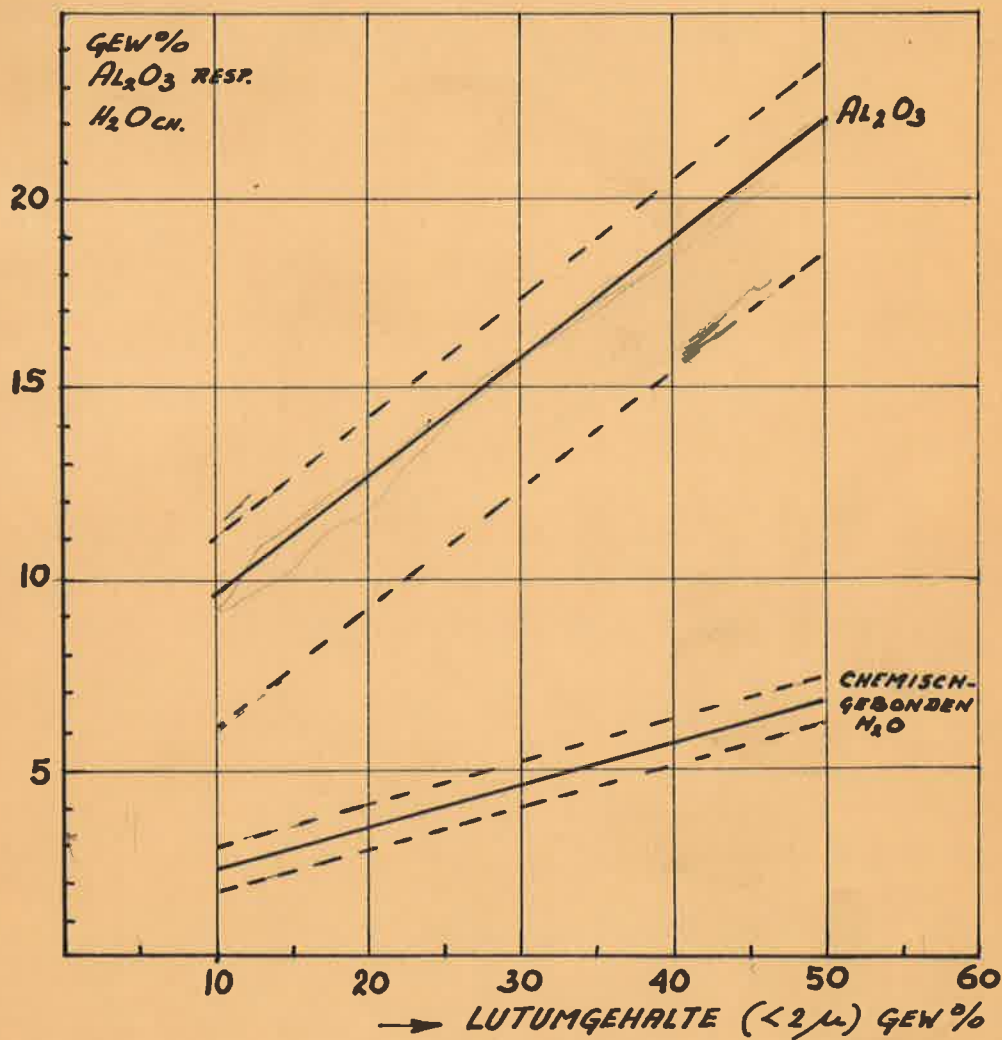
ONTLEEND AAN SPEURWERK KER. INST. T.N.O. 1958 - 1960

HET EVENWICHTSWATERGEHALTE VAN NEDERLANDSE KLEISOORTEN BIJ VERSCHILLENDE RELATIEVE VOCHTIGHEDEN VAN DE LUCHT

Lutungehalte
(fractie in gew.% < 2 μ)

Benaming

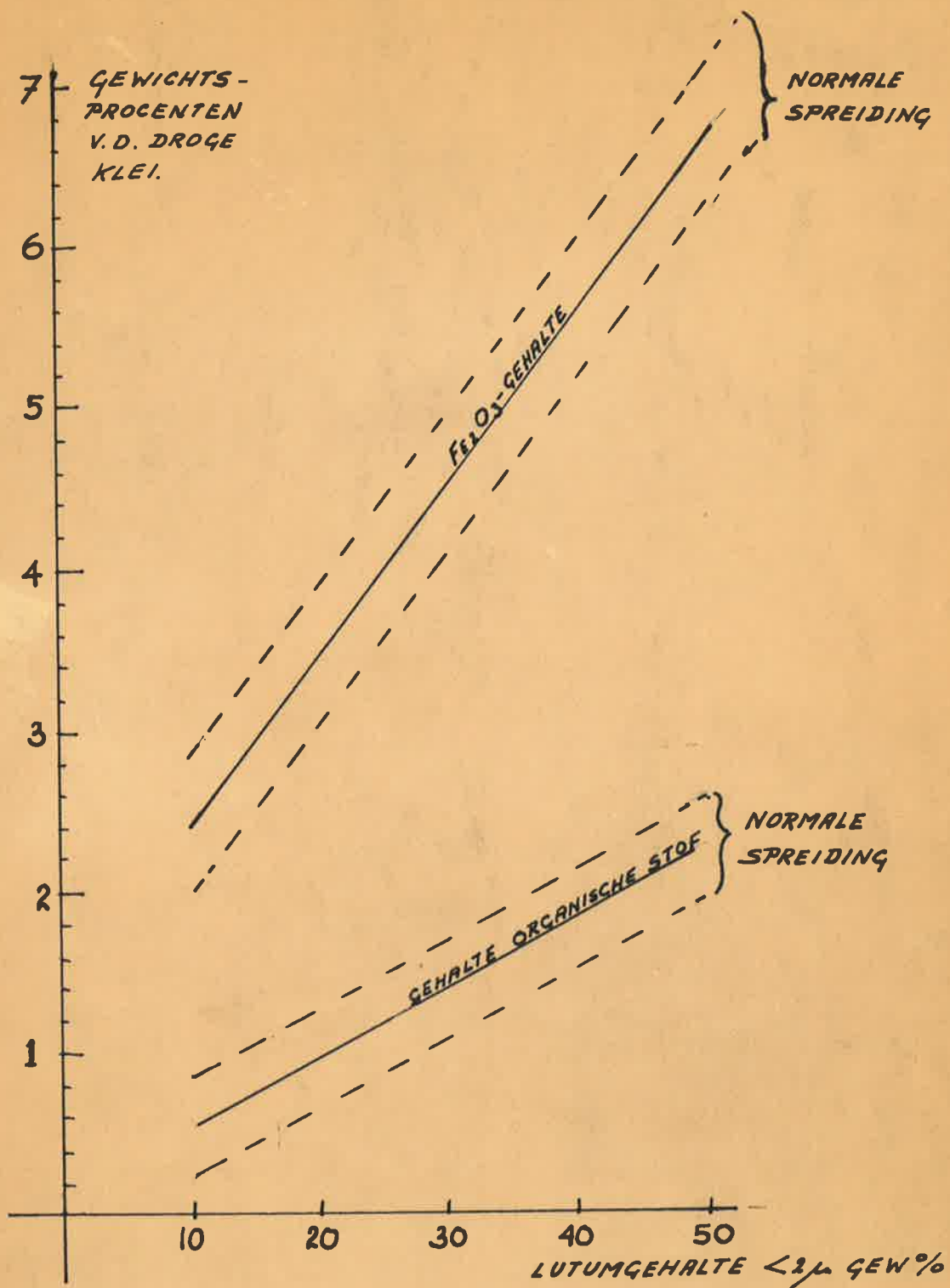
$\leq 12,5$ %	zeer magere klei
12,5 t/m 20,0 %	magere klei
20,0 t/m 27,5 %	half vette klei
27,5 t/m 35,0 %	vette klei
> 35 %	zeer vette klei



ONTLEEND AAN ANALYSEGEGEVENS UIT DE PERIODE 1950 - 1960

Al_2O_3 -GEHALTE EN GEHALTE CHEMISCH GEBONDEN
 WATER IN NEDERLANDSE KLEIEN.

ORIENTATIE DIAGRAM.



ONTLEEND AAN ANALYSE GEGEVENS UIT DE PERIODE 1950-1960

Fe₂O₃-GEHALTE EN GEHALTE AAN ORGANISCHE
STOF IN NEDERLANDSE KLEIEN
ORIENTATIE DIAGRAM.

